



КАК МЫ ДЕЛАЕМ ЭТО

ЭВОЛЮЦИЯ И БУДУЩЕЕ
РЕПРОДУКТИВНОГО
ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Роберт Мартин

АНФ



Династия

Annotation

В наше время, когда медицина и биотехнологии все больше вторгаются в сферы зачатия, родов и заботы о детях, как никогда важно разобраться в том, как эти процессы возникли и развивались у нашего вида в ходе эволюции. С этой задачей блестяще справился один из лучших в мире специалистов по эволюционной биологии Роберт Мартин, написав основательную и увлекательную книгу, в которой можно найти ответы как на самые серьезные и практические вопросы, так и порой на курьезные. Как избежать послеродовой депрессии? Можно ли сократить заболеваемость раком груди? Зачем мужчинам соски? Уменьшается ли женский мозг во время беременности? Каковы биологические предпосылки мастурбации? И даже в век всеобщего сексуального просвещения самый искушенный читатель узнает что то удивительное и неожиданное для себя.

- [Роберт Мартин](#)
 -
 -
 - [Введение](#)
 - [Глава 1](#)
 - [Глава 2](#)
 - [Глава 3](#)
 - [Глава 4](#)
 - [Глава 5](#)
 - [Глава 6](#)
 - [Глава 7](#)
 - [Глава 8](#)
 - [Глоссарий](#)
 - [Библиография](#)
 - [notes](#)
 - [1](#)
 - [2](#)
 - [3](#)
 - [4](#)
 - [5](#)
-

Роберт Мартин

Как мы делаем это. Эволюция и будущее репродуктивного поведения человека

Перевод *Петр Петров*, канд. биол. наук
Редактор *Мария Несмеянова*
Руководитель проекта *И. Серёгина*
Корректоры *Е. Аксёнова*, *М. Миловидова*
Компьютерная верстка *А. Фоминов*
Дизайн обложки *Ю. Буга*
Иллюстрация на обложке *Shutterstock.com*

© Robert Martin, 2013

Публикуется с разрешения BASIC BOOKS, an imprint of PERSEUS BOOKS, INC. (США) при содействии Агентства Александра Корженевского (Россия)

© Издание на русском языке, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2016

Все права защищены. Произведение предназначено исключительно для частного использования. Никакая часть электронного экземпляра данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для публичного или коллективного использования без письменного разрешения владельца авторских прав. За нарушение авторских прав законодательством предусмотрена выплата компенсации правообладателя в размере до 5 млн. рублей (ст. 49 ЗОАП), а также уголовная ответственность в виде лишения свободы на срок до 6 лет (ст. 146 УК РФ).

* * *

Посвящаю эту книгу Энн-Элиз – лучшей на свете матери и моему лучшему другу

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 рекомбинацию 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 убежать 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!»^[1] 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, 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 большая 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 млн 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 лемурув 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 Диксона 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 лемурув

размножение происходит лишь в строго определенное время года и после брачного периода семенники сильно уменьшаются. У серого мышиноного 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 мышинных 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 с потребностью в поддержании в них более низкой температуры, чем внутренняя температура тела, которая у всех млекопитающих исключительно высока. Нередко утверждается, что при повышенной температуре не могут вырабатываться сперматозоиды. На первый взгляд может показаться, что эти представления подтверждаются рядом данных. У людей иногда встречается так называемый крипторхизм – неопущение яичек в мошонку. При этом размеры яичек обычно оказываются существенно меньше нормы. Примерно у 3 % новорожденных мальчиков яички не опущены, причем среди недоношенных это отклонение встречается еще чаще. В 80 % подобных случаев опускание яичек в мошонку происходит уже на первом году жизни, и даже у оставшихся 20 % рано

или поздно обычно все же происходит. Но если яички остаются в брюшной полости и по окончании полового созревания, то выработка сперматозоидов оказывается подавленной, и тогда только хирургическим вмешательством можно предотвратить бесплодие.

Однако у человека, как и у всех приматов, яички находятся вне брюшной полости в связи с адаптацией, которая была уже у их общего предка, жившего около 80 млн лет назад. Поэтому нет ничего удивительного в том, что нарушение, при котором яички остаются в брюшной полости, приводит к подавлению выработки сперматозоидов, даже если исходно опускание семенников возникло по какой-то другой причине. К тому же известно немало случаев, когда сперматозоиды вырабатываются и при повышенной температуре. Например, у птиц семенники никогда не бывают опущены, хотя средняя внутренняя температура тела у них даже выше, чем у млекопитающих. Кроме того, притом что у большинства млекопитающих семенники и опущены, из этого правила есть множество исключений. У таких животных семенники остаются в брюшной полости, нередко поблизости от своего исходного положения рядом с почками.

У тех млекопитающих, у которых семенники остаются в брюшной полости, внутренняя температура тела не ниже, чем у млекопитающих с опущенными семенниками, так что идею о том, что повышенная температура неизбежно останавливает выработку сперматозоидов, приходится отвергнуть. На самом деле имеется ряд данных, указывающих на то, что опускание семенников связано не с выработкой сперматозоидов, а с их хранением. Как уже отмечалось, зрелые сперматозоиды хранятся вплоть до семяизвержения рядом с семенником, в концевой части его придатка эпидидимиса. У некоторых млекопитающих семенники в ходе развития не опускаются, но концевая часть их придатков перемещается так, что в итоге оказывается прижатой к нижней стенке брюшной полости. И даже у тех млекопитающих, у которых опускаются и семенники, и их придатки, придатки опускаются впереди семенников и в итоге всегда оказываются еще дальше от брюшной полости, чем семенники. Более того, кожа мошонки нередко бывает безволосой, а значит, легче охлаждается, там, где под ней находятся придатки семенников, но не там, где находятся сами семенники. Имеются убедительные аргументы в пользу того, что пониженная температура в опущенных придатках способствует снабжению хранящихся в них сперматозоидов кислородом.

Вывод о связи хранения сперматозоидов с опусканием семенников

у млекопитающих подтверждается и данными по птицам. У птиц сперматозоиды хранятся в семенных пузырьках, функционально соответствующих придаткам семенников млекопитающих. У некоторых певчих птиц семенные пузырьки располагаются в мешочках у основания пениса, где температура на несколько градусов ниже внутренней температуры тела. Обмен веществ у певчих птиц в среднем интенсивнее, чем у других птиц, поэтому можно предположить, что хранение сперматозоидов при пониженной температуре, свойственное некоторым видам, связано с причинами, аналогичными тем, что привели к опусканию семенников у млекопитающих. Так или иначе, факт остается фактом: у большинства птиц сперматозоиды могут и вырабатываться, и храниться при сравнительно высокой температуре. Так что широкому распространению опускания семенников среди млекопитающих должен был способствовать какой-то особый фактор. Возможно, что надежное хранение сперматозоидов особенно важно для млекопитающих потому, что их сперматозоидам приходится преодолевать немалые расстояния, чтобы оплодотворить крошечную яйцеклетку.

Обычно семенники активируются только во время полового созревания. Более того, у млекопитающих обычно именно в это время семенники опускаются в мошонку. Приматы составляют исключение из данного правила: у них семенники опускаются еще до рождения. У новорожденных приматов мужского пола они как минимум располагаются в нижней части брюшной полости, вблизи паховых каналов, но обычно уже находятся в мошонке. У человека яички зародыша мужского пола остаются в брюшной полости примерно до седьмого месяца беременности, а к моменту появления на свет обычно уже полностью опущены. Раннее опускание семенников, свойственное приматам, тем удивительнее, что у приматов половая зрелость наступает позже, чем у большинства других млекопитающих. Так почему же семенники приматов оказываются опущенными уже в момент рождения, хотя им еще не скоро предстоит вырабатывать сперматозоиды? На возможную разгадку этой тайны указывает всего один известный факт: у всех изученных на этот предмет видов приматов у детенышей мужского пола незадолго до появления на свет наблюдается резкое повышение уровня тестостерона. Возможно, что это усовершенствование, возникшее в ходе эволюции приматов, подает матери сигнал о том, какого пола у нее родится детеныш, помогая ей различать новорожденных сыновей и дочерей.

Давно известно, что нагревание яичек отрицательно сказывается на мужской плодовитости. Еще Гиппократ упоминал об этом в двух своих афоризмах. Температура в мошонке мужчины лишь примерно на 2 °С ниже внутренней температуры тела, но этого достаточно, чтобы определять разницу между плодовитостью и бесплодием. Данный вывод заставляет задуматься о том, нельзя ли специально снижать мужскую плодовитость, нагревая яички, и разработать основанный на этом явлении простой способ контрацепции. Специалист по лечению бесплодия Джон Маклауд и его коллега Роберт Хотчкисс обсуждали этот вопрос в работе, опубликованной в 1941 году. В своей статье они описывали результаты экспериментов, в ходе которых испытуемых мужчин помещали в медицинскую установку для искусственного повышения температуры тела сухим теплом. Такое повышение температуры тела в сочетании с высокой температурой окружающей среды приводило к существенному снижению выработки сперматозоидов. Данный эффект начинал проявляться только через три недели, но затем сохранялся около двух месяцев.

Дальнейшие исследования в этом направлении последовали лишь через некоторое время. В 1965 году специалисты по плодовитости Джон Рок и Дерек Робинсон опубликовали результаты экспериментов, в ходе которых они нагревали мошонку здоровых испытуемых. В частности, исследователи отметили, что погружение испытуемого по горло в горячую ванну (43 °С) поднимает температуру мошонки на 1 °С по сравнению с внутренней температурой тела. В другом эксперименте испытуемые носили термобелье, благодаря которому температура мошонки становилась лишь на 1 °С ниже внутренней температуры тела, вместо обычных 2 °С. Во всех изученных случаях число сперматозоидов в эякуляте начинало снижаться примерно через три недели после начала ношения термобелья и достигало минимума между пятой и девятой неделями. Число сперматозоидов оставалось пониженным от трех до восьми недель после того, как испытуемые переставали носить термобелье, а к третьему месяцу возвращалось к норме. Особенно интересные результаты были получены с 20 испытуемыми, у которых число сперматозоидов в эякуляте с самого начала было низким. В период от двух недель до четырех месяцев после погружения мошонки в горячую воду на 30 минут в день в течение шести дней число сперматозоидов снизилось. Однако у 9 из 20 испытуемых этот показатель впоследствии достиг более высокого уровня, чем до начала

эксперимента, и жены шести из этих девяти мужчин забеременели к шестому месяцу после начала эксперимента.

В 1968 году Дерек Робинсон, Джон Рок и Мириам Менкин опубликовали результаты дальнейших экспериментов, в ходе которых мошонку испытуемых на протяжении двух недель ежедневно нагревали в течение получаса теплом 150-ваттной электрической лампочки. Эта процедура тоже вначале вызывала снижение выработки сперматозоидов, а затем временное повышение числа сперматозоидов в эякуляте. Две недели спустя после нагревания с помощью электрической лампочки мошонку испытуемых на протяжении еще двух недель ежедневно охлаждали в течение получаса, прикладывая к ней пузырь со льдом. Такое охлаждение, понижавшее температуру мошонки почти на 7 °С, приводило к повышению выработки сперматозоидов без первоначального снижения, и их число в эякуляте увеличивалось почти в три раза по сравнению с исходным средним значением этого показателя. Таким образом, нагревание яичек приводило к снижению числа сперматозоидов, а охлаждение – к повышению. Результаты этих экспериментов открывают возможный путь лечения некоторых форм мужского бесплодия. Кроме того, с тех пор были проведены несколько исследований, посвященных использованию нагревания яичек в качестве средства контрацепции. Например, в 1992 году хирург Ахмед Шафик представил результаты экспериментов, в ходе которых испытуемые в течение года носили на мошонке повязку из синтетической ткани, и по прошествии пяти месяцев у них наблюдалось снижение выработки сперматозоидов. И все же, хотя исследования и показали обратимость этого эффекта, данный метод пока не нашел практического применения.

Поскольку ясно, что нагревание мошонки, даже на несколько градусов, может снижать выработку сперматозоидов, уместно задаться вопросом о том, не уменьшается ли число сперматозоидов в эякуляте под влиянием тех действий и занятий, которые могут вызывать такое нагревание. В частности, данные нескольких медицинских исследований указывают на то, что ношение плотно облегающего нижнего белья может снижать качество спермы. Одно из таких исследований, результаты которого были опубликованы гинекологом Каролиной Тимессен и ее коллегами в 1995 году в журнале *Lancet*, было полностью посвящено именно этой проблеме. Среди девяти испытуемых, отказавшихся на время эксперимента от приема горячих ванн, посещения

саун и использования электрических одеял, случайным образом выбрали тех, кому было предписано круглосуточно носить в течение шести месяцев плотно облегающее нижнее белье, и тех, кому было предписано в течение того же времени носить свободно сидящее белье. В итоге у испытуемых из разных групп были отмечены достоверные различия в числе сперматозоидов в эякуляте и показателях подвижности сперматозоидов. У тех, кто носил свободное белье, средние значения числа сперматозоидов были в норме, а у тех, кто носил плотно облегающее, – снижены почти в два раза. На подвижности сперматозоидов облегающее нижнее белье сказалось еще сильнее: у испытуемых из соответствующей группы этот показатель снизился на две трети.

Еще одна предполагаемая причина перегрева мошонки и снижения числа сперматозоидов в эякуляте – длительное вождение автомобиля. В 1979 году специалисты по проблеме бесплодия Михай Шаш и Янош Сёллёши представили результаты исследования примерно 3000 мужчин, в том числе около 300 профессиональных водителей, у которых, как выяснилось, нарушения выработки сперматозоидов встречались существенно чаще, чем у остальных пациентов. У водителей легковых автомобилей снижение продукции спермы было сравнительно небольшим, но у водителей промышленных и сельскохозяйственных машин оно оказалось выражено сильнее. Более того, частота встречаемости тяжелых нарушений увеличивалась пропорционально продолжительности работы водителем. Среди сотни пациентов, работавших водителями более восьми лет, нормальные показатели качества спермы были обнаружены только у четырех. Шаш и Сёллёши обсудили различные возможные причины выявленных нарушений, в том числе загрязнение среды, но, как ни странно, не рассмотрели вопрос нагрева мошонки.

Еще одно подобное исследование было проведено на римских таксистах. В статье, опубликованной в 1996 году командой исследователей, которую возглавляла специалист по гигиене труда Ирэн Фига-Таламанка, были проанализированы обнаруженные у мужчин этой профессии последствия длительного вождения автомобиля. По сравнению с контрольной группой испытуемых у таксистов было выявлено снижение доли нормальных сперматозоидов (хотя по таким показателям, как число сперматозоидов в эякуляте и средняя подвижность сперматозоидов, различий выявлено не было), причем у тех, кто дольше работал таксистом, этот эффект был сильнее выражен.

Партнерам тех испытуемых, у которых качество сперматозоидов оказалось пониженным, требовалось больше времени, чтобы забеременеть. С помощью методов статистического анализа исследователи исключили ряд альтернативных объяснений этого явления. Результаты анализа принесли и приятную новость: один из исследованных факторов – умеренное потребление алкоголя – оказался связан с небольшим повышением качества спермы.

На выработке сперматозоидов, как и следовало ожидать, может отрицательно сказываться также регулярное посещение сауны. Первое исследование на эту тему опубликовал в 1965 году финский (что неудивительно) гинеколог Берндт-Юхан Прокопе, отметивший временное обратимое снижение числа сперматозоидов в эякуляте у дюжины мужчин, на протяжении двух недель посещавших сауну и пробывших там в общей сложности около двух с половиной часов. В течение примерно месяца по окончании этих двух недель число сперматозоидов в эякуляте испытуемых сократилось приблизительно вдвое.

Перегревание яичек может быть связано и со многими другими причинами. Один из недавно появившихся факторов, способных вызывать такое перегревание, – использование ноутбуков, воздействие которых на мужчин изучили в 2011 году уролог Ефим Шейкин и его коллеги. В ходе трех сеансов, длившихся один час и отличавшихся некоторыми условиями, исследователи измеряли у 29 здоровых испытуемых температуру мошонки, компьютера, который испытуемые держали на коленях, и специальной подставки (если она использовалась). Во всех трех случаях температура мошонки повышалась независимо от положения ног и использования подставки. Повышение было наименьшим (всего на 1,4 °С), если испытуемые держали ноутбук не непосредственно на коленях, а на подставке и если их ноги были раздвинуты на 70°, и наибольшим (почти на 2,5 °С), если подставки не было, а ноги испытуемых были плотно сжаты. Если ноги были сжаты, но подставка использовалась, повышение температуры мошонки имело промежуточные значения. В этом исследовании не было изучено влияние повышения температуры мошонки на качество спермы, но результаты других исследований, где это влияние анализировалось, указывают на то, что длительное использование ноутбука действительно может отрицательно сказываться на плодовитости мужчин, особенно если они при этом держат ноги плотно сжатыми, а компьютер – непосредственно на коленях.

У некоторых видов млекопитающих нормальная работа семенников может нарушаться под действием социального стресса. Крайние проявления подобного эффекта выявил специалист по физиологии поведения Дитрих фон Хольст, проводивший эксперименты на тупайях. Если двух самцов тупайи сажают в одну клетку, один из них уже через несколько часов занимает доминирующее положение, и тогда другой начинает демонстрировать проявления стресса. Чем дольше он живет рядом с доминантом, тем сильнее становятся эти проявления. Одним из первых симптомов стресса оказывается втягивание семенников из мошонки обратно в брюшную полость. Если после этого отсадить доминанта в другую клетку, семенники другого самца вскоре вновь опускаются в мошонку и снова начинают работать нормально. Однако продолжительное пребывание в одной клетке приводит вначале к прекращению выработки спермы, а затем и к физической дегенерации семенников, в результате которой подчиненный самец превращается в кастрата.

У мужчин реакции на социальный стресс не доходят до таких крайностей, и все же стресс может сказываться на работе яичек и приводить к снижению плодовитости. Широко известно, что бесплодие само по себе вызывает психологический стресс, поэтому пары, страдающие бесплодием, могут попадать в порочный круг, мешающий решить эту проблему. Кроме того, есть целый ряд данных, указывающих на то, что даже слабый психологический стресс способен приводить к снижению плодовитости у мужчин за счет падения уровня тестостерона и нарушения выработки сперматозоидов.

Как известно, одним из факторов, вызывающих сильнейший психологический стресс, может быть участие в боевых действиях. В исследовании американских ученых проводилось сравнение показателей спермы трехсот с лишним ветеранов войны во Вьетнаме и примерно такого же числа бывших солдат, не участвовавших в той войне. У ветеранов вьетнамской войны была выявлена достоверно более низкая средняя концентрация сперматозоидов с нормальной формой головки, хотя показатели подвижности сперматозоидов у обеих групп не различались. Несмотря на выявленные различия, судя по некоторым данным, у ветеранов вьетнамской войны было примерно столько же детей, сколько у мужчин, отслуживших в армии, но не участвовавших в войне. В 2008 году гинеколог Лулу Кобейсси и ее коллеги опубликовали поразительные результаты еще одного исследования,

связанного с войной. Для анализа долговременных последствий пятнадцатилетней гражданской войны в Ливане авторы работы использовали информацию, предоставленную двумя бейрутскими клиниками по лечению бесплодия. Исследователи сравнили 120 бесплодных мужчин с контрольной группой из 100 плодовитых мужчин и установили, что среди бесплодных мужчин было на 60 % больше переживших гражданскую войну и получивших какие-либо психологические травмы, связанные с войной. По мнению авторов, этот эффект мог быть вызван не только стрессом, но и с другими факторами риска, в частности с токсинами и физическими травмами, с которыми представители первой группы сталкивались во время и после войны.

В течение последних четырех десятков лет не смолкают бурные споры о том, действительно ли, как следует из некоторых пугающих данных, число сперматозоидов в эякуляте мужчин с 1950-х годов существенно снизилось. В 1974 году специалисты по мужской плодовитости Кинлох Нельсон и Реймонд Бунге исследовали образцы спермы 400 мужчин, проходивших вазэктомию (хирургическое перерезание семявыносящих протоков) в период с 1968 по 1972 год. До вазэктомии среднее число сперматозоидов в эякуляте этих мужчин составляло около 135 млн. Нельсон и Бунге обратили внимание на то, что это значение намного ниже, чем отмечавшиеся ранее средние значения того же показателя, составлявшие более 300 млн. Выявленная впечатляющая разница между новыми данными и данными предшественников заставила Нельсона и Бунге проанализировать результаты анализов спермы 400 мужчин, с 1956 по 1958 год обследовавшихся на предмет бесплодия в той клинике, где работали ученые. У четверти из этих мужчин общее число сперматозоидов в эякуляте превышало 300 млн. Тщательно рассмотрев и отвергнув другие возможные объяснения, Нельсон и Бунге пришли к выводу, что «какой-то фактор повлиял на плодовитую часть мужского населения, значительно снизив показатели, выявляемые анализом спермы».

Этот вывод наряду с другими аналогичными сообщениями вскоре был оспорен другими специалистами. Ученые, оказавшиеся в этом споре по разные стороны баррикад, исходили в своих утверждениях из данных, основанных на больших выборках, исследованных в разные времена и часто в разных местах. Прошло немало времени, прежде чем биолог Уильям Джеймс, в течение 50 лет проводивший тщательные

статистические исследования репродуктивных показателей человека, взялся проверить, действительно ли имеющиеся данные по среднему числу сперматозоидов в эякуляте мужчин демонстрируют тенденцию к снижению. Он выявил и проанализировал репрезентативный набор данных по этому показателю у случайным образом отобранных мужчин за 45 лет и в 1980 году представил результаты своего анализа в статье. Его вывод был однозначным: «Нет никаких оснований сомневаться в том, что публикуемые данные по среднему числу сперматозоидов демонстрируют снижение по меньшей мере с 1960 года».

Некоторые критики высказывали предположение, что на данные по числу сперматозоидов могли повлиять изменения используемых методов анализа спермы. Но австралийский ветеринар Брайан Сетчелл сумел убедительно исключить эту возможность. Он обратил внимание на то, что аналогичные методы широко применялись и для определения числа сперматозоидов в эякуляте сельскохозяйственных животных, так что если бы снижение этого показателя у человека объяснялось изменением методов, то соответствующее снижение должно было бы наблюдаться и у животных. По числу сперматозоидов в эякуляте коров, свиней и овец сведения имеются с начала 1930-х годов. В своей статье 1997 года Сетчелл проанализировал данные по этому показателю из трехсот с лишним публикаций, вышедших в период с 1932 по 1995 год. Ни у быков, ни у хряков достоверного снижения числа сперматозоидов выявлено не было, а у баранов было выявлено даже повышение значений соответствующего показателя, небольшое, но статистически достоверное. Из этого Сетчелл сделал следующий глубокомысленный вывод: «Судя по всему, если число сперматозоидов в эякуляте мужчин действительно снижается, его снижение должно быть связано с чем-то, не влияющим на сельскохозяйственных животных».

Данные о снижении числа сперматозоидов в эякуляте человека продолжают поступать со всего света. В двух недавних работах были приведены убедительные свидетельства того, что за последние 20 лет этот показатель существенно снизился в Израиле и во Франции. Совсем новые данные по Израилю представила в статье, опубликованной в 2012 году, группа исследователей, которую возглавляла израильская специалистка по бесплодию Ронит Хаимов-Кохман. В этой статье были приведены результаты ретроспективного анализа двух с лишним тысяч образцов, которые брали еженедельно у 58 доноров спермы в течение 15 лет, с 1995 по 2009 год. Оказалось, что среднее число

сперматозоидов в эякуляте доноров достоверно снизилось почти на 40 %: в начале анализируемого периода оно составляло более 300 млн, а в конце – около 200 млн. В итоге стало все сложнее найти доноров спермы, удовлетворяющих критериям, установленным клиниками по лечению бесплодия. Исследователи пришли к выводу, что столь резкое снижение качества спермы среди здоровых доноров может привести к закрытию действующих программ приема спермы от доноров. Во второй статье, опубликованной в том же 2012 году эпидемиологом Жоэль Ле Моаль с соавторами, аналогичное снижение концентрации сперматозоидов в сперме было выявлено по результатам масштабного исследования, проведенного среди жителей Франции. Представленные в этой работе результаты анализа, тоже ретроспективного, были основаны на данных по числу сперматозоидов в эякуляте почти 27 000 мужчин, прибегнувших к вспомогательным репродуктивным технологиям в связи с бесплодием своих партнерш. Оказалось, что за семнадцатилетний период (с 1989 по 2005 год) концентрация сперматозоидов в сперме неуклонно снижалась почти на 2 % в год. За весь исследованный период она снизилась примерно на 32 %: в 1989 году среднее число сперматозоидов в эякуляте составляло около 220 млн, а в 2005-м – меньше 150 млн.

Еще большую тревогу вызывает то, что снижение числа сперматозоидов в эякуляте, судя по всему, сопровождалось повышением частоты встречаемости аномалий мужской половой системы, в том числе крипторхизма, нарушений развития пениса и рака яичка. Эта тенденция заставляет задуматься о том, не могут ли те же факторы, которые вызывают снижение числа сперматозоидов, все сильнее сказываться и на мужских половых органах в целом. О возможности такой связи свидетельствуют данные, полученные группой исследователей из Дании, которые установили, что у датчан рак яичка встречается в пять раз чаще, а число сперматозоидов в эякуляте на 40 % ниже, чем у финнов. Резкое снижение качества спермы и повышение частоты встречаемости аномалий мужских половых органов, отмечаемое лишь в течение последних 50 лет, несомненно, связано с факторами среды, а не с генетическими изменениями.

Одна из причин споров, возникающих вокруг проблемы снижения числа сперматозоидов в эякуляте, состоит в том, что отмечаемые в разных человеческих популяциях тенденции неодинаковы. Существенно различаться могут даже довольно близко расположенные страны, например Дания и Финляндия. Этот факт тоже указывает на то,

что наблюдаемое явление вызвано факторами среды, такими как загрязнение, и некоторые данные действительно заставляют предположить, что снижение числа сперматозоидов в эякуляте определяется действием токсинов, с которыми сталкиваются жители разных районов планеты. В 2006 году акушерка Ребекка Сокол и ее коллеги опубликовали поразительные результаты исследования, проведенного в Лос-Анджелесе, жители которого шутят: «Мы не доверяем воздуху, если его не видно». Чтобы выявить возможную роль загрязнения среды, исследователи проанализировали хранящиеся в банке спермы образцы, собранные в течение трех лет у 48 доноров, неоднократно сдававших сперму. Анализ позволил установить одну отчетливую тенденцию: концентрация сперматозоидов в сперме снижалась по мере повышения уровня озона в загрязненном воздухе.

Известно и несколько других факторов среды, с которыми может быть связано снижение числа сперматозоидов в эякуляте. Например, некоторые данные указывают на то, что нарушение выработки спермы у мужчин может быть вызвано курением или злоупотреблением алкоголем их матерей во время беременности. Совсем недавно была выявлена еще одна группа возможных факторов – химикаты, широко используемые в производстве синтетических продуктов. В последнее время особое внимание привлек к себе бисфенол А (БФА) – органическое вещество, один из компонентов, применяемых в производстве поликарбонатных пластиков и эпоксидных смол. БФА входит в состав многих предметов повседневного пользования, таких как DVD, солнцезащитные очки, медицинские приборы, детали автомобилей, спортивное снаряжение и различные лакированные изделия. Термостойкие поликарбонатные пластики широко используются в изготовлении упаковок для пищевых продуктов и в нанесении защитного слоя на внутреннюю поверхность консервных банок. В настоящее время БФА входит в число 50 наиболее интенсивно производимых химикатов: к 2008 году суммарный объем его производства во всем мире превысил 5 млн тонн в год. Но вред, который может причинять это вещество, привлек внимание общественности лишь недавно. Отчет, подготовленный в 2010 году Управлением пищевых продуктов и медикаментов США, заставил задуматься о последствиях воздействия этого химиката на зародыши и маленьких детей. Канада стала первой страной, где БФА был официально признан токсичным соединением. Тревожные данные о вреде БФА для здоровья

поступают из разных источников и быстро накапливаются. В Евросоюзе по-прежнему официально считается, что соприкосновение БФА с пищевыми продуктами не представляет опасности, но в 2012 году была запущена новая программа по оцениванию рисков, связанных с использованием этого вещества. В одном можно быть уверенным: все жители промышленно развитых стран ежедневно сталкиваются с БФА, попадающим из упаковок в пищу, особенно при нагревании, и повсеместно отмечаемым в крови и моче. Особенно тревожно то, что дети в целом подвержены воздействию БФА вдвое больше, чем взрослые, а новорожденные, проходящие интенсивную терапию, – в десять раз больше. Примечательны результаты одного эксперимента, в ходе которого 77 добровольцев, студентов Гарварда, в течение всего одной недели пили холодные напитки из детских бутылочек, и концентрация БФА у них в моче выросла более чем на две трети.

В 2010 году группа китайских и американских ученых, которую возглавлял специалист по репродуктивной эпидемиологии Де-Кунь Ли, представила результаты исследования сексуальных проблем, на которые жаловались мужчины, подверженные воздействию БФА на рабочих местах. Исследователи опрашивали людей, работающих на китайских фабриках и сталкивающихся на производстве с исключительно высокими концентрациями БФА, и рабочих, не сталкивающихся на производстве с этим веществом. Тщательно проанализировав полученные данные и исключив несколько альтернативных объяснений, Ли и его коллеги установили, что работа, сопряженная с интенсивным воздействием БФА, в 4–7 раз увеличивает у мужчин риск развития нарушений в половой сфере. Эти нарушения затрагивают все аспекты мужской сексуальности: половое влечение, эрекцию, эякуляцию и половое удовлетворение. Более того, чем сильнее было суммарное воздействие БФА, которому подвергался работник, тем выше была вероятность развития у него подобных нарушений. Кроме того, мужчины, работающие на производствах с использованием БФА, уже в течение первого года работы чаще жаловались на половые расстройства, чем мужчины, работающие на других производствах. Следует подчеркнуть, что в данном случае было исследовано воздействие исключительно высоких концентраций БФА и уровень БФА в моче работников, имевших дело с этим веществом, примерно в 50 раз превышал уровень БФА в моче работников из контрольной группы.

Годом позже некоторые ученые из той же группы представили результаты другого исследования, посвященного непосредственному

сравнению качества спермы, отмечаемого у испытуемых с разным уровнем БФА в моче. Были проанализированы образцы спермы двухсот с лишним мужчин, работавших и не работавших с БФА в четырех регионах Китая. Исследование позволило выявить достоверную связь снижения качества спермы с повышением уровня БФА в моче, причем эта связь, по-видимому, не могла объясняться никакими сопутствующими факторами, не имеющими отношения к БФА. Среди тех испытуемых, у кого в моче регистрировалось наличие БФА, пониженная подвижность сперматозоидов встречалась вдвое чаще, пониженная концентрация и жизнеспособность сперматозоидов – более чем втрое чаще, а пониженное число сперматозоидов в эякуляте – более чем в четыре раза чаще, чем у испытуемых, не подверженных воздействию БФА. Эти результаты были первыми данными о том, что БФА отрицательно сказывается на качестве спермы.

Хотя внимание исследователей было в основном сосредоточено на БФА, потребляемом с пищевыми продуктами, это вещество может попадать в организм и непосредственно через кожу. Вот в чем трудность. БФА часто добавляется в бумагу для различных устройств, используемых для печати по технологии термотрансфера. В кассовых аппаратах и банкоматах эта технология широко применяется с 1970-х годов. В результате БФА стал одной из основных примесей, содержащихся во вторичной бумаге. Термобумага не всегда содержит БФА, но это вещество нередко наносят в составе защитного покрытия на одну из сторон бумаги для чеков. В 2010 году в США по заказу Рабочей группы по исследованию окружающей среды (Environmental Working Group) было проведено масштабное лабораторное исследование, которое выявило содержание высоких концентраций БФА на четырех из каждых десяти чеков, печатаемых различными ведущими компаниями и службами. Как выяснилось, общее количество БФА на чеках может в тысячу раз превышать количество этого вещества, содержащееся в других предметах, чаще обсуждаемых в связи с проблемой вредного воздействия БФА, таких как пластиковые бутылки и консервные банки. Анализы смывов показали, что БФА легко переходит с чеков на другие поверхности, а значит, несомненно, может попадать и на руки людей, которые имеют дело с чеками. За кассовыми аппаратами работают миллионы продавцов, и каждый из них может ежедневно брать в руки сотни чеков, имеющих содержащее БФА покрытие. Результаты мониторинга, проводившегося Центрами по контролю и профилактике заболеваний США, показали,

что у продавцов в организме содержится в среднем на 30 % больше БФА, чем у представителей других профессий.

Люди имеют дело с БФА довольно давно: впервые это вещество было синтезировано еще в 1891 году. Начать бить тревогу можно было уже в 1930-х годах, когда были проведены эксперименты с воздействием БФА на самок крыс с удаленными яичниками, показавшие, что БФА работает подобно стероидному гормону. Когда БФА (или любое другое из дюжины подобных веществ) скармливали крысам, лишенным яичников, это приводило к таким же изменениям в слизистой оболочке их влагалища, как когда таким же крысам скармливали эстрогены. Таким образом, уже более 70 лет известно, что БФА действует как эстроген. Однако чиновники утверждают, что действие БФА намного слабее, чем действие настоящих эстрогенов, и что это вещество быстро разлагается и выводится из человеческого организма, а значит, едва ли может представлять серьезную угрозу нашему здоровью. На сайте Всемирной группы по поликарбонатам и БФА (Polycarbonate/BPA Global Group) при Американском химическом совете утверждается, что БФА совершенно безопасен. В 2008 году этот же вывод был озвучен Управлением пищевых продуктов и медикаментов США, но конгресс благоразумно принял некоторые меры по ограничению использования БФА и обратился в Управление пищевых продуктов с просьбой рассмотреть данный вопрос повторно. Тем не менее пока никаких ощутимых мер в этом направлении принято не было. Однако нам крайне необходимо знать, как содержащиеся в окружающей среде токсины, в том числе БФА, воздействуют не только на сперматозоиды, но и на яйцеклетки и яичники, в которых яйцеклетки образуются. Чтобы в этом разобраться, для начала нужно понять, как женские половые органы и женские половые клетки сформировались в ходе эволюции. До сих пор мы говорили в этой главе преимущественно о мужской стороне размножения человека, но это была лишь прелюдия к обсуждению женской стороны, вклад которой в потомство у нас, как и у всех млекопитающих, намного больше, чем вклад мужской стороны.

Подобно мужским половым органам и сперматозоидам, женские половые органы и яйцеклетки у человека принципиально устроены так же, как и у всех других млекопитающих. С каждой стороны тела у женщин и у самок млекопитающих имеется по одному яичнику. Как и яички у мужчин (семенники у самцов млекопитающих), яичники

развиваются в тесной связи с прилегающими к ним почками, но размеры яичников меньше, чем размеры яичек. Человеческий яичник сравним по величине с миндалем, и его объем примерно в три раза меньше, чем яичко. Кроме того, яичники, в отличие от яичек, так и остаются в брюшной полости неподалеку от своего исходного положения.

Возле каждого яичника располагается воронка яйцевода – фаллопиевой (маточной) трубы, ведущей в матку. Когда яйцеклетка выходит из яичника (процесс ее выхода называют овуляцией), она попадает в воронку фаллопиевой трубы и начинает перемещаться вниз по трубе в направлении матки. Вначале яйцеклетка попадает в так называемую ампулу – отдел маточной трубы, внутренняя поверхность которого покрыта многочисленными складками. Чтобы попасть в матку, яйцеклетка должна пройти и следующий отдел маточной трубы – перешеек, внутренняя поверхность которого более гладкая. Каждую яйцеклетку может оплодотворить только один сперматозоид. Оплодотворение обычно происходит в районе границы ампулы и перешейка.

У большинства млекопитающих каждый яичник обернут особым кармашком из ткани – яичниковой сумкой. Этоместилище, из которого в брюшную полость ведет только одно небольшое отверстие, обеспечивает благополучное попадание яйцеклетки в воронку фаллопиевой трубы, откуда яйцеклетка начинает свой путь в матку. Поскольку яичниковая сумка имеется у лемуров, лори и большинства млекопитающих, не относящихся к приматам, она, вероятно, была и у общих предков всех млекопитающих. Но у долгопятов, обезьян и человека яичниковая сумка исчезла. На первый взгляд это может показаться загадочным, ведь ее утрата должна была повысить риск того, что яйцеклетка не попадет в фаллопиеву трубу и вместо этого окажется в брюшной полости.

Изредка случается, что человеческой яйцеклетке действительно не удастся попасть в фаллопиеву трубу. Если оплодотворение такой яйцеклетки все-таки происходит, зародыш развивается в брюшной полости. Развитие зародыша вне матки, которое встречается у людей примерно в одном из ста случаев, называют внематочной беременностью. Чаще всего зародыш при этом развивается в фаллопиевой трубе. Развитие зародыша в брюшной полости, вызванное тем, что яйцеклетке не удастся попасть в яйцевод, встречается намного реже, в одном из 10 000 случаев беременности. Без хирургического вмешательства это нарушение, как нетрудно

догадаться, приводит к гибели и матери, и ребенка. Успешному попаданию яйцеклетки из яичника в яйцевод должно благоприятствовать сильное давление естественного отбора. Так почему же у предков долгопятов, обезьян и людей яичниковая сумка исчезла? Ее исчезновение наверняка должно было сопровождаться развитием какого-то особого механизма, функционально заменившего яичниковую сумку.

И такой механизм, судя по некоторым данным, действительно развился. Исследователи наблюдали за ходом овуляции у макак-резусов и у женщин с помощью лапароскопа – прибора, позволяющего врачам заглядывать непосредственно в брюшную полость пациентов. Наблюдения показали, что воронка яйцевода не только тесно прилегает к яичнику, но и активно движется по его поверхности, ощупывая ее в поисках участка, где готовится произойти овуляция. Возможно, именно такие движения воронки яйцевода и взяли на себя обеспечение успешного и своевременного попадания яйцеклетки из яичника в яйцевод. Поскольку яичниковая сумка отсутствует не только у людей и макак-резусов, но и у всех представителей той группы приматов, к которой они относятся, логично предположить, что шарящие движения воронки яйцевода тоже свойственны всем ее представителям. Причем этот механизм уместен лишь в том случае, если в каждом яичнике одновременно может произойти только одна овуляция. Если бы одновременно могло происходить несколько овуляций, это сильно увеличивало бы риск того, что одна из яйцеклеток попадет не туда, куда нужно. Таким образом, самки общего предка всех обезьян и людей были, по-видимому, приспособлены к тому, чтобы вынашивать детенышей только по одному или по двое. Как мы убедимся из следующих глав, этот вывод подтверждается и рядом других данных.

С приспособлением к вынашиванию ограниченного числа детей связан и тот факт, что максимальное число яйцеклеток, которые могут развиваться за всю жизнь у каждой женщины, тоже с самого начала ограничено. Развитие яйцеклеток из клеток-предшественниц, так называемых оогониев, обычно происходит волнообразно. У самок млекопитающих, за немногими исключениями, от рождения имеется базовый запас оогониев, который в течение жизни постепенно расходуется. У человеческих зародышей женского пола число оогониев достигает максимума (около 7 млн) по прошествии примерно половины времени внутриутробного развития. К моменту рождения девочки их число уже сокращается примерно до 2 млн, а к семи годам оогониев

остается всего около 300 000, из которых лишь несколькими сотням суждено развиваться в зрелую яйцеклетку. Таким образом, число сперматозоидов в одном эякуляте мужчины в полмиллиона раз больше, чем максимальное число яйцеклеток, которые яичники женщины могут произвести за весь репродуктивный период ее жизни.

У млекопитающих сперматозоиды в разных участках семенников находятся на разных стадиях развития, но развитие яйцеклеток обычно подчиняется единому циклу, в котором сообща участвуют оба яичника. Каждая созревающая яйцеклетка (ооцит) развивается из оогония внутри группы клеток яичника – так называемого фолликула. По мере созревания ооцита фолликул увеличивается в размерах, и в конце концов у него внутри формируется полость, заполненная жидкостью. На этом этапе разросшийся фолликул перемещается к поверхности яичника, где из него сможет выйти яйцеклетка. Созревание ооцита может быть прервано на любой стадии, и тогда фолликул дегенерирует (этот процесс называется атрезией фолликулов). Даже у тех млекопитающих, у которых одновременно может происходить только одна овуляция, в том числе у человека, обычно в ходе каждого цикла сразу несколько фолликулов в обоих яичниках достигают последнего этапа созревания. Развитие одного фолликула у человека занимает больше года – почти 400 дней. К уже развивающимся фолликулам постоянно добавляются новые, так что в любой момент в каждом яичнике имеются фолликулы, находящиеся на всех стадиях развития. У человека в конце каждого цикла к последнему этапу созревания приступает сразу множество фолликулов, но какой-то неизвестный механизм в большинстве случаев обеспечивает главенство одного из них над другими. Обычно только этот главный фолликул переходит к овуляции, а все остальные дегенерируют. Однако бывает и так, что к концу цикла ни одному из фолликулов так и не удается дозреть до овуляции.

Развитием фолликулов в ходе каждого яичникового цикла у всех млекопитающих управляет фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), выделяемый гипофизом – железой размером с горошину, расположенную под головным мозгом. Сами фолликулы по мере развития вырабатывают стероидные гормоны, в том числе эстрогены. Выход яйцеклетки из зрелого фолликула (овуляция) обычно запускается резким выбросом лютеинизирующего гормона (ЛГ) – еще одного вещества, выделяемого гипофизом. После овуляции пустая оболочка фолликула превращается в так называемое желтое тело, и умеренный уровень ЛГ стимулирует выработку желтым телом прогестерона. Если зачатия не происходит,

то желтое тело какое-то время сохраняется, а затем, до начала следующего цикла, дегенерирует. Поэтому в яичниковом цикле выделяют фолликулярную фазу, в ходе которой происходит созревание фолликулов, заканчивающееся овуляцией, и лютеиновую фазу, в ходе которой после овуляции происходит формирование желтого тела.

Во время перехода от фолликулярной фазы к лютеиновой у женщин наблюдается небольшое, но отчетливое повышение базальной (ректальной) температуры, измеряемой непосредственно во влагалище, прямой кишке либо ротовой полости в покое после нескольких часов сна. Это наблюдаемое в середине цикла повышение базальной температуры всего на 0,3–0,6 °С связано с повышением уровня обмена веществ, который далее остается высоким до конца цикла. Поскольку это повышение обычно происходит вскоре после овуляции, с его помощью нередко отслеживают момент выхода яйцеклетки из яичника. Современные методы гормонального анализа намного чувствительнее и позволяют надежнее отслеживать этот момент, но и грубый метод измерения базальной температуры тоже по-прежнему используется.

Хотя базовая схема яичникового цикла одинакова у всех млекопитающих, между ними существуют принципиальные различия в том, как овуляция соотносится со спариванием (копуляцией). У некоторых млекопитающих, таких как кошки, кролики и тупайи, овуляция запускается именно спариванием, которое вызывает выброс ЛГ. Биологи называют такую овуляцию индуцированной. Если самка в течение яичникового цикла не спаривается, цикл ограничивается фолликулярной фазой: овуляции не происходит, и желтое тело не формируется. Продолжительность такого цикла невелика. Некоторым млекопитающим, например мышам, свойствен немного иной вариант подобного цикла: овуляция происходит и без спаривания, но для формирования желтого тела спаривание необходимо. Результат в обоих случаях один и тот же: желтое тело формируется лишь в том случае, если произошло спаривание. Для простоты можно не делать различий между этими вариантами и называть то и другое индуцированной овуляцией.

Индуцированная овуляция резко отличается от механизма, свойственного другим млекопитающим (в том числе людям), у которых овуляция происходит независимо от спаривания. Выброс ЛГ в ходе каждого цикла происходит под действием внутренних причин и запускает овуляцию, за которой следует формирование желтого тела.

Такую овуляцию, для которой не требуется спаривание, называют спонтанной. Яичниковый цикл, не зависящий от спаривания и всегда включающий овуляцию и формирование желтого тела, обычно продолжителен, так как в него входит как фолликулярная, так и лютеиновая фаза. Таким образом, всех млекопитающих можно разделить на тех, у кого цикл непродолжителен и зависит от спаривания, и тех, у кого он продолжителен и от спаривания не зависит.

Представителям каждой из основных групп млекопитающих обычно свойствен один и тот же тип яичникового цикла. Например, у хищных, насекомоядных, грызунов и тупай цикл обычно непродолжительный и зависит от спаривания, а у приматов, копытных, дельфинов и слонов – обычно продолжительный и от спаривания не зависит. У женщин, как и у всех других приматов, цикл включает спонтанную овуляцию, за которой автоматически следует формирование желтого тела, так что эта черта была, по-видимому, свойственна уже общему предку всех приматов, жившему более 80 млн лет назад. Средняя общая продолжительность цикла не только у человека, но и у других видов приматов обычно составляет около месяца, так что и у предков всех приматов она, по-видимому, была сравнимой.

В 1554 году 38-летняя английская королева Мария I вышла замуж за испанского короля Филиппа II. Учитывая ее возраст и положение, она была более чем заинтересована в рождении сына. Всего через два месяца один из ее врачей объявил, что королева беременна. Об этом, как утверждалось, свидетельствовали все симптомы: постепенное увеличение живота и характерная для беременных утренняя тошнота. Однако девять месяцев спустя никакого младенца не появилось на свет. Высказывалось предположение, что горькое разочарование по этому поводу и было непосредственной причиной казни, за которые Марию прозвали Кровавой. Через три года история с беременностью повторилась. На сей раз здоровье королевы оказалось подорвано, что способствовало ее преждевременной смерти.

Считается, что у королевы Марии была так называемая ложная, или истерическая, беременность – редкое явление, связанное с серьезными эмоционально-психологическими расстройствами. Зигмунд Фрейд писал в своих воспоминаниях, что самая известная его пациентка, Анна О., была ошибочно убеждена в том, что беременна от своего предыдущего психоаналитика – Йозефа Брейера. Симптомы ложной беременности могут сильно варьировать, но женщины,

страдающих этим недугом, обычно объединяет одно общее свойство: отчаянное стремление родить ребенка. В большинстве случаев ложная беременность наблюдается у женщин, которым за тридцать или за сорок. Встречается это явление крайне редко: в настоящее время в США одна ложная беременность приходится примерно на 7000 истинных. Ложная беременность может сопровождаться многими симптомами, характерными для настоящей беременности, такими как прекращение менструаций, перепады настроения, необычные желания, утренняя тошнота, увеличение и размягчение груди, рост живота, ощущение движений в матке и увеличение массы тела.

У млекопитающих с индуцированной овуляцией ложная беременность проявляется совсем по-другому. Если спаривание заканчивается оплодотворением, как обычно и бывает в естественных условиях, то выделяемый желтым телом прогестерон помогает развитию и поддержанию беременности. Если же оплодотворения не происходит, то выработка прогестерона желтым телом не приносит никакой пользы, но обычно приводит к развитию ложной беременности. Это нередко случается с кошками после спаривания с бесплодным котом. У самок таких млекопитающих ложная беременность сопровождается некоторыми изменениями, характерными для истинной беременности, такими как усиление притока крови к матке и утолщение ее внутренней слизистой оболочки. Однако на каком-то этапе организм самки понимает, что никакие детеныши у нее в матке не развиваются, и ложная беременность завершается. Когда это происходит, из матки нередко выходят кровь и отслоившиеся ткани, как при менструациях. Но между отмиранием ткани после ложной беременности и таким особым случаем, как менструация, есть принципиальная разница, о которой будет рассказано ниже.

В течение последних четырех или пяти дней яичникового цикла женщина теряет в среднем около 30 мл крови. Таким образом, количество крови, теряемой за год, составляет почти пол-литра (а у некоторых женщин и в четыре раза больше). Эти кровотечения связаны с отслоением внутренней слизистой оболочки матки, начинающимся, когда желтое тело дегенерирует и лютеиновая фаза цикла подходит к концу. Данное явление называют менструациями – от латинского *mensis* (месяц), потому что повторяется оно приблизительно раз в месяц. Термин «менструации» принято использовать применительно к видам, у которых в конце цикла

наблюдаются кровотечения, хотя некоторые авторы вносят путаницу, называя менструациями яичниковые циклы всех приматов. Продолжительный яичниковый цикл свойствен подавляющему большинству приматов, но в отношении кровотечений в конце цикла между разными приматами есть существенная разница. У лемуруров и лори таких кровотечений не наблюдается, потому что плацента не проникает в глубь внутренней оболочки матки, и эта оболочка не отслаивается у них даже в конце беременности. Менструальные кровотечения свойственны только обезьянам и человеку, причем у человека они намного сильнее выражены, чем у любых других приматов.

Менструальный цикл подробно изучен у обезьян Старого Света и у человека, но по-прежнему неясно, зачем нужны маточные кровотечения. У долгопятов, обезьян и человека, в отличие от лемуруров и лори, плацента глубоко проникает во внутреннюю оболочку матки и непосредственно соприкасается с кровеносными сосудами стенки матки. Во время лютеиновой фазы яичникового цикла с внутренней оболочкой матки происходят различные изменения. Эти изменения, в том числе резкое разрастание системы кровеносных сосудов и их значительное увеличение в размерах, готовят матку к прикреплению плаценты и поддержанию первых этапов ее развития на случай, если произойдет зачатие. Кроме того, во время лютеиновой фазы внутренняя оболочка матки (эндометрий) существенно утолщается. Если зачатие не происходит, лютеиновая фаза заканчивается менструацией. Долгие годы считалось, что менструации у людей и обезьян – это не более чем отслоение лишних тканей матки.

Но в 1993 году Марджи Профет предложила принципиально новое объяснение эволюционного происхождения менструаций, получившее широкую известность. В своей статье, которая теперь часто цитируется, исследовательница выдвинула гипотезу, согласно которой менструальные кровотечения защищают матку и яйцеводы от микробов, переносимых сперматозоидами. Эта версия казалась правдоподобной, ведь патогены, путешествующие автостопом на сперматозоидах или в семенной жидкости, могут, разумеется, представлять серьезную угрозу для женских половых путей. И все же, как показал дальнейший анализ, у этой идеи есть один принципиальный изъян. Можно было бы ожидать, что с проблемами, связанными с переносимыми сперматозоидами микробами, должны сталкиваться едва ли не все млекопитающие, а значит, и менструации должны быть свойственны им всем. Марджи Профет утверждала, что это и правда так, но ее

утверждение просто не соответствует действительности. Кроме обезьян и человека наличие настоящих менструаций достоверно установлено только у некоторых летучих мышей и необычных африканских зверьков – прыгунчиков.

Более того, естественный отбор явно должен был способствовать развитию средств защиты матки от микробов, разъезжающих на сперматозоидах. Судя по всему, одна из функций слизи, обильно выделяемой шейкой матки у млекопитающих, состоит именно в том, чтобы препятствовать попаданию в матку микробов, оказывающихся во влагалище во время копуляции. Кроме того, во влагалище обычно присутствуют лейкоциты, функция которых тоже состоит в том, чтобы бороться с проникающими внутрь микробами. Так что у нас нет никаких убедительных свидетельств того, что появление настоящих менструаций связано с противодействием микробам, которых могут переносить сперматозоиды. Эта версия представляется и вовсе нелогичной, если принять во внимание, что у людей половой акт может происходить и за четыре недели до следующей менструации. За такой продолжительный промежуток времени у микробов была бы масса возможностей размножиться и распространиться по всей матке и дальше по яйцеводам.

В настоящее время не существует общепринятого объяснения происхождения менструаций. Любая предлагаемая версия должна объяснять в том числе и существенную потерю крови, происходящую при менструациях у женщин. Вместе с 30 мл крови из организма уходит ощутимое количество железа – жизненно необходимого микроэлемента, который нередко оказывается в дефиците. Особо сильные менструальные кровотечения могут приводить к анемии или усугублять имеющийся дефицит железа. Результаты одного исследования, проведенного в Бразилии, показали, что в организме женщин, теряющих за один цикл больше 60 мл крови, могут истощаться запасы железа, а если объем кровопотери превышает 90 мл, это нередко приводит к развитию клинических проявлений анемии. Ясно, что появление и сохранение таких серьезных кровотечений должны были поддерживаться сильным давлением отбора в ходе эволюции человека, по сравнению с которым у обезьян крови при менструациях теряется значительно меньше.

Антрополог Беверли Страссманн выдвинула гипотезу, согласно которой менструации развились в ходе эволюции как адаптация, позволяющая экономить энергию. Циклическое утолщение и истончение

внутренней оболочки матки свойственно всем млекопитающим, но особенно ярко выражено у обезьян и человека. Судя по оценкам уровня потребления энергии внутренней оболочкой человеческой матки, основанным на изучении процессов, происходящих в тонких слоях ткани, к концу лютеиновой фазы этот показатель возрастает в 7 раз по отношению к своему исходному значению. По мнению Беверли Страссманн, поддержание разросшейся внутренней оболочки матки требовало бы от организма больших затрат энергии, чем требует регенерация этой оболочки в ходе каждого цикла. Исследовательница полагает, что менструальные кровотечения представляют собой побочный эффект, возникающий оттого, что количество крови, поступающей к внутренней оболочке матки, оказывается слишком большим для ее реабсорбции. Кроме того, Страссманн обратила внимание на еще один изъян гипотезы Профет: в тех обществах, где нет контрацепции, у женщин в репродуктивные годы редко бывают менструации. Эти представления подтверждаются многолетними наблюдениями исследовательницы за племенем догонов в Мали. У женщин этого племени за всю жизнь рождается в среднем около девяти детей и менструации происходят сравнительно редко, особенно в годы наибольшей плодовитости. И все же данная гипотеза, связанная с экономией энергии, не объясняет, почему у человека при менструациях теряется намного больше крови, чем у любых других приматов.

В 2009 году группа ученых, которую возглавлял гинеколог Ян Бросенс, предложила интересное новое объяснение происхождения менструаций. Зная, что настоящие менструации встречаются только у обезьян, человека и немногих других млекопитающих, исследователи обратили внимание на то, что менструации, как и беременность, сопряжены с воспалительными процессами, и предположили, что менструации служат для подготовки матки к сопряженному с беременностью глубокому проникновению плаценты зародыша в материнские ткани. Одно из достоинств этого объяснения состоит в том, что оно позволяет связать сильные кровопотери, происходящие при менструациях у женщин, с исключительно глубоким проникновением плаценты человеческого зародыша в стенку матки. Возможно, что это объяснение поможет разобраться в некоторых встречающихся у людей загадочных расстройствах менструаций и беременности.

Наконец, следует рассмотреть и еще одно возможное объяснение, хотя данных, свидетельствующих в его пользу, имеется мало.

У млекопитающих, которым свойственны настоящие менструации, сперматозоиды могут какое-то время храниться в некоторых участках половых путей самки. Отсюда напрашивается предположение, что отслоение тканей и потери крови, происходящие при менструациях, могут служить для того, чтобы в конце яичникового цикла удалять из женских половых путей старые сперматозоиды.

Общепризнано, что время, в течение которого сперматозоиды могут сохранять жизнеспособность в женских половых путях, ограничено, и у большинства млекопитающих, в том числе у человека, обычно не превышает двух дней. Но не так давно стало известно, что у человека сперматозоиды могут в немалых количествах храниться в особых кармашках внутри шейки матки – криптах. Эти крипты играют ключевую роль и в выработке слизи – водянистого геля, которому уделялось немало внимания в обсуждениях половых циклов и плодовитости человека. Где-то в середине цикла консистенция этой слизи становится разреженной, как у сырого яичного белка, и считается, что этот момент приблизительно соответствует времени овуляции.

Биофизик Эрик Одеблад выделил четыре основных типа слизи, вырабатываемой шейкой матки человека (G, L, P и S). Каждый из этих типов слизи выполняет свои функции. Разные типы слизи образуются в разных криптах, расположенных в определенных участках шейки матки, и в течение менструального цикла соотношение количеств разных типов слизи меняется. При подготовке к овуляции происходит накопление слизи типа L, препятствующей попаданию в матку аномальных сперматозоидов, а также слизи типа S, которая помогает нормально сформированным сперматозоидам находить дорогу в крипты в шейке матки. На какое-то время сперматозоиды оказываются закупоренными внутри крипт, отверстия которых закрывают слизевые пробки. Ко времени овуляции эти пробки растворяются под действием слизи типа P. Сперматозоиды выходят из крипт и могут начинать движение в сторону яйцевода. В начале цикла и во время лютеиновой фазы, следующей за овуляцией, слизь типа G образует в нижней части шейки матки перегородку, пройти через которую сперматозоидам не так-то просто.

Иными словами, в слизи, выделяемой шейкой матки, сперматозоиды могут в течение нескольких дней оставаться жизнеспособными. Специалист по репродуктивной биологии Джон Гулд продемонстрировал, что после осеменения сперматозоиды могут до 80 часов сохранять способность к оплодотворению яйцеклетки.

Более того, подвижные сперматозоиды, плавающие с нормальной скоростью, удавалось обнаружить в женских половых путях даже через пять дней после осеменения. В ходе еще одного исследования, проведенного группой, которой руководил гинеколог Майкл Зинаман, были изучены сперматозоиды, выделенные из образцов слизи, взятых у женщин через некоторое время (до трех дней) после искусственного осеменения. Большинство сперматозоидов, обнаруженных во всех образцах, оказались жизнеспособными. Исследователи пришли к выводу, что условия шейки матки позволяют поддерживать сперматозоиды в рабочем состоянии, а значит, этот отдел женских половых путей служит для хранения сперматозоидов.

О слизи, выделяемой шейкой человеческой матки, известно многое, но лишь немного известно о сперматозоидах, которые встречаются в этой слизи. О том, как именно осуществляется хранение сперматозоидов в криптах, мы знаем до обидного мало. Единственным источником сведений об этом остается знаменательная работа, опубликованная в 1980 году гинекологом Вацлавом Инслером и его коллегами. Ученые провели эксперименты с 25 женщинами, вызвавшимися участвовать в исследовании в качестве испытуемых. Всем этим женщинам предстояло хирургическое удаление матки (гистерэктомия), и они согласились за день до операции пройти искусственное осеменение. Испытуемых разделили на три группы. Девяти женщинам заранее вводили эстроген и осеменили их нормальной спермой, девяти вводили гормон, подобный прогестерону, и тоже осеменили их нормальной спермой, а семи вводили эстроген и осеменили их аномальной спермой. На следующий день после осеменения матки у испытуемых были удалены, и исследователи изучили на серийных срезах крипты с хранящимися в них сперматозоидами.

Обнаруженные крипты существенно различались по размеру, и сперматозоиды хранились преимущественно в более крупных из них, располагавшихся вдоль шейки матки. Было показано, что уже через два часа после осеменения сперматозоиды поселились в криптах по всей длине шейки матки. Инслер и его коллеги рассчитали долю крипт, содержащих сперматозоиды, и плотность сперматозоидов в криптах. Оказалось, что в матках, заранее обработанных эстрогеном, оба показателя были достоверно выше, чем в матках, обработанных гормоном, подобным прогестерону. В первом случае в криптах каждой матки хранилось до 200 000 сперматозоидов, а во втором их

максимальное число на одну матку было в четыре раза меньше. Кроме того, исследователи установили, что для хранения сперматозоидов принципиальное значение имеет качество спермы. И доля крипт, содержащих сперматозоиды, и плотность сперматозоидов оказались намного меньше в матках испытуемых, осемененных аномальной спермой. По сути, эти данные указывают на то, что сохранение сперматозоидов в криптах человеческой матки намного вероятнее во время фолликулярной фазы, когда особенно высок уровень эстрогена, и что нормальные сперматозоиды имеют больше шансов попасть на хранение в крипты, чем аномальные. Более того, Инслер и его коллеги сообщили, что им удалось обнаружить в выделенной шейкой матки слизи живые сперматозоиды даже на девятый день после осеменения. Исходя из всех этих данных, исследователи предположили, что шейка матки служит резервуаром сперматозоидов, из которого жизнеспособные сперматозоиды постепенно выпускаются, чтобы начать движение в сторону яйцевода. Такое медленное, управляемое выпускание может обеспечивать длительное выживание сперматозоидов, способных к оплодотворению.

Имеются также некоторые данные, указывающие на то, что сперматозоиды могут некоторое время храниться не только в шейке матки, но и в яйцеводе. Известно, что у людей и многих других млекопитающих сперматозоиды могут прикрепляться к внутренней оболочке яйцевода. Специалистка по репродуктивной физиологии Джоанна Эллингтон и ее коллеги изучали подобное прикрепление сперматозоидов к извлеченным из яйцевода клеткам внутренней оболочки. Исследователи установили, что сперматозоиды, плохо прикрепляющиеся к таким клеткам, демонстрируют различные аномалии, в отличие от сперматозоидов, которые остаются прикрепленными. Таким образом, прикрепление к внутренней оболочке яйцевода может служить дополнительным механизмом отбора сперматозоидов более высокого качества.

Здесь нам стоит подробнее рассмотреть ход менструальных циклов у женщин. Первым днем цикла в медицине принято считать первый день менструального кровотечения, а последним – последний день перед следующей менструацией. В научных статьях и медицинских учебниках речь обычно идет о некоем идеализированном цикле, который длится около четырех недель и в котором овуляция происходит в середине периода между двумя менструациями. Регулярные месячные циклы

с овуляцией в середине считаются нормой, а значительные отклонения от этой схемы – аномалиями. Но эта стандартная модель, предполагающая, что цикл работает «как часы», не вполне соответствует действительности и может ввести в заблуждение. На самом деле женским циклам свойственна немалая изменчивость, сама по себе тоже имеющая биологический смысл.

В своей классической статье 1967 года специалист по репродуктивной биологии Алан Трелор и его коллеги оценили характер изменчивости менструаций в течение всей жизни женщины. На протяжении первых пяти лет после первого менструального кровотечения (менархе) продолжительность цикла подвержена сильной изменчивости и в среднем больше, чем в годы наибольшей плодовитости. Затем циклы становятся более упорядоченными, а их продолжительность на протяжении примерно 25 лет постепенно уменьшается с возрастом. После этого она вновь увеличивается и ближе к концу репродуктивного периода, во время перехода к менопаузе, становится намного более изменчивой. В это время средняя продолжительность цикла составляет уже не четыре, а целых восемь недель. В период наибольшей плодовитости, с 20 до 45 лет, средняя продолжительность менструального цикла за каждый год остается довольно близкой к четырем неделям. Вместе с тем среднегодовые значения этого показателя могут существенно различаться у разных женщин, варьируя от 26 дней до 31 дня. При этом у одной и той же женщины продолжительность разных циклов может, как нетрудно догадаться, варьировать еще сильнее. Обычный диапазон этих вариаций – от трех до пяти недель, но встречаются и циклы, выходящие за рамки этого диапазона.

В другой статье гинеколог Кирстин Мюнстер и ее коллеги проанализировали изменчивость цикла у женщин в масштабе целой страны. В Дании девочкам на школьных занятиях по санитарному просвещению советуют вести календарь месячных, и исследователи попросили женщин в возрасте от 15 до 45 лет поделиться данными о своих месячных за 1988 год. За немногими исключениями продолжительность цикла у одной женщины обычно составляла от 21 до 35 дней. Однако у трети женщин максимальная разница между продолжительностью разных циклов одного года превышала 15 дней. Интересно, что циклы сильнее варьировали у представительниц более низких социально-экономических классов, заставляя предположить, что базовый уровень изменчивости может увеличиваться под действием

факторов среды. В медицинских кругах распространено убеждение, что стандартная максимальная разница между продолжительностью разных циклов у одной женщины составляет 10 дней, от 23 до 33, и многие гинекологи рассматривают бóльшую изменчивость как патологию. На этот счет исследователи пришли к следующему выводу: «Если бы это было так, это означало бы, что примерно у двух из каждых трех датчанок следовало бы заподозрить болезнь или по меньшей мере какое-то... нарушение». Необходимо помнить о том, что менструальный цикл у женщин подвержен значительным изменениям, и не удивляться тому, что он не работает как часы, то есть в строгом соответствии с моделью.

На яичниковых циклах, как и на выработке сперматозоидов, может сказываться психологический стресс. Здесь тоже поучительны результаты, полученные Дитрихом фон Хольстом в экспериментах, посвященных социальному стрессу у тупай. Если двух взрослых самок сажают в одну клетку, одна из них через несколько часов занимает доминирующее положение, а другая – подчиненное, и чем дольше они живут в одной клетке, тем более тяжелые симптомы социального стресса демонстрирует подчиненная самка. Через несколько дней у нее прекращаются яичниковые циклы, и яичники полностью отключаются. Подобные симптомы наблюдаются и у некоторых других приматов. У самок обыкновенной игрунки (одного из видов обезьян Нового Света), занимающих подчиненное положение в социальной группе, подавляется овуляция, хотя другие проявления социального стресса и не так тяжелы, как у тупай. Подавление овуляции, наблюдаемое у подчиненных самок тупай и игрунок, представляет собой адаптацию, помогающую экономить ресурсы, на всякий случай воздерживаясь от размножения до тех пор, пока социальное положение не улучшится. Для подчиненных самок безопаснее приостановить работу яичников, чем забеременеть и страдать от агрессии со стороны самок-доминантов.

Связь нарушений менструального цикла с психологическим стрессом давно отмечалась и у женщин. Множество данных косвенно свидетельствуют о том, что некоторые психологические условия могут отрицательно влиять на работу яичников. Один из ярких примеров такого влияния относится к печальным событиям Второй мировой войны. В 1941 году японцы интернировали сотни гражданок Великобритании, находившихся в Гонконге, поместив их в концентрационные лагеря. Гинеколог Энни Сиденхем, которая сама

была в числе интернированных, впоследствии сообщила, что у половины заключенных этих лагерей в возрасте от 15 до 45 лет менструации полностью прекратились, причем это произошло сразу после попадания в концлагерь, задолго до того, как на здоровье могло сказаться недоедание. Через некоторое время, от трех месяцев до полутора лет, менструации возобновлялись. Энни Сиденхем пришла к резонному выводу, что прекращение менструаций в данном случае было связано с эмоциональным шоком, вызванным войной и заключением.

Еще один убедительный пример влияния сильного стресса на менструальный цикл описан в работе 2007 года, основанной на результатах обследований женщин, недавно оказавшихся в тюрьме и приговоренных к длительному заключению. Эпидемиолог Дженифер Оллсворт проанализировала данные обследований почти 450 таких женщин репродуктивного возраста. Нарушения менструальных циклов оказались среди них обычным явлением: те или иные отклонения были отмечены почти у каждой третьей, а у одной из десяти менструаций не было в течение трех месяцев или дольше. Разумеется, многие из этих женщин получили психологические травмы задолго до того, как попали в тюрьму. Больше половины из них в детстве или в зрелом возрасте были жертвами сексуального насилия. Риск развития в заключении нарушений менструального цикла оказался почти вдвое выше среди тех женщин, у которых кто-то из родителей был алкоголиком или наркоманом, а также у тех, кто когда-либо сталкивался с физическим или сексуальным насилием. Кроме того, исследовательница обнаружила между женщинами с менструальными нарушениями и женщинами с нормальными менструальными циклами достоверные различия, касающиеся опыта беременности и родов. По среднему числу беременностей обе группы оказались близки, но среди женщин с менструальными нарушениями оказалось заметно меньше родивших хотя бы одного ребенка.

В настоящее время общепризнано, что сильный психологический стресс может вызывать нарушения менструальных циклов. Но на работу яичников могут влиять и другие факторы, такие как физические упражнения, снижение массы тела и рацион питания, поэтому связь между умеренным психологическим стрессом и более тонкими нарушениями циклических процессов, происходящих в яичниках, установить уже сложнее. Кроме того, вполне возможно, что яичниковые циклы меняются и в зависимости от времени года, что еще больше

усложняет интерпретацию наблюдаемых у женщин циклов. В сезонные явления следует вникнуть и для того, чтобы понять происхождение менструального цикла и глубже разобраться в механизмах зачатия и во всем репродуктивном цикле человека.

Глава 2

Циклы и сезоны

Эволюция происходит в естественных местообитаниях, поэтому именно там следует искать истоки поведенческих и физиологических особенностей, в том числе сезонных и циклических явлений, свойственных всем видам животных. В 1968 году мне впервые довелось наблюдать половое поведение приматов в природе и наглядно убедиться в его сезонном характере. Исследования, которые я проводил до этого, показали, что серые мышинные лемуры (крошечные существа весом всего около 60 г) обладают многими признаками общего предка всех приматов, в том числе и человека. Понаблюдав за некоторыми основными особенностями размножения серых мышинных лемуров в неволе, в колонии, которую я создал в Университетском колледже Лондона, я поехал на Мадагаскар, чтобы изучать этих миниатюрных приматов в природе.

В результате мне удалось составить общее представление о ходе размножения этого вида в его естественной среде обитания. Взрослые самки одна за другой становятся способны к спариванию в конце сентября – начале октября. Большинство из них сразу беременеют и приносят потомство в конце ноября – начале декабря, после примерно двухмесячной беременности. Когда приближается брачный период, семенники у самцов увеличиваются в размерах и к началу спаривания оказываются в 10 раз больше, чем были. Я убедился, что сезон размножения серых мышинных лемуров в одном и том же месте приходится из года в год на одно и то же время, как уже было показано другими исследователями, изучавшими этих приматов в природе. Когда я вернулся на Мадагаскар в 1970 году, чтобы продолжить свои исследования в том районе, все этапы размножения серых мышинных лемуров наблюдались точно в те же сроки.

Отсюда возникает закономерный вопрос: почему данный вид из года в год приносит потомство в одно и то же время и что заставляет самцов и самок спариваться за два месяца до этого? Ключ к ответу на этот вопрос виделся мне в том, что потомство серых мышинных лемуров появляется на свет в сезон дождей, который начинается на Мадагаскаре в ноябре, а заканчивается в апреле. Кроме того, именно

этот период на Мадагаскаре самый жаркий, поэтому с самого начала я полагал, что на время размножения лемуров должны влиять или осадки, или температура.

Но какое отношение все это имеет к репродуктивным циклам человека? Распространено мнение, что нормальное состояние для женщин – это регулярные менструальные циклы, время от времени прерываемые беременностью. Но если посмотреть на самок приматов в природе, можно убедиться, что у них беременности редко предшествует большое количество циклов. За беременностью обычно следует выкармливание детеныша, и после его окончания до начала следующей беременности обычно проходит лишь несколько яичниковых циклов. Мои исследования серых мышинных лемуров на Мадагаскаре показали, что у самок этого вида зачатие обычно происходит в течение первого же цикла брачного периода. После двухмесячной беременности и рождения детенышей у самки есть еще один шанс зачать потомство до конца сезона размножения, который завершается в марте. Таким образом, у самки обычно бывает не более двух яичниковых циклов и двух беременностей в год. У половозрелых самок макак маготов, высших приматов, за которыми я наблюдал на Гибралтаре, каждый год обычно бывает один или два яичниковых цикла и одна беременность. Как и у мышинных лемуров, зачатие у большинства плодовых самок происходит в течение первого или второго яичникового цикла во время брачного периода, который приходится на осень. Весной, после шестимесячной беременности, наступают роды, и до следующей осени макаки уже не спариваются.

У человека, в отличие от приматов со строго сезонным размножением, таких как мышинные лемуры и макаки маготы, дети рождаются круглый год. Тем не менее в обществах охотников и собирателей, не имеющих доступа к противозачаточным средствам, женщины на протяжении значительной части жизни обычно либо беременны, либо кормят младенца. В этих обществах каждой новой беременности у женщины в большинстве случаев предшествует лишь несколько менструальных циклов. Антрополог Беверли Страссманн, исследовавшая в Западной Африке племя догонов, обитающих в деревнях на центральном плато Мали, показала, что за всю жизнь у женщин этого народа в среднем проходит около сотни менструаций. Имеющиеся у нас данные о доиндустриальных обществах свидетельствуют о том, что жизнь женщин в таких обществах протекала примерно так же, как и в деревнях догонов: беременности следовали

одна за другой, время от времени перемежаясь менструальными циклами. В современных промышленно развитых обществах дела обстоят совсем иначе: в среднем у женщин бывает намного меньше беременностей и в течение всей жизни происходит около 400 менструаций. Но эволюция явно приспособила женщин к тому, чтобы большую часть времени либо вынашивать ребенка, либо кормить его грудью. Что это означает для современных женщин?

Принцип действия противозачаточных таблеток состоит в том, что они препятствуют овуляции, но в остальном поддерживают обычный ход менструального цикла. В основе этого принципа лежит представление о естественности для женщин долгой череды менструальных циклов, хотя на самом деле значительно более естественно много беременностей лишь с небольшим числом циклов в промежутках между ними. Вместе с тем у человека, в отличие от большинства других млекопитающих, зачатие может происходить в любое время года, а значит, возможность того, что у женщин несколько яичниковых циклов будут следовать один за другим, на самом деле больше. Учитывая это, можно предположить, что самыми эффективными противозачаточными таблетками окажутся такие, которые будут вызывать менструацию время от времени, но не после каждого цикла, подобно тому, что происходит в природе.

Люди занимаются сексом и способны к зачатию на протяжении всего года, но не свойственны ли и нам какие-то сезонные изменения, на первый взгляд не заметные? В литературных произведениях, например в стихотворении Теннисона «Локсли-холл», нередко можно встретить утверждение, что по весне юные умы особенно чутки «к любовной грезе». К сожалению, ни стихи, ни народная мудрость не скажут нам, в равной ли степени это присуще юным умам мужского и женского пола. В научной литературе, в свою очередь, имеется немало данных, указывающих на то, что рождаемость у человека обычно имеет сезонную динамику, достигая в определенное время года максимума, а затем, примерно шесть месяцев спустя, отчетливо снижаясь до минимума. Анализ сведений о датах рождения детей, собранных в разных районах Северного полушария в те времена, когда надежные методы контрацепции еще не применялись повсеместно, свидетельствует о том, что максимальная рождаемость обычно наблюдалась весной, хотя есть немало исключений из этого правила. В промышленно развитых обществах на сезонную динамику

рождаемости влияют особенности стиля жизни современного человека. Примечательно, что, судя по некоторым данным, даже в таких обществах сезонные изменения рождаемости в какой-то степени сохраняются.

Не стоит, исходя из данных о сезонных изменениях рождаемости, спешить с выводами о сезонных изменениях частоты половых актов. Вполне можно предположить, что сезонным изменениям подвержена только вероятность зачатия, в то время как частота половых актов остается постоянной. Но как бы там ни было, оценка Теннисона была, кажется, очень далека от истины. Учитывая, что беременность у человека длится около девяти месяцев, максимальная рождаемость весной должна соответствовать максимальной частоте зачатий (и, быть может, половых актов), приходящихся на середину лета.

Бельгийский ученый-энциклопедист Адольф Кетлэ, внесший ощутимый вклад в астрономию, математику, статистику и социологию, одним из первых отметил сезонные изменения рождаемости у человека. Сегодня Кетле особенно известен как разработчик индекса массы тела (индекса Кетле), который в незначительно измененном виде по-прежнему используется в современных исследованиях, касающихся индивидуального развития человека. В своем трактате о рождаемости и смертности, вышедшем в 1869 году в Брюсселе, Кетле проанализировал данные о рождаемости в Нидерландах за 12 лет, с 1815 по 1826 год. На приведенных им графиках можно видеть отчетливый пик в феврале – марте, глубокий провал в июле и второй небольшой пик в сентябре – октябре. Кетле отметил, что сезонная динамика рождаемости намного сильнее выражена в деревнях, чем в городах, и связал это с различиями температуры окружающей среды. Данные, полученные в Южном полушарии, убедили Кетле в том, что сезонные изменения рождаемости у человека определяются изменениями в положении солнца на небе. С тех пор, особенно начиная с 1990-х годов, было получено множество новых данных об изменениях рождаемости в течение года.

Одной из вех на пути изучения сезонной динамики рождаемости у человека стала классическая монография географа Элсуорта Хантингтона «Сезон рождения» (The Season of Birth), вышедшая в 1938 году. Хантингтон, географ, 40 лет проработавший в Йельском университете, изучал реакции людей на климатические факторы и выявил множество сезонных явлений в жизни человека. Он был одним из ведущих представителей школы, учившей, что на человеческое

поведение напрямую влияют физические факторы окружающей среды. Предметом особого интереса Хантингтона было влияние месяца рождения на способности и достижения людей.

Поворотным этапом в изучении природы подобных явлений стала публикация в 1966 году трех статей биолога Урсулы Каугилл, как и Хантингтон много лет проработавшей в Йеле. Исследовательница изучила записи о рождениях в человеческих популяциях разных уголков мира и убедительно продемонстрировала, что сезонная динамика рождаемости наблюдается почти повсеместно. Интересно, что в разных регионах пики и спады рождаемости отмечались в разное время года. Каугилл показала, что динамика рождаемости в Южном полушарии обычно находится в противофазе по отношению к динамике, наблюдаемой в Северном полушарии. Она сделала вывод, что сезонные изменения рождаемости определяются прежде всего местными климатическими условиями, на которые накладывается влияние культурных особенностей.

Урсула Каугилл предположила, что на частоту зачатий может влиять температура окружающей среды. Кроме того, она отметила, что в урбанизированных и индустриализованных районах наблюдаются выраженные в разной степени отклонения от обычной сезонной динамики рождаемости. В качестве одного из примеров таких отклонений исследовательница привела данные о крещении младенцев в английском городе Йорке с 1538 по 1812 год. Первые два столетия, с 1538 по 1752 год, наблюдаемая динамика была аналогична той, которую описал Кетле для Нидерландов в XIX веке. Каждый год наблюдалось два отчетливых пика: один с февраля по апрель, а другой – с сентября по ноябрь. Однако после 1752 года колебания рождаемости стали намного слабее и сезонная динамика рождаемости начала приближаться к современной.

За основополагающими трудами Урсулы Каугилл последовали многочисленные публикации, посвященные сезонной динамике рождаемости у человека. Среди них особенно примечательны работы, демонстрирующие поразительное сходство изменений этой динамики, наблюдавшихся в нескольких европейских странах в течение XX века. В одной из таких работ, опубликованной в 2007 году, группа исследователей, которой руководил биолог Рамон Канчо-Кандела, провела анализ впечатляющего объема данных о рождениях более 33 млн детей в Испании за 60 лет, с 1941 по 2000 год. Результаты анализа показали, что в течение этого периода сезонные колебания рождаемости

постепенно ослабевали и в конце концов сошли на нет. Вначале налицо были два пика: большой в апреле и поменьше в сентябре, но после 1970 года динамика начала меняться, оба пика постепенно становились менее выраженными, пока наконец в 1990-х годах не исчезли совсем. Итак, результаты нескольких исследований свидетельствуют о том, что в европейских человеческих популяциях динамика рождаемости первоначально характеризовалась присутствием главного пика весной и второстепенного – осенью. Однако в течение прошлого столетия эта динамика становилась менее выраженной и иногда менялась на иную.

В 1994 году демографы Дэвид Лэм и Джеффри Майрон сделали вывод о том, что, хотя динамика рождаемости и может меняться, «выраженная и устойчивая динамика рождаемости наблюдается практически во всех человеческих популяциях». Биолог Франклин Бронсон пришел к похожему выводу и проанализировал целый ряд факторов среды, которыми может быть вызвано это явление, в частности, сезонные изменения температуры и рациона питания. Он отметил, что на овуляцию, по-видимому, влияет степень доступности пищи, зависящая от времени года. Недоедание или чрезмерные траты энергии на добывание пищи могут задерживать половое созревание и уменьшать частоту овуляций. В районах с жарким климатом сезонные повышения температуры могут также подавлять выработку сперматозоидов в степени, достаточной для снижения вероятности зачатия, хотя не исключено, что это относится только к тем мужчинам, которые носят одежду, препятствующую охлаждению мошонки. Кроме того, высокие температуры в жаркое время года могут подавлять овуляцию и уменьшать вероятность выживания зародышей на ранних стадиях развития. Также высказывалось предположение, что снижение частоты зачатий в самые жаркие месяцы может быть связано с пониженной половой активностью. Короче говоря, предлагалось немало разных объяснений свойственных человеческим популяциям сезонных изменений рождаемости.

Неудивительно, что многие исследователи пытались связать сезонные явления в размножении человека непосредственно с сезонными изменениями тех или иных факторов среды. Но пытаться объяснить такие явления, исходя из косвенных доказательств, полученных при изучении человеческих популяций, нужно с исключительной осторожностью. Ученые всегда ищут в своих данных закономерности, но это лишь первый шаг на долгом пути к пониманию механизмов

наблюдаемых явлений. В идеале любые идеи о таких механизмах нужно проверять экспериментально, но при изучении биологии человека это обычно невозможно. А значит, нужно проявлять особую осмотрительность, чтобы не делать утверждений на основании предварительных и неоднозначных статистических данных. Один мой коллега очень точно заметил: «Есть два типа антропологов: те, кто разбирается в статистике, и те, кто не разбирается».

Главная проблема здесь в том, что нередко может показаться, будто причинно-следственная связь есть там, где ее на самом деле нет. Возьмем, к примеру, график, показывающий связь между размером мозга и размером тела у разных млекопитающих. Из этого графика видно, что с увеличением размеров тела увеличиваются и размеры мозга. Специалист по статистике сказал бы, что размер мозга коррелирует с размером тела. Но существует несколько возможных объяснений этой корреляции. Самое очевидное состоит в том, что при большем размере тела размер мозга будет больше. Но некоторые ученые высказывали предположение, что мозг служит своего рода регулятором темпов развития, поэтому возможно также, что как раз размер мозга влияет на размер тела. Вместе с тем между размерами мозга и размерами тела возможна и та или иная обратная связь, благодаря которой они увеличиваются согласованно. Хуже того, наблюдаемая корреляция размеров мозга и размеров тела может быть связана с зависимостью обоих показателей от некоего третьего фактора – общей причины, вообще не представленной на графике. В статистике такую общую причину называют вмешивающимся фактором.

Британский специалист по статистике Джордж Удни Юл, выдающийся ученый-новатор и автор классического учебника «Введение в теорию статистики», считается первым, кто привел знаменитый пример работы вмешивающегося фактора. Приятно, что этот пример касается именно размножения человека. Юл отметил, что число младенцев, рождающихся в деревнях в Эльзасе (на северо-востоке Франции), коррелирует с числом аистов, гнездящихся там же: чем больше в деревне аистов, тем больше детей там рождается каждый год. Хотя у нас и может возникнуть соблазн увидеть в этой корреляции доказательство того, что детей действительно приносят аисты, на самом деле все объясняется намного банальнее. Обычно чем больше деревня, тем больше в ней домов с трубами, на которых аисты могут вить гнезда, а кроме того, разумеется, тем больше детей в ней рождается каждый год. Вмешивающимся фактором здесь оказываются размеры

деревни. Разобраться в этом случае, как и во многих других, помогает сравнительный подход. Ареал аистов ограничен, и нам нужно обратиться к данным о рождаемости в тех деревнях, где аисты не встречаются. Ясно, что если и в таких деревнях рождаются дети, то вывод о причинно-следственной связи между аистами и появлением детей ошибочен.

К размножению человека относится и немало других примеров корреляции, которую принимали за доказательство причинно-следственной связи. Одно из подобных заблуждений возникло из наблюдения, что женщины, у которых не бывает менструаций, не могут забеременеть. Исходя из этого, люди еще в древности пришли к убеждению, что между менструациями и беременностью существует прямая причинно-следственная связь. Жители западных стран придерживались этого убеждения до 1930-х годов. Причиной беременности издревле считалось смешение спермы с менструальной кровью. Поэтому люди думали, что именно во время менструаций и происходит зачатие. Эти представления сохранялись и долгое время после того, как стало ясно, что для зачатия необходимо оплодотворение яйцеклетки сперматозоидом: люди ошибочно считали, что овуляция происходит именно во время менструаций. В результате женщинам долгое время советовали избегать секса во время менструаций и считать середину цикла «безопасным периодом». Эти советы диаметрально противоположны тем, что стали давать женщинам после 1930-х годов. Другой пример напрямую связан с сезонными явлениями. Одно исследование показало, что и частота зачатий, и продажи противозачаточных средств достигают максимума летом. На первый взгляд может показаться, будто противозачаточные средства действительно увеличивают вероятность зачатия, но на самом деле это лишь еще одно проявление общего правила, согласно которому динамика разных показателей, меняющихся со временем, может случайно совпадать.

Не только Кетле, Хантингтон и Каугилл, но и многие другие исследователи пытались связать сезонную динамику размножения человека с сезонными изменениями различных факторов среды. Одной из самых популярных была версия, объясняющая эту динамику перепадами температуры, принимая во внимание, как чувствительны яички к нагреванию. Однако в любом районе Земли сезонные изменения температуры остаются из года в год довольно постоянными, так что

температурой окружающей среды нельзя объяснить отмечаемые исследователями перемены в сезонной динамике рождаемости. Еще одно похожее объяснение, которое тоже часто приводится, связывает рождаемость с уровнем осадков. Но существует и принципиально иная возможность. Не исключено, что сезонные ритмы размножения выработались в ходе эволюции как приспособление к среднегодовым изменениям условий окружающей среды. В этом случае наблюдаемая динамика может определяться внутренними факторами, а не непосредственным влиянием внешних условий. Как отмечал физиолог Ален Рейнберг, ритмическая активность – одно из фундаментальных свойств всех живых организмов, от одноклеточных до человека.

В свое время, когда исследования внутренних биологических часов еще только начинались, мне представилась уникальная возможность больше узнать об этом предмете. В середине 1960-х, когда я учился в аспирантуре и исследовал поведение тупай в институте Общества Макса Планка в поселке Зеевизен в Германии, неподалеку, в поселке Андекс, располагался другой институт того же общества, где проводились новаторские исследования внутренних часов, позволяющих животным следить за временем. Важнейшая разновидность таких часов, имеющаяся даже у одноклеточных, управляет динамикой активности и биологических процессов в ходе суточных циклов. Продолжительность так называемых циркадных (суточных) ритмов составляет около 24 часов. Этот внутренний механизм определяет временные рамки различных процессов приблизительно, а более точная настройка происходит под влиянием сигнальных факторов среды, в первую очередь наличия или отсутствия естественного освещения.

Научно-исследовательский институт в Андексе возглавлял врач и физиолог Юрген Ашофф, один из основателей науки о внутренних часах – хронобиологии. Под его руководством группа исследователей, в которую входил орнитолог Эберхард Гвиннер, для изучения механизмов суточных ритмов провела ряд экспериментов на млекопитающих и птицах. Одно из самых поразительных открытий, сделанных в ходе этих ранних исследований, состояло в том, что, если исключить сигнальные факторы среды, суточные ритмы животных сохраняются, но могут на несколько часов отклоняться в ту или иную сторону от стандартного 24-часового периода. Например, у животного может наблюдаться не зависящий от внешних факторов цикл, период

которого составляет около 26 часов. Иными словами, для поддержания 24-часового ритма внутренним часам требуются сигналы извне. Работа этих часов немного напоминает работу не очень точных старинных часов с гириями, которые приходится каждое утро и каждый вечер подводить, чтобы они показывали правильное время. Любой, кому доводилось страдать от последствий дальних перелетов через несколько часовых поясов, в результате чего происходит резкий сдвиг такого важнейшего сигнального фактора, как естественное освещение, знает, как дорого нам приходится платить за вмешательство в работу своих внутренних часов.

В Андексе изучали не только животных, но и людей. Проведя ряд экспериментов на самом себе, Ашофф набрал добровольцев из числа студентов, согласившихся провести определенный срок (до четырех недель) в одиночестве в специальном подземном бункере, устроенном так, чтобы туда не проникали никакие сигналы извне. Перед началом эксперимента каждый испытуемый сдавал все свои часы, после чего получал возможность самостоятельно регулировать собственную активность, включая и выключая свет. Чтобы не получать никаких сигналов о времени от обслуживающего персонала, участники эксперимента сами готовили себе пищу. Кроме того, каждому из них выдавали на каждый день по одной бутылке особо крепкого пива «Андекс», сваренного в местном монастыре. Пока испытуемый находился в бункере, его внутренние часы шли независимо от внешних условий. Эксперименты позволили установить, что у человека, как и у животных, продолжительность цикла сна и бодрствования в условиях изоляции обычно отличается от стандартных 24 часов, иногда даже на несколько часов. Средняя продолжительность определяемых внутренними часами суточных циклов, наблюдавшихся у испытуемых в бункере Ашоффа, составляла около 25 часов.

Помимо внутренних часов, управляющих суточным циклом, у долгоживущих животных и растений имеются и другие внутренние часы, отвечающие за годичный цикл. Для исправной работы этих часов тоже необходимы внешние сигналы. Установлено, что во многих случаях ключевым сигналом для внутренних часов годичного цикла служат изменения продолжительности светового дня. Этот показатель, то есть продолжительность времени от рассвета до заката, меняется в течение года постоянным, предсказуемым образом и позволяет надежно определять текущую фазу каждого времени года. Но использование длины светового дня для подведения годичных

биологических часов может быть сопряжено с одной трудностью: годовые изменения этого показателя зависят от географической широты. В высоких широтах диапазон таких изменений составляет несколько часов, в то время как в низких, ближе к экватору, изменения едва заметны. В Северном полушарии продолжительность светового дня достигает максимума в конце июня, а минимума – в конце декабря. Например, в Чикаго самый долгий световой день, день летнего солнцестояния, длится более 15 часов, а самый короткий – день зимнего солнцестояния – около 9 часов, так что диапазон годовых изменений составляет более 6 часов, в то время как на экваторе его продолжительность лишь несколько минут. В связи с этим в тропических широтах продолжительность светового дня намного сложнее использовать для регуляции фаз годового цикла. Годовому циклу было посвящено меньше экспериментальных исследований, чем суточному (ведь исследования годового цикла занимают годы, а не месяцы), результаты целого ряда экспериментов показали, что у животных в отсутствие такого сигнала извне, как естественная продолжительность светового дня, обычно наблюдается независимый от внешних условий цикл, определяемый внутренними часами и длящийся около года.

Среди млекопитающих очень широко распространено сезонное размножение – от круглогодичного с умеренным пиком в определенное время до ограниченного строго определенными периодами. У многих видов время спаривания, зачатия и рождения детенышей связано с годовым циклом изменений продолжительности светового дня. В таких случаях определенная фаза этого цикла вызывает развитие семенников у самцов и начало половой активности у самок. Особенно наглядно эта зависимость проявляется, разумеется, у тех видов, у которых период размножения строго ограничен. Среди приматов это особенно характерно для мадагаскарских видов лемуров. В нескольких случаях в лабораторных условиях были получены прямые доказательства влияния продолжительности светового дня на размножение. Это относится, в частности, к моим собственным исследованиям, которые я проводил в Университетском колледже Лондона, опираясь на данные о биологических часах, полученные в Андексе. В ходе этих исследований мне удавалось управлять временем размножения серых мышинных лемуров с помощью специальных световых часов, задававших изменения искусственного светового дня, похожие на естественные изменения светового дня на Мадагаскаре.

Удлинение светового дня служит у мышинных лемурув сигналом к началу брачного периода, и я просто устанавливал световые часы так, чтобы лемуры начинали размножаться именно тогда, когда это было мне удобно для проведения наблюдений. Однажды мне даже удалось уменьшить интервал между двумя сезонами размножения, сократив длину годового светового цикла до девяти месяцев.

Оказывается, чтобы узнать, определяется ли начало сезона размножения у того или иного вида млекопитающих продолжительностью светового дня, можно и не проводить многолетние эксперименты. Есть и более простой способ, связанный с закономерными следствиями вращения Земли вокруг своей наклонной оси одновременно с вращением вокруг Солнца. В Северном и Южном полушариях продолжительность светового дня меняется в течение года одинаково, но в противофазе, так что в Южном полушарии она достигает минимума в конце июня, а максимума – в конце декабря. В связи с этим, если перевезти млекопитающих, у которых размножение зависит от светового дня, из одного полушария в другое, их брачный период сдвигается на полгода. Ценные сведения о таких сдвигах можно извлечь из записей, которые ведут сотрудники зоопарков, регистрируя сроки размножения животных в неволе.

Однако изменения продолжительности светового дня служат лишь сигналами о времени года и сами по себе не определяют сроки размножения. Высказывались предположения, что первостепенное значение в определении этих сроков имеет время спаривания, беременности, родов и выкармливания детенышей молоком. Но мои исследования сезонного размножения у лемурув показали, что между разными видами наблюдаются значительные различия в сроках спаривания, беременности и родов. У крупных видов беременность и выкармливание продолжительнее, чем у мелких. Самые крупные лемуры спариваются, вынашивают детенышей, производят их на свет и даже начинают выкармливать в течение засушливого периода, когда пищевые ресурсы ограничены, а световой день сравнительно короток. Единственный общий для всех лемурув фактор, который мне удалось выявить, состоял в следующем. У всех видов роды происходят в такие сроки, которые позволяют детенышам перейти с питания молоком к самостоятельному питанию и накопить до окончания сезона дождей достаточно ресурсов, чтобы выжить в непростых условиях наступающего засушливого периода. Вполне возможно, что для выживания потомства ключевое значение имеет именно переход

к независимому существованию за достаточно долгое время до начала периода нехватки пищи. Наблюдения за другими приматами показывают, что их сроки размножения в целом согласуются с этим объяснением, хотя у самых крупных видов, таких как человекообразные обезьяны и человек, у которых кормление потомства молоком длится не месяцы, а годы, связь сезонной динамики размножения с пищевыми ресурсами далеко не столь очевидна.

О сезонной динамике размножения можно многое узнать, изучая наших родственников-приматов. В течение многих десятков лет стандартным подопытным животным, используемым в медицинских исследованиях для сравнения с человеком, был макак-резус – краснолицый обитатель азиатских джунглей. Этот вид имеет в природе огромный ареал, простирающийся от восточного Афганистана и северной Индии до Таиланда и южного Китая. Было время, когда резусов для исследований было легко раздобыть и их в больших количествах ввозили в США и Европу. Основная масса данных о размножении приматов, использовавшихся для сравнения с репродуктивными особенностями человека, была получена благодаря изучению этого вида. В течение многих лет, когда речь шла о человеке и других приматах, под другими приматами подразумевались прежде всего макаки-резусы.

В том, что резусы стали модельным объектом для изучения свойственных человеку репродуктивных механизмов, главную роль сыграл биолог Карл Хартман. Его классическая монография о размножении резусов, опубликованная в 1932 году, остается востребованной и по сей день. В 1938 году, вскоре после того, как Хартман начал свои исследования колонии резусов, содержащейся в неволе, на необитаемом острове Кайо-Сантьяго площадью 15 га, у юго-восточного берега Пуэрто-Рико, были выпущены около 400 макак. Эту живущую на воле, но снабжаемую пищей колонию поддерживают до сих пор, и она служит источником сведений о поведении и размножении резусов в природе.

Резусов, выпущенных на Кайо-Сантьяго, привез из северной Индии психолог Кларенс Рэй Карпентер, выдающийся исследователь поведения приматов в природе. Вскоре живущие на острове обезьяны разделились на группы, за которыми с тех пор ведется непрерывное наблюдение. В 1942 году Карпентер сообщил о том, что у резусов на Кайо-Сантьяго наблюдается сезонное размножение, хотя прошло несколько лет, прежде

чем сезонная динамика сделалась постоянной. В течение брачного периода у взрослых самок проходит ряд менструальных циклов, каждый из которых включает приблизительно 9-дневный период готовности к спариванию. Ссылаясь на сведения, полученные от торговцев животными из Калькутты, Карпентер отмечал, что в естественной среде обитания, в Индии, у резусов тоже наблюдается трехмесячный брачный период. Впоследствии эти сведения были подтверждены результатами многолетних полевых исследований.

На Кайо-Сантьяго как у самцов, так и у самок резусов наблюдаются сезонные изменения репродуктивных признаков. В 1964 году антрополог Дональд Сейд обнаружил, что семенники самцов резусов, живущих на острове, достигают максимальных размеров в брачный период, а к периоду рождения потомства становятся намного меньше. В следующем, 1965 году, Дональд Сейд и Клинтон Конауэй продемонстрировали, что выработка сперматозоидов у этих самцов тоже имеет сезонную динамику, достигая пика во время брачного периода, который приходится на осень. Другие исследования показали, что яичниковые циклы у резусов на Кайо-Сантьяго наблюдаются только с июля по январь, а активное спаривание происходит в сентябре и октябре. Такая же сезонная динамика сохраняется у живущих на острове резусов и сегодня. Судя по имеющимся данным, сезонная динамика размножения резусов, живущих в искусственно поддерживаемых колониях на воле или в вольерах, довольно похожа на ту, что свойственна этому виду в его естественной среде обитания, в Индии.

Для понимания природы наблюдаемых сезонных явлений важно знать, сохраняется ли сезонная динамика размножения резусов и при содержании в неволе, в стандартных лабораторных условиях. Оказывается, сохраняется. Карл Хартман еще в 1931 году сообщил о том, что у содержащихся в неволе резусов ярко выражена сезонная изменчивость частоты зачатий, а овуляции в определенное время года почти полностью прекращаются. Специалисты по репродуктивной биологии Ричард Майкл и Барри Кеверн впоследствии показали, что и в других лабораторных колониях резусов наблюдается пик рождаемости в марте и апреле. В своей собственной колонии они отмечали у самцов повышенную частоту эякуляций с ноября по январь, с отчетливым пиком в декабре, и намного более низкую с февраля по май. Такое сохранение сезонной динамики при содержании в неволе противоречит объяснению этого явления непосредственным влиянием

факторов среды. И все же важно отметить, что на сезонную динамику, описанную Майклом и Кеверном, могли влиять изменения продолжительности светового дня. Хотя температуру, при которой содержались обезьяны, в ходе исследования поддерживали на почти постоянном уровне, а искусственное освещение неизменно включали на 14 часов, летом световой день оказывался длиннее за счет естественного освещения, с середины июня по середину июля – на довольно длительное время, до двух часов.

Вполне возможно, что на сезонной динамике размножения, исследованной Майклом и Кеверном, могли сказаться изменения продолжительности светового дня. Хартман со свойственной ему проницательностью еще в 1932 году обратил внимание на сообщения сотрудников австралийских зоопарков о том, что период рождения потомства у макак-резусов начинается на полгода позже, чем в Северном полушарии. Чтобы разобраться в этом, психолог Крейг Билерт в сотрудничестве с Джоном Ванденбергом изучил сезонную динамику рождаемости у резусов, содержащихся в зоопарках не только Австралии, но также в ЮАР и Новой Зеландии. Исследователи ожидали, что в Южном и Северном полушариях пик рождаемости будет наблюдаться со сдвигом на полгода. Так и оказалось: в зоопарках Южного полушария резусы спаривались преимущественно с марта по август, а рожали детенышей в большинстве случаев с октября по январь.

Но что происходит, когда продолжительность светового дня остается в течение года совершенно неизменной? Специалисты по репродуктивной биологии Джин Уикингс и Эберхард Нишлаг изучили этот вопрос экспериментально на взрослых самцах резуса, в течение приблизительно четырех лет содержавшихся отдельно от самок в строго постоянных лабораторных условиях, без изменений освещенности, влажности и температуры. Размеры семенников, их внутренняя структура, интенсивность выработки сперматозоидов, уровень тестостерона и частота эякуляций – все эти параметры демонстрировали отчетливую сезонную динамику, достигая пика в осенние и весенние месяцы. Сохранение подобной динамики у обезьян, изолированных от любых воздействий внешней среды, свидетельствует о том, что у них действительно имеется внутренний механизм регуляции годичного репродуктивного цикла. Таким образом, сезонным размножением у макак-резусов управляют внутренние часы, тонкая настройка которых обеспечивается изменениями

продолжительности светового дня.

Но можно ли здесь провести какие-либо параллели с человеком, учитывая, что резусам свойствен вполне определенный сезон размножения, а не просто пик рождаемости в то или иное время года? Данные Урсулы Каугилл свидетельствуют о том, что сезонная динамика рождаемости в человеческих популяциях Северного и Южного полушарий сдвинута на полгода. Пик рождаемости на севере и на юге наблюдается весной, то есть на юге он происходит тогда, когда на севере осень. Это заставляет предположить, что сезонные изменения рождаемости у человека тоже, как и у резусов, связаны с изменениями продолжительности светового дня. Это предположение подтверждается еще и тем фактом, что в человеческих популяциях, живущих близко к экватору, где продолжительность светового дня меняется в течение года лишь незначительно, сезонная динамика частоты зачатий и рождаемости ослаблена или отсутствует. Результаты одного глобального по масштабу исследования показали, что в более высоких широтах сезонная динамика рождаемости у человека выражена сильнее. Корреляция степени выраженности сезонной динамики с географической широтой, судя по всему, исключает возможность того, что главной движущей силой этой динамики служит температура. Хотя жаркое время года на севере находится в противофазе с жарким временем года на юге, сезонная динамика рождаемости сильнее всего выражена в высоких широтах, а не ближе к экватору, где температура окружающей среды особенно высока.

Разумеется, не может быть и речи о том, чтобы проверять, какие механизмы лежат в основе сезонной динамики рождаемости у человека, посредством экспериментов на людях, которых в течение нескольких лет содержали бы в стандартных лабораторных условиях, поэтому в поисках объяснений наблюдаемой динамики нам в любом случае придется ограничиваться косвенными данными. Но в существовании этой динамики сомневаться не приходится: многочисленные исследования показали наличие сезонных изменений в качестве сперматозоидов и уровне тестостерона у мужчин и во времени суток, когда происходит овуляция, у женщин.

Пытаясь отделить друг от друга биологические и социальные факторы, которые могут влиять на сезонную динамику рождаемости у человека, Юрген Ашофф и специалист по медицинской психологии Тилль Рённебергом провели статистический анализ большого объема

данных по 166 районам Земли, для которых имелись сведения о рождаемости за каждый месяц того или иного года (суммарное число лет, проанализированных для всех районов, составило 3000). Результаты анализа показали, что сезонная динамика рождаемости, наблюдаемая в Северном и Южном полушариях, действительно находится в противофазе и тем сильнее выражена, чем выше широта. Результаты этого анализа, опубликованные в двух статьях в 1990 году, впервые показали в глобальном масштабе, что изменения продолжительности светового дня влияют на рождаемость у человека (для многих животных то же самое было уже показано). Рённеберг и Ашофф пришли к выводу, что, хотя на частоте зачатий и могут сказываться социальные факторы, сезонная динамика размножения у человека имеет прежде всего биологические причины. Существенное влияние на эту динамику оказывает также температура окружающей среды. При температурах от 4 до 21 °С частота зачатий оказывается выше среднегодовой, а при экстремальных температурах, выходящих за эти рамки, снижается.

Судя по всему, ключевое значение для сезонной динамики рождаемости у человека имеет именно частота зачатий. Возникает вопрос: свойственна ли сезонная изменчивость также частоте половых актов и каким-либо параметрам сперматозоидов и яйцеклеток? Есть ли какое-то время года, которое можно считать оптимальным для половых клеток? Оказывается, есть, но при этом, как ни странно, минимальная концентрация сперматозоидов в сперме отмечается именно летом, когда половая активность, напротив, максимальна. Например, в 1984 году специалист по репродуктивной эпидемиологии Альфред Спира представил данные исследования более тысячи эякулятов, взятых на анализ у 52 студентов-медиков из Нью-Йорка в течение трех лет. Объем спермы, концентрация сперматозоидов и общее число сперматозоидов в эякуляте менялись в течение года, образуя два пика: один в конце зимы и начале весны, а другой поздней осенью. Процент нормально сформированных сперматозоидов и их подвижность, напротив, достигали пика в конце лета, а в конце зимы и начале весны были понижены. Судя по полученным данным, хотя в конце лета сперматозоидов в эякуляте содержится меньше, именно в это время их качество оказывается самым высоким, в то время как в конце зимы и начале весны, когда число сперматозоидов достигает пика, их качество, возможно, самое низкое. Спира подготовил обзор еще нескольких исследований, результаты которых свидетельствовали примерно о том же. Выработка сперматозоидов наилучшего качества

в конце лета хорошо соотносится с пиком рождаемости весной, хотя и странно, что число сперматозоидов в конце лета оказывается низким, а не высоким.

Особенно много о сезонных явлениях в размножении человека могут сказать результаты исследований вспомогательных репродуктивных технологий, поскольку эти технологии позволяют, насколько это возможно, приблизиться к изучению размножения человека в контролируемых лабораторных условиях. В работе 1988 года гинеколог Эфтис Параскеведес и его коллеги выявили сезонную изменчивость, проанализировав данные о 250 зачатиях, осуществленных с помощью искусственного осеменения спермой, полученной от доноров в клинике, где работали исследователи. Частота зачатий оказалась повышенной с конца осени до начала весны (с октября по март), достигая пика в ноябре. Учитывая, что число сперматозоидов в эякуляте достигало пика в конце этого периода, в феврале – марте, полученные данные заставляют предположить, что некоторая сезонная изменчивость свойственна качеству яйцеклеток или восприимчивости внутренней оболочки матки.

Сезонную изменчивость успешности экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) изучал гинеколог Саймон Вуд, работавший в Ливерпульской женской больнице. В статье, опубликованной в 2006 году, Вуд и его коллеги проанализировали почти 3000 стандартных циклов ЭКО с внутрицитоплазматической инъекцией сперматозоида (ИКСИ) и продемонстрировали достоверное повышение результативности этого метода в течение месяцев с более продолжительным световым днем (с апреля по сентябрь) по сравнению с месяцами, когда световой день короче (с октября по март). В течение месяцев с более продолжительным световым днем стимуляция яичников оказывалась более эффективной, увеличивалась частота имплантации перенесенных в матку эмбрионов, а общая частота зачатий повышалась с 15 до 20 %, хотя частота экстракорпоральных оплодотворений летом и зимой достоверно не отличались друг от друга. Еще более выраженные различия были выявлены при сравнении месяцев с продолжительным (апрель – сентябрь) и непродолжительным световым днем (октябрь – март) для пациентов, работа с которыми велась в оба эти периода.

Может показаться, что для жителей промышленно развитых стран сезонная динамика рождаемости – не более чем любопытное наследие

предков, уже не имеющее большого значения. Однако полученные не так давно данные заставляют предположить, что эта динамика имеет непосредственное отношение к здоровью людей. Возьмем один яркий пример: в 1953 году педиатр Грегор Кац представил результаты анализа сезонной динамики частоты преждевременных родов. Рождаемость доношенных младенцев в Швеции, как и во многих европейских странах, достигала максимума ранней весной, но частота преждевременных родов, как показал Кац по данным о двух с лишним сотнях недоношенных младенцев, родившихся с 1944 по 1951 год в одной из больниц города Карлстад, достигала максимума в январе, примерно на два месяца раньше. Недоношенные младенцы рождались в среднем примерно на полтора месяца раньше срока, поэтому пик частоты их зачатий должен был более или менее совпадать с пиком зачатий доношенных младенцев. Иными словами, летний пик частоты зачатий соответствовал пику рождаемости как недоношенных, так и доношенных младенцев. Впоследствии специалисты по экологии человека Шинья Мацуда и Хироаки Кахьё изучили сезонную изменчивость частоты преждевременных родов с помощью сложного статистического анализа. Проанализировав более 7,5 млн родов, принятых в Японии за пятилетний период – с 1979 по 1983 год, исследователи выявили отчетливый пик частоты зачатий преждевременно родившихся младенцев поздней весной и ранним летом – в мае и июне. Этому пику соответствовал пик частоты преждевременных родов в декабре и январе, то есть наблюдаемая динамика была похожа на ту, которую выявил Кац на основе намного более скромной выборки.

Как проницательно заметил Кац, при обсуждении некоторых других данных важно помнить о сезонных изменениях частоты преждевременных родов. Этими изменениями может отчасти объясняться связь месяца рождения с другими характерными особенностями человека. Недоношенные младенцы отличаются меньшей массой тела при рождении, с чем, в свою очередь, могут быть связаны отмеченные рядом авторов, в частности Элсуортом Хантингтоном, любопытные различия в умственных способностях и достижениях между людьми, родившимися в разные месяцы.

Еще один аспект сезонной динамики представили в работе 1960 года акушеры Райли Ковар и Ричерт Тейлор из города Омаха в Небраске, исследовав более тысячи случаев выкидышей у пациенток своей больницы. Отчетливой сезонной динамики не наблюдалось,

но выкидыши происходили группами. Кроме того, наблюдалась прямая связь между частотой выкидышей и суточными изменениями температуры. Судя по всему, это еще один пример совместного влияния годового цикла и температуры окружающей среды на размножение человека, в котором, несомненно, участвуют и другие факторы. Весьма вероятно, что к их числу относится сезонная изменчивость зараженности инфекционными заболеваниями.

К настоящему времени накоплено множество данных, свидетельствующих о том, что на размножение в человеческих популяциях, особенно живущих в средних и высоких широтах, влияют сезонные изменения продолжительности светового дня. Однако в течение прошлого века сезонная динамика рождаемости у людей в целом становилась менее выраженной, и в некоторых случаях наблюдался сдвиг пика рождаемости. Похоже, что за этот период усилилось влияние на динамику рождаемости температуры окружающей среды. Вполне вероятно, что к снижению роли естественных колебаний продолжительности светового дня привели изменившиеся условия жизни, связанные с индустриализацией и распространением искусственного освещения.

Изучение роли изменений продолжительности светового дня – одна из немногих областей науки, в которых у исследователей была возможность проводить эксперименты на людях. Группа, которой руководил специалист по клинической психобиологии Томас Вер, сделала несколько поразительных открытий, касающихся воздействия света на биологические ритмы человека. Одна из работ этой группы (1991 год) была посвящена влиянию искусственных изменений продолжительности светового дня на продолжительность сна и выделение гормона мелатонина. Мелатонин, который называют «гормоном темноты», выделяется в кровотоке млекопитающих эпифизом – крошечной железой, расположенной в глубине мозга и представляющей собой рудимент третьего глаза, находившегося на темени у древних рептилий. Человеческий эпифиз сравним по размерам с рисовым зернышком. Мелатонин выделяется эпифизом только в темноте и напрямую участвует в настройке работы биологических часов. Именно поэтому мелатонин продается в аптеках без рецепта как средство для борьбы с синдромом смены часовых поясов.

В экспериментальной части исследования шесть испытуемых жили

в течение недели в условиях «летнего» режима освещенности, включавшего 16 часов света и 8 часов темноты, а затем в течение еще четырех недель – в условиях «зимнего» режима, включавшего 10 часов света и 14 часов темноты. Эксперимент показал, что у человека, как и у других млекопитающих, при зимнем режиме с коротким световым днем в темное время суток достоверно дольше (на два с лишним часа) продолжается выработка мелатонина. Продолжительность сна при зимнем режиме тоже оказалась больше. Еще раньше Вер установил, что во время проверочного периода в 24 часа, в течение которого испытуемые бодрствовали при неярком освещении, настройки их биологических часов оставались прежними: часы продолжали работать в том же режиме, летнем или зимнем, в котором работали ранее. Эти результаты показали, что жизнь людей в условиях светового дня определенной продолжительности надолго соответствующим образом настраивает их внутренние часы.

Вер также изучил влияние сезонных изменений продолжительности светового дня на выработку ряда гормонов. Под действием освещенности биологические часы подстраиваются под текущий световой режим так, чтобы биологические день и ночь совпадали по срокам и продолжительности со светлым и темным временем суток, а также соответствующим образом менялись в течение года. Вер установил, что изменения продолжительности светового дня влияют не только на ночную выработку эпифизом мелатонина, но и на выработку некоторых гормонов гипофизом, таких как пролактин, кортизол и гормон роста.

На биологию человека может влиять не только продолжительность естественного или искусственного светового дня, но и свет как таковой. Вер обратил внимание на параллели между сезонными явлениями в размножении человека и сезонным аффективным расстройством (САР), предположив, что в их основе могут лежать общие биологические механизмы. САР – это расстройство, характеризующееся периодами депрессии, возникающими в определенное время года, и впервые формально признанное в 1984 году. Симптомы САР чаще всего наблюдаются зимой, но иногда могут проявляться и в другое время года. В связи с этим данный недуг известен под несколькими названиями, в том числе «зимняя депрессия» и «зимняя хандра», а также «летняя депрессия» и «летняя хандра». Его симптомы включают увеличенную продолжительность сна и дневную сонливость, а к числу predisposing факторов относятся общая освещенность

и уровень некоторых гормонов. Риск развития САР выше у людей, живущих в районах с долгими зимними ночами, и выше у женщин, чем у мужчин. Отрицательным последствием САР может также способствовать облачность. Для людей в целом характерно переходить зимой к более низкому уровню метаболизма, но САР представляет собой более тяжелое состояние и рассматривается как одна из разновидностей депрессии.

Лечение зимней формы САР проводится с помощью световой терапии с использованием естественного освещения или яркого флуоресцентного излучения, а также приема мелатонина в строго определенное время. При терапии ярким искусственным светом пациент в течение некоторого времени (до 1 часа за одну процедуру) сидит на расстоянии 30–60 см от источника света, не смотря при этом прямо на него. Обычно это делается рано утром для имитации рассвета. Доказано, что именно в это время подобная терапия особенно эффективна, что тоже заставляет предположить связь САР с биологическими часами. Другая разновидность световой терапии включает усиленное воздействие солнечного света: пациент или проводит больше времени на улице, или пользуется специальным гелиостатом, управляемым компьютером и отражающим солнечный свет в окна жилого помещения. Однако световая терапия приносит ощутимое облегчение лишь части пациентов (от четверти до половины), страдающих САР. Некоторые исследователи связывают САР с расстройством регулируемого биологическими часами перехода от сна к бодрствованию и от бодрствования ко сну и предлагают лечить этот недуг приемом мелатонина в середине дня.

И в яичниках, и в яичках имеются центры связывания мелатонина, что указывает на прямую связь между биологическими часами и образованием половых клеток. В 2007 году хронобиологи Константин Даниленко и Елена Самойлова провели эксперименты, в ходе которых оценивали воздействие яркого утреннего света на женский организм, и показали, что свет действительно влияет на выработку репродуктивных гормонов и на овуляцию. До этих экспериментов были проведены другие, показавшие, что у женщин с аномально продолжительными менструальными циклами и у пациенток, страдающих зимней депрессией, воздействие света приводит к уменьшению продолжительности циклов. Исследователи в течение двух менструальных циклов наблюдали за 22 женщинами либо в домашних, либо в больничных условиях. Во время одного из этих двух

циклов на испытуемых на протяжении одной недели, приходившейся на фолликулярную фазу цикла, каждое утро вскоре после пробуждения в течение 45 минут воздействовали ярким светом. Во время другого цикла процедура была аналогичной, но свет был не ярким, а тусклым. В первом случае у испытуемых наблюдалось достоверное повышение уровней пролактина, лютеинизирующего гормона и фолликулостимулирующего гормона, а кроме того, крупнее были растущие в яичниках фолликулы и выше частота овуляций. Возможно, именно в связи с таким непосредственным влиянием света на ход яичникового цикла женщины больше подвержены САР, чем мужчины.

Независимо от того, какие механизмы лежат в основе этого явления, ясно, что естественное освещение играет в размножении человека важную роль. Исторические и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что до промышленной революции люди сильнее реагировали на сезонные изменения продолжительности светового дня. Одним из следствий индустриализации стало нарастающее подавление реакций на эти изменения, связанное с переменами в условиях жизни людей. Отсюда возникает вопрос: оказывают ли круглосуточная доступность искусственного освещения и путешествия через несколько часовых поясов какое-либо вредное воздействие на наши естественные репродуктивные механизмы? САР дает нам пример возможного способа такого воздействия на наше здоровье. Но как бы там ни было, маловероятно, что в промышленно развитых странах люди смогут всерьез противостоять подобному воздействию, не говоря уже о том, чтобы ограничить использование искусственного света. Натали Ангер в 1995 году приводила в своей статье в *The New York Times* слова Томаса Вера: «Мы страдаем зависимостью от нашего вечного лета».

Хотя это и шутка, проблема, о которой идет речь, весьма серьезна. Естественная выработка мелатонина на протяжении жизни сокращается, приводя к учащающимся с возрастом расстройствам сна. Данные ряда исследований указывают на то, что в старости мелатонин оказывает благоприятное воздействие на сон, а также, возможно, препятствует развитию ряда возрастных заболеваний. Другие, более тревожные данные указывают на то, что с уровнем мелатонина может быть связана предрасположенность к раку. У женщин, страдающих раком матки, выявлен достоверно пониженный уровень мелатонина. У женщин, страдающих раком груди, уровень мелатонина может быть понижен еще сильнее, даже на 90 %. Хорошо известно, что заболеваемость раком

груди в последние десятилетия значительно увеличилась: например, в Великобритании с 1940-х годов она возросла почти втрое. Это, несомненно, связано с какими-то пока не выявленными факторами среды. Данные некоторых исследований, показывающие, например, связь ночной работы с повышенным риском развития рака груди, тоже говорят о возможной роли недостатка мелатонина в развитии этого заболевания. Но нельзя спешить с выводами, ведь корреляция далеко не всегда означает причинно-следственную связь. Снижение уровня мелатонина может быть не причиной, а следствием возрастных болезней в целом и рака в частности. Тем не менее не стоит забывать и о возможности того, что характерные для современного стиля жизни сильно нарушенные условия освещенности могут отрицательно сказываться на уровне мелатонина, влияя на наши репродуктивные функции и, хуже того, способствуя развитию дегенеративных заболеваний.

Глава 3

От секса до зачатия

Гиббонов – длинноруких бесхвостых обезьян – можно увидеть во многих зоопарках. Изыщно раскачиваясь, они перепрыгивают с ветки на ветку в своих вольерах. В естественной среде обитания, в лесах Юго-Восточной Азии, эти небольшие человекообразные обезьяны, в большинстве случаев весящие порядка 5 кг, обычно живут небольшими семьями. Каждая семья включает одну взрослую пару и несколько подрастающих детенышей и занимает строго определенную территорию. У большинства видов гиббонов семья сообщает всему свету о том, что территория занята, мелодичными «дуэтами» родителей под аккомпанемент подпевающего молодняка. Взрослые пары обычно сохраняются в течение многих лет, а детеныши, достигнув половой зрелости, покидают родителей и отправляются на поиски партнеров, чтобы создать новую семью и занять собственную территорию.

Долговязые орангутаны, самые крупные из древесных млекопитающих, встречаются в том числе и в тех же лесах, где живут гиббоны. Передвигаются они довольно медленно, осторожно лазая по деревьям и не демонстрируя таких чудес акробатики, как гиббоны, что и неудивительно, ведь орангутаны намного крупнее. Крупных размеров достигают и самцы, и самки, но взрослый самец, весящий около 70 кг, намного больше взрослой самки, которая весит лишь около 40 кг. Этот ярко выраженный половой диморфизм (так называют разницу между полами) принципиально отличает орангутанов от гиббонов, у которых самцы и самки весят примерно одинаково. Другое отличие касается социальной организации: орангутанам свойствен преимущественно одиночный образ жизни. (Мне нравится сообщать студентам, что средний размер группы у орангутанов составляет одно животное с половиной.) Взрослые самцы живут почти исключительно поодиночке. В ходе полового созревания самец отрачивает характерные щечные наросты и начинает издавать громкие, гулкие крики, сообщая о своем присутствии на занимаемой им обширной территории. В пределах территории зрелого самца обычно располагаются несколько меньших территорий, занимаемых взрослыми самками. Склонность к социальности свойственна только самкам,

которые некоторое время могут жить вместе со своими детенышами, и подросткам, которые иногда «тусуются» в кронах деревьев. Взаимодействие взрослого самца с живущей на его территории взрослой самкой обычно ограничивается непродолжительными спариваниями. Местные самцы-подростки стараются избегать взрослого самца, но иногда поспешно спариваются со взрослыми самками. Такие «незаконные» спаривания часто происходят при сопротивлении самки, так что некоторые полевые исследователи называют их изнасилованиями.

В Африке мелких человекообразных обезьян нет, но есть два рода больших: гориллы и шимпанзе. И те и другие ведут главным образом наземный образ жизни. Гориллы, как и орангутаны, демонстрируют ярко выраженный половой диморфизм. Взрослая самка весит в среднем около 90 кг, а взрослый самец – целых 150 кг. Кроме того, самцы отличаются от самок окраской: у половозрелых самцов шерсть на спине становится серебристо-серой, за что их называют *silverbacks* («серебряные спины»). Социальная организация горилл отличается от таковой и у орангутанов, и у гиббонов. Сформированная группа горилл обычно включает одного самца с серебряной спиной и несколько взрослых самок. Таким образом, по сути, эти группы представляют собой гаремы, хотя иногда в них могут присутствовать неполовозрелые самцы (*blackbacks* – «черные спины») и даже другие половозрелые самцы. Самки каждой группы спариваются почти исключительно с главным половозрелым самцом.

Представители второго африканского рода больших человекообразных обезьян, шимпанзе, отличаются от горилл в нескольких аспектах. Начнем с того, что разница между самцами и самками в размерах тела незначительна: взрослая самка весит около 35 кг, а взрослый самец – около 40 кг. Другие различия между полами еще менее заметны. Но еще важнее, что у шимпанзе иная социальная система, чем у всех других человекообразных обезьян. В связи с ее сложностью исследователям понадобились годы полевых работ, чтобы разобраться в многоуровневой структуре социальных отношений шимпанзе. Обыкновенные шимпанзе чаще всего встречаются в природе небольшими кормящимися группами различного состава, включающими порядка полудюжины особей. Поначалу казалось, что социальная жизнь шимпанзе гибка и переменчива. Но впоследствии выяснилось, что все члены каждой временной кормящейся группы состоят в одном большом социальном объединении, включающем около 80 особей, в том числе взрослых самцов и самок. Гибкость состава свойственна только

подразделениям этого постоянного объединения. Все члены объединения редко собираются вместе, но этот уровень социальной организации играет в жизни шимпанзе важную роль. Каждое объединение занимает определенную территорию, и конфликты между членами разных объединений могут заканчиваться смертельным исходом. В рамках каждого объединения половые связи обычно беспорядочны: с каждой готовой к спариванию самкой один за другим спариваются несколько самцов. Но и здесь все не так просто, как может показаться на первый взгляд. Иногда один самец и одна самка могут отделяться от других членов объединения, вместе добывать пищу и избегать беспорядочных связей. Кроме того, у обыкновенных шимпанзе есть ряд важных отличий от их близких родственников бонобо, которых также называют карликовыми шимпанзе, хотя они просто отличаются хрупким телосложением и лишь ненамного меньше обыкновенных.

Из этого краткого обзора социального устройства человекообразных обезьян, наших ближайших родственников среди животных, можно сделать два важных вывода. Во-первых, разным группам человекообразных обезьян свойственны принципиально разные системы спаривания: гиббонам – моногамия, орангутанам и гориллам – гаремы (хотя у орангутанов гарем разбросан, а у горилл живет сплоченной группой), а шимпанзе – промискуитет в рамках объединений многих самцов и самок. Во-вторых, социальные системы могут существенно различаться даже в пределах такой группы сравнительно близкородственных приматов, как человекообразные обезьяны.

Разным приматам свойственны разные формы социального устройства, но их все можно разделить на три основные разновидности, проиллюстрированные выше на четырех примерах: моногамия, полигиния (гаремы) и промискуитет. В принципе возможна и четвертая разновидность – полиандрия, то есть объединение в группы, включающие одну взрослую самку, несколько взрослых самцов и молодняк. Но эта разновидность социального устройства встречается среди приматов исключительно редко.

Полевые исследования показали, что для каждого вида приматов, объединяющихся в группы, характерна своя разновидность социального устройства: одни живут парами, другие – гаремами, а третьи – группами, включающими много самцов и много самок (далее я для простоты называю их многосамцовыми). Хотя у некоторых видов и могут встречаться две разновидности социального устройства (обычно

гаремы и многосамцовые группы), большинству видов свойственна только одна подобная разновидность. Разумно предположить, что характерное для каждого вида социальное устройство имеет некоторую генетическую основу. В неволе приматы обычно демонстрируют такое же социальное устройство, как в природе. Например, гиббонов можно успешно содержать в зоопарке только парами, вместе с подрастающим потомством. Полевые наблюдения также показали, что близкородственным видам приматов (генетически, разумеется, очень похожим) могут быть свойственны разные системы социального устройства. Например, мангустовые лемуры на Мадагаскаре живут парами, а их близкие родственники бурые лемуры – многосамцовыми группами. В свою очередь, в Африке павианы анубисы живут многосамцовыми группами, а их близкие родственники гамадрилы – гаремами. Эти примеры подтверждают, что социальная организация может эволюционировать быстро.

Теперь, исходя из этого общего фона, мы можем перейти к тем формам социальной организации и репродуктивного выбора, которые свойственны человеку. Влияние культуры здесь настолько сильно, что далеко не очевидно, какая система выбора полового партнера «естественна» для нашего вида. Обсуждая эти вопросы, мы можем обращаться к общим принципам, выведенным из сравнений с другими приматами, но должны всегда помнить, что социальная организация бывает гибкой и может быстро эволюционировать.

Людам, как и всем дневным видам приматов, свойственно объединяться и жить группами. Современное человеческое общество устроено, разумеется, намного сложнее, чем группы любых других приматов, но его сложное устройство в значительной степени сформировалось лишь немногим более 10 000 лет назад, когда люди перешли к оседлому образу жизни и занялись растениеводством и животноводством. По меньшей мере 99 % времени, прошедшего с тех пор, как наша эволюционная ветвь отделилась от ветви шимпанзе, мы были бродячими охотниками и собирателями и жили сравнительно небольшими группами.

Пытаясь определить, какая из выделенных для других приматов разновидностей социального устройства свойственна человеку, мы тут же сталкиваемся с затруднением. Современные человеческие общества нельзя в целом свести к какой-то одной из названных разновидностей. В них можно найти примеры едва ли не всех основных

вариантов социальной организации: одни общества моногамны, другие полигамны, причем у людей встречается не только полигиния (многоженство), но в редких случаях даже полиандрия (многомужество). Однако ни в одном человеческом обществе, судя по всему, нет полного промискуитета, как у шимпанзе. Тем не менее для людей характерна исключительная гибкость социального устройства. Развитие этой гибкости (отражающей ослабление биологических ограничений) было, несомненно, одной из важных особенностей нашей эволюции. В своем классическом труде «Модели сексуального поведения» (Patterns of Sexual Behavior), опубликованном в 1951 году, специалисты по репродуктивной биологии Клееллан Форд и Фрэнк Бич проанализировали данные о почти двух сотнях человеческих обществ и пришли к выводу о преобладании полигинии, встречающейся в $\frac{3}{4}$ обществ из рассмотренной выборки. Однако мы не можем быть уверены, что общим предкам всех людей была свойственна именно полигамия, ведь даже в условно полигамных обществах брачные союзы по умолчанию часто моногамны, потому что многие мужчины по экономическим причинам не могут себе позволить иметь больше одной жены. Некоторые авторы, например Десмонд Моррис в своей книге «Голая обезьяна» (The Naked Ape), делали вывод о преобладании у людей моногамии, потому что во многих современных обществах моногамные союзы намного чаще полигамных. Кроме того, мало что заставляет предположить, что человеческому виду свойственна врожденная склонность к моногамии либо полигамии.

Сравнение человека с нашими ближайшими родственниками – человекообразными обезьянами – тоже не дает однозначного ответа на обсуждаемый вопрос. У человекообразных обезьян отмечены все основные разновидности социальной организации, известные среди приматов. Тем не менее, поскольку наши ближайшие родственники среди человекообразных обезьян – шимпанзе, из этого нередко делают вывод, что и предкам человека изначально были свойственны многосамцовые группы и промискуитет. Но этот вывод может служить прекрасным примером ошибочного представления о «застывшем предке», которое приводит к перенесению свойств одного современного вида на предков другого. Как мы уже говорили, социальное устройство может быстро эволюционировать и бывает принципиально разным даже у близкородственных видов приматов. Об этом красноречиво говорит разнообразие форм социальной

организации, наблюдаемое среди человекообразных обезьян. Таким образом, нельзя по умолчанию считать, что общий предок человека и шимпанзе вел себя так же, как современные шимпанзе.

Парами среди приматов живет меньшинство – всего 15 % видов. Остальным 85 % свойственны односамцовые или, реже, многосамцовые группы, включающие нескольких взрослых самок. Что касается других млекопитающих, живущих группами, для большинства из них (за немногими исключениями, такими как львы и некоторые другие хищники) характерна полигиния. Самки живут гаремами при одном самце, а самцы, не имеющие гарема, нередко объединяются в «холостяцкие» группы. Образование пар встречается среди других млекопитающих еще реже, чем среди приматов: всего у 3 % видов. При этом среди птиц парами, напротив, живет большинство видов (около 90 %). Про людей часто говорят, будто «мужчины полигамны, а женщины моногамны». Про млекопитающих и птиц в целом так действительно можно сказать: млекопитающие полигамны, а птицы моногамны.

Почему же большинство птиц живут парами, а большинство млекопитающих – нет? Скорее всего, это связано с заботой о потомстве. У птиц, живущих парами, самец обычно помогает самке высидеть яйца и кормить птенцов, давая ей возможность покинуть гнездо и участвовать в добывании пищи. У млекопитающих нет подобных ограничений. У сумчатых и плацентарных млекопитающих детеныши развиваются в организме матери вплоть до рождения, соответствующего выходу из яйца у птиц. После родов самки млекопитающих не добывают пропитание для своих детенышей непосредственно, а кормят их молоком, образующимся из ресурсов материнского организма. Поэтому потомство млекопитающих обычно может обойтись без отцовской заботы. И действительно, у большинства млекопитающих самцы напрямую не участвуют в заботе о потомстве. Сравнение с птицами заставляет предположить, что в тех редких случаях, когда у млекопитающих в ходе эволюции возникала моногамия, это было связано именно с заботой о потомстве. Этолог Девра Клейман продемонстрировала это для нескольких видов приматов и ряда других млекопитающих, особенно представителей семейства собачьих. Примечательно, что по сравнению с детенышами других приматов человеческие младенцы особенно беспомощны и потому нуждаются в активной родительской заботе. Как я расскажу в главе 5, эта беспомощность обусловлена одним важным нововведением

в эволюции человека. Так или иначе, по сравнению с другими приматами у человека новорожденные намного больше нуждаются в социальной поддержке.

Казалось бы, можно ожидать, что система спаривания того или иного вида будет соответствовать характерной для него социальной системе. Например, может показаться очевидным, что у видов, живущих парами, все потомство каждой самки будет потомством одного отца. Иными словами, жизнь парами и строго моногамное спаривание можно принять за две стороны одной медали. Возьмем, к примеру, тысячи живущих парами видов птиц, которых традиционно считали строго моногамными. Орнитологи в течение бесчисленных часов наблюдали за жизнью таких видов, но не обнаружили никаких отклонений от строгой моногамии. Однако с внедрением генетических методов установления отцовства оказалось, что все далеко не так просто. Как это ни странно, для 9 из каждых 10 исследованных видов птиц, живущих парами, было показано, что самцы отнюдь не всегда заботятся о своем собственном потомстве: около половины птенцов появляются на свет в результате спариваний самок с «чужими» самцами. Спрашивается: почему такие спаривания не удавалось увидеть в бинокль толпам орнитологов – как любителей, так и профессионалов? Ответ состоит в том, что «незаконные» спаривания совершаются быстро и тайком. Обманутый самец может знать о них не больше, чем подсматривающий орнитолог.

Было выдвинуто немало теорий, чтобы объяснить эти поразительные новые данные. При этом многие авторы таких теорий неосторожно пользовались известными терминами из жизни людей. По иронии судьбы среднеанглийское слово *cuckold*, означающее обманутого мужа, произошло от старофранцузского, означавшего кукушку. Теперь так нередко снова называют самцов птиц, а также других животных, заботящихся о потомстве, которое может оказаться чужим. Общепринятое объяснение этого явления состоит в том, что для распространения генов самки выгодно, чтобы она производила потомство от разных самцов. Предполагается, что союз с одним самцом нужен самке, чтобы обеспечить свое потомство отцовской заботой, а спаривание с другими самцами – чтобы повысить генетическую изменчивость потомства. При этом самка заинтересована в том, чтобы самец не замечал ее незаконных спариваний с другими самцами, ведь, если он узнает о них, он может ее покинуть. По крайней мере так

предполагает теория.

Это объяснение исходит из того, что самец более всего заинтересован в том, чтобы заботиться только о своем потомстве. В этом случае можно было бы ожидать сильного давления отбора, благоприятствующего любым механизмам, которые снижали бы вероятность спаривания самки с другими самцами. Но вполне вероятно, что самец и сам будет стремиться при всяком удобном случае спариваться с другими самками, гнездящимися неподалеку. Для распространения генов самца явно выгодно, чтобы его потомство оказалось в гнездах других пар. Быть может, стратегия поведения самца основана на компромиссе между заинтересованностью в предотвращении незаконных спариваний своей самки с другими самцами и выгодами собственных спариваний с другими самками. Самцы тоже могут использовать любую возможность действовать в своих генетических интересах. Как бы то ни было, теперь мы знаем, что ситуация с отцовством у птиц, живущих парами, намного запутаннее, чем первоначально считалось.

Таким образом, социальную организацию и систему спаривания нельзя считать просто двумя сторонами одной медали: они могут меняться и независимо друг от друга, по крайней мере в некоторой степени. Это относится и к млекопитающим, в том числе к приматам. Генетический анализ на отцовство проводился не только у птиц, но и у некоторых видов млекопитающих, и результаты оказались похожими. Подобных исследований, посвященных птицам, было проведено уже великое множество, а посвященных живущим парами млекопитающим – сравнительно немного, но не приходится сомневаться, что дальнейшие работы в этом направлении принесут новые данные о частых спариваниях самок таких видов с чужими самцами. Вот один из подобных примеров: в 2007 году этолог Джейсон Мунши-Саут провел генетическое исследование живущего парами вида тупай в малайском штате Сабах на острове Калимантан и показал, что значительную часть детенышей самки рожают от чужих самцов. Похожие данные были получены и для некоторых живущих парами приматов, например вильчатополосых и толстохвостых карликовых лемуруров, ведущих ночной образ жизни и обитающих на Мадагаскаре. Полевые наблюдения показали, что даже гиббоны, считавшиеся образцом моногамии среди приматов, время от времени спариваются с «незаконными» партнерами.

Социальная организация и система спариваний у некоторых

приматов совершенно не соответствуют друг другу. Хохлатый индри (мадагаскарский лемур, которому свойствен дневной образ жизни) обычно живет небольшими многосамцовыми группами, включающими около полудюжины взрослых особей, как самцов, так и самок, хотя соотношение полов в таких группах сильно варьирует. Спаривание у хохлатых индри, как и у большинства других лемуров, происходит лишь во время ежегодного брачного периода, длящегося несколько недель. Тщательные полевые наблюдения антрополога Элисон Ричард показали, что брачный период для хохлатых индри – время бурных перемен. Наблюдения подтвердили появлявшиеся ранее сообщения о том, что в течение этого периода у хохлатых индри часто случаются серьезные драки, а также показали, что спаривания обычно происходят между особями из разных групп, а не из одной и той же. При этом группы нередко перестраиваются. Таким образом, система спариваний у хохлатых индри не диктуется групповой структурой, которая явно выполняет иные функции. Судя по данным полевых наблюдений за приматами, их социальная организация обычно связана с питанием. Итак, в течение большей части года хохлатые индри живут устойчивыми группами, совместно добывая пропитание, но во время брачного периода эта структура нарушается.

Разница между социальной организацией и системой половых отношений наблюдается и у человека. Внебрачный секс, несомненно, встречается, хотя и не так часто, как можно было бы подумать, если верить желтой прессе и некорректным статистическим данным. Результаты опросов постоянных половых партнеров, в том числе 400 студентов и студенток, опрошенных в 2004 году биологом Ли Симмонсом, показали, что измены случались примерно в одной из каждых четырех пар. Таким образом, в трех из четырех случаев постоянные партнеры долгое время сохраняют верность друг другу. Более того, судя по некоторым данным, лишь около 2 % детей рождаются в результате измены постоянному партнеру. Этот вывод подтвердил Алан Дикссон в своей книге «Половой отбор и происхождение систем половых отношений человека» (*Sexual Selection and the Origins of Human Mating Systems*), вышедшей в 2009 году. Иными словами, люди изменяют сравнительно редко, а дети в результате измен рождаются еще реже. В некоторых работах сообщалось, что доля таких детей может достигать 12 %, но это, по-видимому, бывает лишь в исключительных случаях. Апокрифическим историям

о «непубликабельных» результатах генетических исследований, якобы проводившихся среди городской бедноты и показавших, что половина детей рождается не от их предполагаемых отцов, не нужно верить ни на грош. На самом деле результаты исследований, проводившихся в разных странах, похоже, свидетельствуют о том, что человек в большей степени моногамен, чем большинство изученных на этот предмет видов птиц.

Как это ни странно, люди склонны лелеять два несовместимых представления: о том, что человек в норме моногамен, и о том, что мужчины чаще изменяют женщинам, чем женщины мужчинам. Я уже упоминал расхожее мнение, что мужчины полигамны, а женщины моногамны. Американский журналист Генри Луис Менкен однажды саркастически заметил: «По-настоящему счастливы только замужние женщины и неженатые мужчины». Но если женщины обычно моногамны, а мужчины полигамны, то где, спрашивается, мужчины берут дополнительных партнерш? Эта загадка следует и из данных множества опросов, согласно которым у одного мужчины в среднем бывает больше половых партнерш, чем у одной женщины партнеров. Но если, судя по сообщениям мужчин, у них бывает в среднем, скажем, десять партнерш, а у женщин, судя по их сообщениям, только четыре партнера, то кем были шесть дополнительных партнерш каждого мужчины? Одно из распространенных объяснений состоит в том, что, хотя участникам таких опросов и гарантируют анонимность, мужчины склонны из хвастовства преувеличивать число своих партнерш, а женщины – из скромности преуменьшать число партнеров. Исходя из простейших математических соображений, если то или иное общество в целом моногамно, то есть только две возможности: либо женщины и мужчины изменяют одинаково часто, либо сексуальные потребности многих неверных своим партнершам мужчин удовлетворяют немногие женщины, у каждой из которых масса партнеров. Как показало одно недавнее исследование, завышенное число партнерш, называемое мужчинами, связано с тем, что они учитывали проституток, но, очевидно, стеснялись признаться в том, что оплачивали свой дополнительный сексуальный опыт.

Это подводит нас к фундаментальному эволюционному вопросу: приспособлен ли человек по своей биологической природе к какой-то определенной форме социальной организации и какой-то определенной системе половых связей? Как показывает сравнение разных культур, как вид мы исключительно изменчивы в обоих отношениях. Сравнение

человека с другими приматами тоже не дает однозначного ответа, но несмотря на всю неоднозначность ситуации, многие авторы пытаются решить эту проблему просто: рассматривают шимпанзе как «застывшего предка» и делают вывод, что изначально нашим предкам были свойственны многосамцовые группы и промискуитет. Другие ударяются в противоположную крайность, подчеркивая, что имеющихся данных недостаточно и потому невозможно сделать однозначный вывод о социальной структуре и системе половых связей наших предков. Более того, распространено мнение, что социальная организация и система половых связей у человека вообще не имеют биологических основ и всецело определяются принятыми в человеческом обществе социальными нормами. Согласно такому мнению, моногамный брак – это чисто социальный конструкт, не связанный ни с какой биологической предрасположенностью. Но и те и другие крайние взгляды не выдерживают критики.

Одним из важных свидетельств, говорящих о форме социальной организации, может служить разница в размерах тела между взрослыми представителями мужского и женского пола. У одних видов приматов самцы и самки почти не различаются по размерам (мономорфны), а у других существенно различаются (диморфны), причем самцы обычно крупнее самок. Существенно, что приматы, живущие парами, обычно мономорфны: размеры самцов и самок у них сравнимы, и разница между ними не превышает 15 %. Видам, живущим гаремами и многосамцовыми группами, напротив, обычно свойствен половой диморфизм, хотя его степень сильно варьирует. В крайних случаях, таких как у африканских обезьян мандрилов, самцы могут более чем вдвое превосходить самок по массе. Человеку свойствен умеренный половой диморфизм. В среднем по планете мужчины весят лишь на 20 % с лишним больше, чем женщины. При этом реальная степень полового диморфизма несколько выше, потому что у женщин на запасы жира приходится намного большая доля массы тела, чем у мужчин. В расцвете лет у женщин эта доля составляет в среднем около четверти, а у мужчин – лишь около 0,1. Из всех приматов только у человека наблюдается столь значительная разница между полами в запасах жира. К тому же мужчины и женщины сильно отличаются друг от друга внешне, что связано, в частности, с разным распределением жира. Этот половой диморфизм в размерах и форме тела заставляет предположить, что биологическая природа человека не приспособлена к тому, чтобы жить парами.

Обсуждая систему половых связей у людей, никак нельзя обойти тему инцеста. Инцест обычно определяют как половые связи между близкими родственниками, хотя в рецензии на одну книгу, опубликованной в журнале Nature, было дано более емкое определение – «размножение, за которым не ходят далеко». Главное здесь то, что половые связи между близкими родственниками могут приводить к пагубным последствиям в связи с инбридингом. Во всех человеческих обществах существуют те или иные табу на инцест, но в разных обществах эти запреты касаются разных степеней родства. Союзы между родителями и детьми и между братьями и сестрами обычно, разумеется, запрещены, но союзы между дядей и племянницей, тетей и племянником и особенно между двоюродными братом и сестрой в некоторых культурах считаются приемлемыми. Например, в отношении браков между двоюродными братом и сестрой расходились Древняя Греция и Древний Рим. В Афинах и Спарте с такими браками не было проблем, а в Риме они были категорически запрещены. Чарльз Дарвин, будучи протестантом, смог жениться на своей двоюродной сестре Эмме Веджвуд, не получая особого разрешения, которое обычно требуется для таких браков у католиков. Впоследствии Дарвин тревожился о том, не могло ли родство между ним и его женой плохо сказаться на здоровье их детей.

Выдающиеся мыслители, такие как Зигмунд Фрейд и Клод Леви-Стросс, продвигали миф о том, что табу на инцест представляет собой чисто культурный конструкт, свойственный только людям. Они полагали, что другие животные неразборчивы в половых связях, а люди уникальны тем, что пользуются выгодами предписанного обществом табу. Однако представление о неразборчивых связях других животных просто ошибочно. Инбридинг повышает частоту проявления многих генетических отклонений, зачастую вредных, которые в отсутствие инбридинга встречаются редко, поэтому у нас есть все основания полагать, что естественный отбор благоприятствует механизмам, ограничивавшим скрещивание между близкими родственниками. И такие механизмы действительно существуют. Млекопитающие избегают инбридинга в основном за счет расселения из мест появления на свет. Этот механизм лучше всего работает, если расселяются особи только одного пола, ведь в противном случае близкие родственники могут в итоге все равно оказаться рядом. У млекопитающих, как правило, расселяются самцы, а самки остаются

на месте, чего и следовало бы ожидать, учитывая, что самцы обычно вносят меньший вклад в потомство, чем самки, и отличаются большей подвижностью. Один из результатов состоит в том, что самки одной группы часто находятся в родстве и образуют ее социальный стержень.

У млекопитающих, в том числе у приматов, самки явно вносят больший вклад в потомство и обычно не покидают своих семейных групп. Так обстоят дела у многих ночных приматов и у многих обезьян, в том числе макак, анубисов и гверец. Многолетние полевые исследования показали, что у некоторых обезьян, в том числе у шимпанзе, красных колобусов и коат, система обратная: самцы остаются на месте, а самки расселяются. Этим исключениям пока не удалось найти убедительного объяснения, но так или иначе в итоге у этих обезьян социальный стержень группы образуют именно самцы, а не самки. Конечный результат (избегание инбридинга) остается тем же. У приматов, живущих парами, дела обстоят иначе. У них ближе к зрелому возрасту место своего рождения должны покидать и самцы, и самки. В результате родственные особи, покинувшие одну группу, могут случайно оказаться вместе в другой. Таких случаев можно избежать, если расселяющиеся братья и сестры стараются держаться подальше друг от друга или если представители одного пола, например самцы, запрограммированы расселяться на большие расстояния. По-видимому, в природе работают оба эти механизма.

Интересно, что для человеческих обществ характерна ситуация, когда женщины, выходя замуж, покидают родительский дом, а мужчины, когда женятся, остаются дома. Есть даже мнение, что расселение женщин – одна из культурных универсалий человека. Это явное преувеличение, но результаты тщательных генетических анализов подтверждают, что у мужчин в ходе эволюции нашего вида была намного сильнее выражена тенденция оставаться дома, чем у женщин. Этот вывод важен по двум причинам. Во-первых, расселение женщин должно ограничивать инбридинг. Во-вторых, судя по имеющимся данным о других приматах, маловероятно, чтобы выраженная тенденция к расселению женского пола была свойственна виду, биологически приспособленному к моногамии.

Избегание инбридинга определенно свойственно не только человеку. Но отчетливые табу на инцест, отличающиеся в разных обществах, действительно составляют одну из уникальных особенностей человека. Зачем они нам? Ведь нашим предкам, несомненно, были свойственны естественные механизмы, мешавшие

сексу между близкими родственниками. Правдоподобно ли предположение, что эти механизмы исчезли на ранних этапах эволюции человека и им на смену пришли табу на инцест? На самом деле такие табу не заменяют естественных механизмов избегания инбридинга, а дополняют их. Например, если у наших предков по какой-то причине было меньше возможностей избегать инбридинга путем расселения, им могли понадобиться дополнительные преграды, препятствующие половым связям между близкими родственниками. Одной из таких преград мог стать эффект, приводящий к тому, чтобы мужчины и женщины, выросшие вместе, были непривлекательны друг для друга как половые партнеры. Имеются данные, указывающие на то, что человеку и правда свойствен этот так называемый эффект кибуца. Для людей противоположного пола, выросших в одной семье, действительно характерно взаимное сексуальное отторжение. Дополнительные социальные механизмы избегания инбридинга могли понадобиться потому, что социальная организация и половые связи у человека стали намного более гибкими, чем у других приматов. Приняв это во внимание, мы можем теперь вернуться к рассмотрению биологических основ систем половых связей, характерных для человека.

Обсуждая системы половых связей, нужно помнить о возможности конкуренции между сперматозоидами разных партнеров. В этом отношении группы приматов, включающие одного взрослого самца (пары и гаремы), принципиально отличаются от групп, включающих нескольких взрослых самцов. В группах с одним самцом с ним никто не конкурирует за самок, а многосамцовым группам обычно свойственна та или иная степень промискуитета, способствующая прямой конкуренции между самцами и их сперматозоидами. Здесь, разумеется, необходима оговорка: если самки в группах с одним самцом «незаконно» спариваются с самцами, не входящими в группу, то между самцами все-таки будет некоторая конкуренция. Но пока давайте исходить из того, что в группах с одним самцом непосредственная конкуренция между самцами не играет большой роли, а в многосамцовых группах, где взрослые самцы пытаются мешать друг другу спариваться с самками из той же группы, такая конкуренция распространена и может быть даже напряженной. Взрослые самцы в многосамцовых группах нередко имеют довольно устойчивую иерархию доминирования, возникающую и поддерживаемую за счет конфликтов с конкурентами. Принято считать, что у самцов более

высокого ранга больше возможностей для спаривания с самками. Тем не менее в течение одного яичникового цикла с одной и той же самкой в многосамцовых группах могут спариваться два или больше самцов.

Это подводит нас к вопросу о конкуренции сперматозоидов, открывающему новые пути для рассуждений о возможной биологической приспособленности человека к определенной системе половых связей. Логика этих рассуждений довольно проста. Активно работающие семенники (яички) – дорогостоящий орган, тратящий примерно столько же энергии, сколько участок мозга того же размера. (Одна моя знакомая феминистка пренебрежительно называет яички «мужским мозгом». Эта мысль не так уж нова: на известном рисунке Леонардо да Винчи «Половой акт» изображен воображаемый проток, напрямую соединяющий головной мозг мужчины с его пенисом.) Поскольку семенникам требуется много энергии, естественный отбор ограничивает их размеры до минимума, необходимого для успешного выполнения ими своей функции. В многосамцовых группах естественный отбор должен благоприятствовать усиленной выработке сперматозоидов, увеличивая шансы каждого самца на оплодотворение самки, поэтому можно ожидать, что у самцов в таких группах будут сравнительно крупные семенники. В группах с одним самцом его сперматозоидам редко приходится конкурировать со сперматозоидами других самцов, а значит, и яички должны быть меньше. Эти выводы можно проверить, сравнив разные виды, хотя здесь важно учитывать не абсолютные размеры семенников, а относительные – по отношению к размерам тела, ведь при прочих равных у самцов более крупных видов и семенники будут, скорее всего, крупнее.

Масштабные исследования размеров семенников у приматов и других млекопитающих проводили, в частности, зоологи Алан Дикссон и Александер Харкорт. Полученные ими результаты подтвердили вывод о связи размеров семенников с типом спариваний. Например, у приматов, живущих многосамцовыми группами, таких как макаки, павианы и шимпанзе, размеры семенников большие относительно размеров тела, а у видов, живущих группами с одним самцом, обычно сравнительно невелики. Причем последнее относится не только к видам, живущим парами, таким как шерстистые лемуры, игрунки, трехполосые дурукули (или ночные обезьяны) и гиббоны, но и к видам, образующим гаремы, например, многим тонкотелым обезьянам и гориллам.

Человеческие яички относительно невелики. В частности, они намного меньше, чем семенники шимпанзе, несмотря на то, что размеры тела у нас, напротив, больше. Яичко мужчины сравнимо по размерам с грецким орехом, а семенник шимпанзе – с крупным куриным яйцом. Небольшие размеры наших яичек явно противоречат предположению, что человек по своей биологической природе приспособлен к промискуитету, как шимпанзе. Судя только по размерам, человеческие яички, похоже, приспособлены к системе с одним половым партнером у каждой женщины, хотя размеры яичек, разумеется, не позволяют судить о том, приспособлен ли человек эволюцией к жизни парами, гаремами или рассеянными группами, как у орангутанов.

Как показал Диксон, не только сравнительные размеры яичек, но и некоторые другие параметры половых органов человека указывают на наличие у нас адаптаций к системе с одним половым партнером. В частности, семявыносящий проток, по которому сперматозоиды выходят из яичек, у приматов, живущих группами с промискуитетом и конкуренцией сперматозоидов, короче и снабжен более мощной мускулатурой. У мужчин же этот проток довольно длинный, а его мускулатура развита умеренно. У приматов с крупными семенниками семенные пузырьки тоже имеют большие размеры, что свидетельствует о способности вырабатывать много семенной жидкости, в то время как у человека семенные пузырьки средних размеров и вырабатывают около 2/3 от общего объема семенной жидкости, а оставшуюся треть добавляет предстательная железа. Различия женских половых органов человека и других приматов подтверждают те же выводы. Так, у видов, живущих многосамцовыми группами, яйцеводы сравнительно длинные, так что сперматозоиду, чтобы оплодотворить яйцеклетку, приходится преодолевать большое расстояние. У видов, живущих группами с одним самцом, яйцеводы намного короче, и как раз такие, сравнительно короткие яйцеводы свойственны женщинам. Все эти данные указывают на то, что и мужские, и женские половые органы приспособлены к связи женщин с одним партнером и не предназначены для активной конкуренции сперматозоидов.

Однако выводы, основанные на размерах яичек (семенников) и других параметрах половых органов, в частности размерах семенных пузырьков, семявыносящих протоков и яйцеводов, нельзя считать окончательными. Эти умозаключения сделаны, исходя из того, что параметры половых органов каждого вида определяются генами

и постоянны в определенных пределах. Но, как было отмечено в предыдущей главе, у приматов с сезонным размножением размеры семенников обычно существенно меняются в течение года, так что их сезонные изменения тоже необходимо принимать во внимание. Возможно также, что размеры и другие параметры яичек подвержены изменениям, не связанным с сезонной динамикой, а позволяющим подстраиваться под местные условия. На это, в частности, указывают некоторые различия между человеческими популяциями в размерах яичек. Утверждается, что у азиатов яички обычно меньше, чем у европейцев, особенно скандинавов, хотя отнюдь не ясно, определяется ли эта разница генетически и влияют ли на нее другие факторы – социальные, связанные с питанием и иные.

Алан Диксон и Мэтт Андерсон нашли изящное решение вышеописанной проблемы влияния среды. Они изучили не только общие размеры яичек, на которые могут влиять местные условия, но и сами сперматозоиды. Как мы помним, каждый сперматозоид состоит из трех основных частей: головки, в которой содержится ядро, средней части, где упакована митохондрия, и хвоста (жгутика), с помощью которого сперматозоид плывет. Митохондрия, расположенная в центральной части, снабжает хвост энергией, позволяющей хвосту извиваться, а сперматозоиду – плыть к заветной цели. Диксон и Андерсон рассудили, что у сперматозоидов, конкурирующих друг с другом, должна быть более крупная средняя часть, играющая роль бензобака. Чтобы это проверить, они измерили параметры сперматозоидов разных видов приматов. Сравнить эти параметры проще, чем параметры половых органов: одна из примечательных особенностей сперматозоидов состоит в том, что их размеры не зависят от размеров тела. Следовательно, сперматозоиды разных видов можно сравнивать по абсолютным, а не относительным показателям (давайте это запомним). Андерсону и Диксону удалось убедительно показать, что размеры средней части сперматозоидов действительно связаны с социальной организацией. У приматов, живущих многосамцовыми группами, таких как макаки, анубисы и шимпанзе, средняя часть сперматозоидов достоверно больше, чем у видов, живущих группами с одним самцом, таких как игрунки и гиббоны (образующие пары) или гелады и гориллы (имеющие гаремы). У человеческих сперматозоидов средняя часть довольно маленькая: ее размеры явно укладываются в диапазон изменчивости, свойственный приматам, живущим группами с одним самцом, и существенно меньше,

чем у приматов, живущих многосамцовыми группами.

Таким образом, результаты измерений средней части сперматозоидов в целом соответствуют результатам сравнительного анализа размеров семенников (яичек). Но между этими результатами есть и существенные расхождения. Например, у серых мышинных лемуров семенники довольно крупные, примерно как у тех приматов, которые живут многосамцовыми группами, а средняя часть сперматозоидов довольно маленькая, укладывающаяся в диапазон значений, характерных для приматов, живущих группами с одним самцом. У горилл, в свою очередь, семенники исключительно маленькие даже по сравнению с другими видами, для которых характерны группы с одним самцом, в то время как средняя часть сперматозоида одна из самых больших среди приматов, образующих гаремы. Ясно, что размеры семенников и размеры средней части сперматозоидов могут в какой-то степени меняться независимо. Тем не менее данные по человеку вполне однозначны: яички у мужчин сравнительно небольшие, а средняя часть сперматозоидов очень маленькая – одна из самых маленьких, известных среди приматов. У нас нет абсолютно никаких данных, которые указывали бы на то, что яички человека приспособлены к ситуациям с выраженной конкуренцией между сперматозоидами. Хотя условия окружающей среды и могут влиять на размеры семенников (яичек), они не сказываются на размерах сперматозоидов, которые у человека довольно постоянны и, по-видимому, строго определяются генами. Таким образом, средняя часть сперматозоидов дает нам одно из самых надежных свидетельств, по которым можно судить о том, к какой системе половых связей человек приспособлен эволюцией.

Другие данные, свидетельствующие о неприспособленности человека к конкуренции сперматозоидов, касаются процессов, происходящих в женских половых путях. У некоторых приматов и других млекопитающих после спаривания во влагалище самки образуется пробка. Один из самых известных примеров касается макака-резусов. Среди человекообразных обезьян твердая пробка образуется только у шимпанзе. У орангутанов после эякуляции наблюдается слабое свертывание спермы, но настоящей пробки не образуется. Одно из правдоподобных объяснений возникновения таких пробок состоит в том, что они препятствуют последующему осеменению самки другим самцом. Стив Джонс в своей книге «Y: происхождение мужчин» (Y: The Descent of Men) образно назвал это «конкурентным закупориванием».

У человека, хотя сперма и превращается в плотную массу почти сразу после эякуляции, затем она в течение 15 минут разжижается и не образует пробки. Эти данные тоже указывают на то, что по своей биологической природе человек не приспособлен к конкуренции сперматозоидов разных мужчин за оплодотворение яйцеклетки.

Представление о том, что приматы со сравнительно крупными семенниками, такие как резусы и шимпанзе, имеют особые приспособления к образованию во влагалище пробки, теперь получило серьезное подтверждение по результатам секвенирования генов. Главные белки, содержащиеся в эякуляте приматов и вырабатываемые семенными пузырьками – две разновидности семеногелина, – непосредственно задействованы в свертывании спермы. Генетики Майкл Дженсен-Симан и Вэнь-Сюн Ли изучали эволюцию двух генов семеногелина, имеющих как у человекообразных обезьян, так и у человека, и обнаружили, что наши гены сравнительно слабо изменились по сравнению с предполагаемым предковым состоянием. Но у обыкновенных шимпанзе один из этих двух генов почти вдвое увеличился в длину. У горилл оба гена семеногелина, напротив, демонстрируют признаки дегенерации. Эти открытия заставляют предположить, что промискуитет, характерный для шимпанзе, вторичен и не был свойствен общему предку горилл, шимпанзе и человека. Данное предположение подтверждается тем фактом, что длина гена семеногелина у карликовых шимпанзе увеличилась не так сильно, как у обыкновенных.

Результаты дальнейших исследований, посвященных скорости эволюции второго гена семеногелина, указывают на то, что у приматов, живших многосамцовыми группами, этот ген эволюционировал быстрее, чем у приматов, группы которых включали только одного взрослого самца. Другие исследования показали, что в целом на белки спермы приматов действовал сильный положительный отбор. В одной работе 2005 года было проведено сравнение тысяч генов таких белков у человека и шимпанзе и было показано, что не только два гена семеногелина, но и семь других генов демонстрируют явные признаки положительного отбора. В той же работе эти девять генов человека и шимпанзе сравнивались с соответствующими им генами дюжины других приматов, среди которых были обезьяны как Старого, так и Нового Света. Явные признаки положительного отбора выявлены у резусов и павианов, а у горилл и гиббонов, у которых самка обычно спаривается только с одним самцом, были обнаружены новые

свидетельства дегенерации генов.

Итак, множество признаков (от размеров яичек до параметров сперматозоидов и генов, определяющих состав спермы) свидетельствуют о том, что человек не приспособлен эволюцией к ярко выраженной конкуренции сперматозоидов. Судя по всем этим данным, похоже, что наш вид по своей биологической природе приспособлен жить группами, в которых каждая женщина состоит в связи только с одним мужчиной, хотя и известны некоторые факты, указывающие на то, что на каком-то этапе нашей эволюции между мужскими особями все же могла существовать некоторая конкуренция за оплодотворение одной и той же партнерши.

Помимо системы половых связей параметры сперматозоидов играют важную роль и в еще одной, совсем другой сфере. Вспомним, что размеры сперматозоидов не зависят от размеров тела. То же самое относится к яйцеклеткам и другим клеткам млекопитающих. Общее правило состоит в том, что у крупных млекопитающих клеток больше, но они не крупнее, чем у мелких. Примечательно, что размеры сперматозоидов и яйцеклеток у весящих около 60 г серых мышинных лемуров такие же, как у людей, которые весят в 1000 раз больше. Еще поразительнее, что размеры этих клеток примерно такие же и у синих китов, которые весят в 3000 раз больше, чем люди. Из этого удивительного факта вытекает одна принципиальная проблема, о которой часто забывают.

Яйцеклетку млекопитающего едва можно разглядеть невооруженным глазом: она сравнима по размерам с точкой, стоящей в конце этого предложения. Сперматозоиды еще меньше и видны только под микроскопом. Объем одной яйцеклетки равен объему 30 000 сперматозоидов, а в одном зернышке черного перца сперматозоидов поместилось бы около 3 млрд. Крошечные размеры сперматозоидов и яйцеклеток означают, что для человека логистическая проблема обеспечения встречи сперматозоида с яйцеклеткой намного сложнее, чем для мышинных лемуров. Человеческим сперматозоидам приходится преодолевать после осеменения расстояние примерно в 10 раз больше, чем сперматозоидам мышинного лемура. Кроме того, им еще нужно отыскать яйцеклетку в яйцевоме, просвет которого в 10 раз больше ее диаметра. Но при этом оказывается, что средняя часть («бензобак») сперматозоида мышинного лемура даже немного крупнее, чем средняя часть человеческого сперматозоида. Что же касается синих китов,

то стоящая перед ними логистическая проблема просто поражает воображение. У них сперматозоидам требуется преодолеть расстояние почти в 20 раз больше, чем у человека, и в 200 раз больше, чем у мышинного лемура.

Хотя размеры сперматозоидов и не зависят от размеров тела, в данном случае это несколько не мешает осмысленному сравнению разных видов млекопитающих. Напротив, это помогает нам разобраться в механизме оплодотворения. Поскольку ни сами сперматозоиды, ни их центральная часть не увеличиваются при увеличении размеров млекопитающего, их путешествие по женским половым путям сопряжено у более крупных млекопитающих с большими трудностями. В связи с тем, что сперматозоиды более крупных млекопитающих обычно не оборудованы более крупным «бензобаком», на своем пути в сторону яйцеклетки они нуждаются в посторонней помощи. Чем-то им, наверное, могут помочь особенности механизма спаривания, но так или иначе мы неизбежно приходим к выводу, что матка и яйцеводы должны каким-то образом активно способствовать перемещению сперматозоидов, по крайней мере у крупных млекопитающих, то есть в том числе и у человека. Следовательно, у нас точно должны быть какие-то механизмы, обеспечивающие транспортировку сперматозоидов после осеменения. Без посторонней помощи человеческий сперматозоид может плыть со скоростью около 18 см/час. Чтобы преодолеть с такой скоростью расстояние от шейки матки до выхода из яйцевода (если предположить, что топлива окажется достаточно), сперматозоиду требовалось бы не меньше 45 минут. От влагалища, где обычно оказываются сперматозоиды после естественного осеменения, ему потребовалось бы плыть еще дольше. Чтобы представить себе, какой это подвиг, можно отметить, что для сперматозоида расстояние, которое он должен преодолеть, чтобы оплодотворить яйцеклетку, соответствует 7 км для человека. Натренированные пловцы, пересекающие Ла-Манш, преодолевают такое расстояние примерно за полтора часа.

Оказывается, на самом деле матка бесцеремонно прокачивает сквозь себя попадающие в нее сперматозоиды. Был проведен ряд исследований, в которых механизмы транспортировки сперматозоидов изучали, помещая в матку инертные частицы, которые сами по себе не двигались. Еще до этого были проведены эксперименты на коровах, результаты которых указывали на то, что некоторые сперматозоиды могут

достигать яйцевода меньше чем через три минуты после осеменения. Отталкиваясь от этих данных и от накопленных к тому времени сведений, относящихся к людям, акушеры Джин Эгли и Майкл Ньютон провели в 1961 году первое исследование, посвященное работе соответствующих механизмов у человека. Исследователи поставили опыты на трех испытуемых, которым предстояло хирургическое удаление матки, установив даты операций таким образом, чтобы подгадать их под ожидаемый день овуляции. Каждой из пациенток глубоко во влагалище были введены углеродные частицы, взвешенные в жидкости. В двух из трех случаев эти частицы были в ходе операции извлечены из яйцеводов примерно через полчаса после введения. Таким образом, время перемещения частиц сквозь матку составило не более 30 минут. Эгли и Ньютон сделали из этого вывод, что здесь должна работать какая-то форма активного транспорта и важную роль, по-видимому, играют мышечные сокращения матки.

Другое подобное исследование, посвященное транспортировке частиц по матке и яйцеводам женщин, осуществил в 1972 году гинеколог Шарль де Бур. Он вводил небольшое количество туши в разные участки влагалища или матки почти 200 пациенткам, которым предстояли операции по удалению матки или перевязыванию яйцеводов. Транспортировка туши от влагалища до яйцевода была отмечена только у 6 % пациенток, но транспортировка от шейки матки до яйцевода наблюдалась почти у трети, от полости матки – более чем у половины. У некоторых пациенток ощутимые количества туши, пройдя через яйцеводы, изливались в брюшную полость. По результатам этого исследования де Бур предположил, что сперматозоиды должны самостоятельно доплывать до шейки матки, но после этого мышечные сокращения матки и работа яйцеводов обеспечивают их транспортировку в направлении яичников.

Гинеколог Георг Кунц избрал иной подход к изучению транспортировки сперматозоидов по женским половым путям. Кунц и его коллеги использовали комбинацию двух методов. У 36 женщин они регистрировали волновые сокращения мышц матки посредством ультразвукового исследования с помощью зонда, вводимого во влагалище, а у 64 изучали пассивный транспорт напрямую, вводя в область отверстия шейки матки шарики из альбумина размером со сперматозоиды. Эти шарики имели радиоактивные метки, поэтому их движение к яйцеводам можно было отслеживать с помощью специального детектора. Шарики достигали яйцеводов всего через одну

минуту после введения, то есть матка явно работала как насос. И действительно, особенно во время овуляции в матке наблюдались волны сокращений, направленные преимущественно от шейки к отверстиям яйцеводов. Поскольку у каждой женщины в течение одного цикла обычно происходит выход только одной яйцеклетки, для оплодотворения в каждом цикле нужен только один яйцевод, левый или правый. Интересно, что помеченные шарики транспортировались преимущественно именно к тому яйцеводу, в который выходила яйцеклетка, что соответствовало данным других исследований. В женских половых путях явно работает какой-то механизм, обеспечивающий прибытие большинства сперматозоидов туда, где может произойти оплодотворение.

Прежде чем перейти от проблемы транспортировки сперматозоидов к следующей теме, следует особо упомянуть одно интересное наблюдение. У некоторых женщин один из яйцеводов оказывается перекрытым, часто в результате инфекции. Если яйцеклетка выходит из яичника, расположенного с той же стороны, что и перекрытый яйцевод, оплодотворения, казалось бы, происходить не должно. Но в некоторых случаях оно все же происходит. К сожалению, это приводит к имплантации и развитию зародыша в верхней части перекрытого яйцевода, что неизбежно требует хирургического вмешательства. Единственное, чем можно объяснить такие случаи, – это тем, что сперматозоид достиг яйцеклетки через другой, не перекрытый яйцевод. Но для этого он должен был проплыть через всю брюшную полость. Все это красноречиво свидетельствует о том, с каким упорством сперматозоиды могут стремиться к яйцеклетке, а также о том, что они все же могут самостоятельно преодолевать последний отрезок своего пути.

Обсудив особенности анатомии половых органов, размеров половых клеток и соотношений социальной структуры с системой половых связей, мы неминуемо подходим к событию, через которое все эти явления связаны друг с другом: половому акту. Популярные книги утвердили представление о том, что секс у человека имеет два уникальных свойства: во-первых, он может происходить на любом этапе яичникового цикла, а во-вторых, происходит даже во время беременности. На основании этого Десмонд Моррис назвал людей «самыми сексуальными» из приматов. Но утверждения об уникальности обоих этих свойств опровергаются множеством биологических данных.

Утверждение об уникальности для человека секса во время беременности можно опровергнуть без труда. Нетрудно разобраться и в том, откуда возник этот миф. Может показаться, что совокупление после зачатия не выполняет никакой полезной биологической функции, а значит, казалось бы, у других млекопитающих этого никогда происходить не должно. Но это совершенно точно происходит. Уже больше ста лет известно, что это явление широко распространено в животном мире. Достаточно беглого ознакомления с литературой, чтобы убедиться, что спаривание во время беременности отмечалось у таких разных млекопитающих, как землеройки, мыши, хомяки, кролики, свиньи, коровы, лошади и приматы, в том числе тамарины, макаки, павианы, гульманы и шимпанзе. У макак-резусов проводились исследования гормонального фона таких спариваний. Подобные спаривания обычно происходят лишь на ранних этапах беременности, а позже постепенно сходят на нет, но эта форма поведения так повсеместно распространена, что явно должна выполнять какую-то функцию. Вместо того чтобы верить безосновательному утверждению, будто другие млекопитающие во время беременности не совокупляются, нужно искать объяснение этому явлению. Разгадка этой тайны пока не известна. (Кстати, стоит заметить, что у человека секс даже на самых последних стадиях беременности обычно не связан ни с каким серьезным риском. Судя по данным некоторых исследований, в каких-то отношениях он может быть даже полезен.)

Утверждение о том, что из всех млекопитающих только человек занимается сексом на протяжении всего яичникового цикла, имеет под собой немного больше оснований. Однако представления о нашей уникальности в этом отношении основаны на преувеличениях и искажениях фактов. Принципиально здесь то, что совокупление может временами происходить и на тех этапах цикла, когда овуляция маловероятна, то есть что мы занимаемся сексом, когда захотим. У других млекопитающих, кроме приматов, такое встречается редко или вообще никогда, у полуобезьян (лемуров, лори и долгопятов) – тоже, но у обезьян широко распространено. Более того, почти все обезьяны спариваются на протяжении значительной части яичникового цикла. Одно из немногих исключений составляют гориллы, которые спариваются лишь в течение нескольких дней каждого цикла, близко ко времени наступления овуляции. Обычно же обезьяны спариваются в ходе каждого цикла на протяжении по крайней мере недели, а у некоторых видов спаривание возможно почти в любой день цикла.

В целом спаривание у обезьян обычно происходит чаще всего во время фолликулярной фазы цикла, за которой следует овуляция, а не во время лютеиновой, когда функционирует желтое тело.

Самки большинства млекопитающих спариваются только во время строго ограниченного периода, от одного до трех дней в течение каждого яичникового цикла. Во время этого периода самки нередко активно стремятся к спариванию. Если самка при этом явно демонстрирует готовность к спариванию, в просторечии это называется течкой. Специалист по репродуктивной биологии Уолтер Хип в 1900 году предложил называть такой период термином «эструс». У этого термина любопытная этимология: он происходит от греческого слова *oistros* (овод). Семейство двукрылых паразитических насекомых *Oestridae* включает около 150 видов оводов, личинки которых развиваются в тканях млекопитающих. Связь между оводами и течкой, по-видимому, состоит в том, что оводы, осаждающие коров, могут вызывать у них приступы буйства, чем-то похожие на поведение животных во время течки. Как бы там ни было, слово «эструс» вскоре стало стандартным названием ограниченного периода готовности к спариванию у самок млекопитающих.

Самкам полуобезьян, как и большинства других млекопитающих, в типичном случае свойствен эструс, обезьяны же, напротив, обычно спариваются в течение значительной части яичникового цикла. В связи с этим специалист по репродуктивной биологии Барри Кеверн в 1981 году предложил избегать употребления термина «эструс» применительно к обезьянам. Это были отнюдь не придирки к словам. У нас есть серьезные основания полагать, что у самок обезьян непосредственная гормональная регуляция готовности к спариванию ослабилась, а более гибкая регуляция головным мозгом – усилилась. К сожалению, о хорошо обоснованных доводах Керверна, с тех пор получивших поддержку и многих других специалистов, часто забывают и продолжают вести речь об эструсе у обезьян. В результате этого распространенного заблуждения многие пренебрегают и тем принципиальным фактом, что совокупление на протяжении значительной части цикла широко распространено среди обезьян и почти уникально для обезьян и человека. Этот факт известен уже давно. Специалист по репродуктивной физиологии Сидней Асделл, автор всеобъемлющего труда о размножении млекопитающих, отмечал это необычное свойство у макак-резусов больше 80 лет назад. При этом у людей эта способность выражена в максимальной степени: они могут

заниматься сексом на протяжении всего яичникового цикла. Но продленный период спаривания в течение каждого цикла был, по-видимому, свойствен еще общему предку всех обезьян и человека, жившему более 40 млн лет назад.

У млекопитающих, спаривающихся в течение ограниченной части каждого цикла, овуляция, то есть выход яйцеклетки из яичника, происходит именно в этот непродолжительный период. Казалось бы, есть все основания ожидать, что естественный отбор будет способствовать тому, чтобы спаривание было строго ограничено этим периодом, ведь это обеспечивает оплодотворение недавно образовавшейся яйцеклетки свежим сперматозоидом. Сперматозоиды млекопитающих обычно живут после эякуляции лишь около двух дней, а яйцеклетки – меньше одного дня. Поэтому трудно понять, какой смысл самке млекопитающего спариваться в какое-либо другое время, а не только тогда, когда происходит овуляция. Если копуляция не совпадает с овуляцией, то только что образовавшуюся яйцеклетку может оплодотворить полумертвый сперматозоид, а умирающую яйцеклетку – сперматозоид из свежего эякулята. Давние эксперименты на млекопитающих, таких как кролики и крысы, показали, что оплодотворение, в котором участвует старый сперматозоид или старая яйцеклетка, может приводить к выкидышам или рождению неполноценного потомства. Почему же тогда обезьяны и люди совокупляются в такое время, что участие в оплодотворении старых половых клеток кажется почти неизбежным? Эта принципиальная проблема, о которой редко вспоминают, имеет огромное значение для медицины, как будет показано в последней главе.

Множество данных свидетельствует о том, что овуляция у человека, как и у многих обезьян (таких как макаки, павианы, лангуры и шимпанзе), происходит примерно на середине яичникового цикла. Следовательно, любая копуляция на несколько дней раньше или на несколько дней позже середины цикла может приводить к неприятностям. В лучшем случае она просто не приведет к оплодотворению, а в худшем, если она произойдет близко, но недостаточно близко по времени к овуляции, может привести к оплодотворению с участием старого сперматозоида или старой яйцеклетки. Можно, разумеется, предположить, что у обезьян и человека имеется какой-то особый выработанный эволюцией механизм, устраняющий эту потенциальную проблему. Но даже если так,

то возникает следующая загадка: почему предок обезьян и человека вообще лишился универсального механизма, обеспечивающего участие в оплодотворении только свежих половых клеток? Если оплодотворение при участии старых клеток может приводить к выкидышам и рождению неполноценного потомства, то сильное давление отбора должно ограничивать спаривание непродолжительным периодом до и после овуляции. Так с какой же стати спаривание за пределами этого периода вообще возникло в ходе эволюции? Кроме того, есть и еще одна потенциальная проблема, которая состоит в том, что продленный период спаривания в течение каждого яичникового цикла, особенно если с одной самкой спариваются несколько самцов, может увеличивать риск, связанный с переносимыми сперматозоидами микробами.

Когда обсуждают продленный период спаривания в течение каждого яичникового цикла, опасность участия в оплодотворении старых половых клеток упоминают редко. Многие ученые, предлагавшие остроумные объяснения неограниченного периода спаривания, этой проблемой пренебрегали. Антрополог Нэнси Берли связывала продленный период спаривания со «скрытой овуляцией». В основе этой идеи лежит распространенное представление о том, что самец не может определить, происходит ли у самки овуляция, если самка не сообщает об этом каким-либо отчетливым сигналом. Были выдвинуты три основные гипотезы – возможно, не взаимоисключающие. Первая состоит в том, что спаривание на протяжении более продолжительной части цикла усиливает взаимную привязанность партнеров. Десмонд Моррис отстаивал эту версию в своей книге «Голая обезьяна» (*The Naked Ape*). Антропологи Ли Беншүф и Рэнди Торнхилл в самом начале своей оказавшей большое влияние статьи 1979 года об эволюции моногамии и скрытой овуляции у человека писали: «*Homo sapiens* уникален среди приматов тем, что это единственный вид, живущий группами, у которого преобладает моногамия, и единственный вид, у которого представительницы женского пола не выдают момент овуляции эструсом». Но на самом деле моногамны многие виды приматов (около 80), а момент овуляции не выдают эструсом большинство обезьян. Вторая гипотеза предполагает, что продленная готовность самок к спариванию мешает установлению отцовства. Если самцы не в состоянии определить, в какой именно момент длительного периода спаривания каждой самки у нее происходит овуляция, то им сложно разобраться, от кого она

принесет потомство. Такой механизм может ослабить конкуренцию между самцами, что бывает по ряду причин выгодно в социальном плане. Третья же гипотеза исходит из того, что продленный период спаривания может способствовать увеличению вклада самца в потомство. Кроме того, Нэнси Берли выдвинула и четвертую гипотезу, применимую прежде всего к человеку: момент овуляции «скрыт» и от самих женщин, что препятствует сознательному избеганию зачатия.

Стандартная модель яичникового цикла обезьян и человека, предполагающая, что он работает «как часы», возникла во многом под влиянием исследований макак-резусов, начатых в 1920-х годах специалистом по репродуктивной биологии Карлом Хартманом. Отчасти именно благодаря его исследованиям резусы быстро стали важнейшими подопытными животными среди приматов. В частности, именно Хартман сыграл ключевую роль в распространении представления о «фертильном периоде» (отчетливом пике зачатий в середине цикла) у обезьян Старого Света. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что один из его выводов, которому теперь многие верят безоговорочно, был принципиально ошибочен.

В опубликованной в 1932 году монографии Хартмана, посвященной размножению резусов, имеется диаграмма, на которой виден пик спариваний, приводящих к зачатию, между 9-м и 18-м днями месячного цикла. Обратим внимание на то, что успешные спаривания наблюдались на протяжении всего 10-дневного интервала (третьей части цикла), а не только в середине его, на 14-й день. Но главная ошибка Хартмана в другом. Его диаграмма была построена на основании данных о зачатиях, происходивших в результате однократного помещения самца и самки в общую клетку. Если бы Хартман давал своим макакам возможность спариваться на протяжении всего цикла, его диаграмма действительно показывала бы, когда выше всего вероятность успешного спаривания. Но Хартман полагал, что успешные спаривания обычно происходят в середине цикла, и поэтому именно в этот период устраивал большинство спариваний. В течение первой и последней недель цикла он вообще не помещал самок в одну клетку с самцом. Таким образом, его вывод о пике в середине цикла был сделан заранее и не вытекал из наблюдений. Настоящая проверка этого вывода, исходя из данных Хартмана, состояла бы в том, чтобы рассчитать для каждого дня цикла долю случаев, когда спаривание привело к зачатию, от общего числа случаев, когда спаривание было возможно. Если построить такую

диаграмму, никакого пика в середине цикла на ней не обнаруживается.

Почти через 40 лет после выхода монографии Хартмана была опубликована похожая диаграмма успешных спариваний у павианов, на которой спаривания, приводившие к зачатию, были сконцентрированы на 12-дневном промежутке, с 9-го по 20-й день цикла. Если рассчитать долю успешных спариваний, пик в середине цикла исчезает, как и в случае с макаками Хартмана. Так что от двух самых известных примеров типичности зачатий в середине цикла для обезьян Старого Света при ближайшем рассмотрении не остается камня на камне.

Представление о том, что овуляция и зачатие в середине цикла типичны для женщин, популяризовали два гинеколога, работавшие в 1920-х и 1930-х годах: австриец Герман Кнаус и японец Кюсаку Огино. Эти два ученых, быть может, больше, чем кто-либо другой, сделали для распространения модели месячного цикла, работающего «как часы». Кнаус был убежден, что выводы о человеческом яичниковом цикле можно напрямую делать на основании данных о таком модельном объекте, как кролики. Но этот выбор модельного объекта был неудачным. Кроликам свойственна индуцированная овуляция, в то время как женщины, как и самки всех других приматов, овулируют спонтанно. Огино, Кнаус и Хартман работали в одни и те же годы, и результаты, полученные в ходе исследований макак-резусов, влияли и на выводы о яичниковом цикле и зачатии у женщин. Тем самым полученное Хартманом кажущееся свидетельство пика зачатий в середине цикла у макак способствовало становлению стандартной модели яичникового цикла человека. Вслед за Огино и Кнаузом многие другие ученые тоже стали сообщать о свидетельствах наличия «окна фертильности» в человеческом менструальном цикле. При этом Огино и Кнаус признавали, что продолжительность менструального цикла у женщин может варьировать, но оба ошибочно полагали, что промежуток между овуляцией и началом следующей менструации, то есть лютеиновая фаза цикла, постоянен и составляет две недели.

Представление о том, что овуляция и успешные зачатия у людей обычно происходят точно в середине цикла, остается общепринятым. Но существует масса редко цитируемых данных о случаях, когда единственный половой акт приводил к зачатию, указывающих на то, что на самом деле сроки зачатия в течение цикла варьируют в очень широком диапазоне. Публикации подобных данных (преимущественно

на немецком языке) стали появляться по меньшей мере с 1869 года, когда вышла статья гинеколога Йоханна Альфельда. В этой статье он ссылаясь на две сотни больничных карт, в которых описывались случаи зачатий в результате единственного полового акта. Судя по этим данным, половые акты, приводившие к зачатиям, случались в любой день цикла без исключения, хотя секс намного чаще приводил к зачатию, если происходил в течение первой половины цикла. Причем пик наблюдался не на 14-й, а на 6-й день после начала менструации. По меньшей мере в 20 последующих работах, основанных на сравнительных данных, была выявлена похожая закономерность: секс может приводить к беременности практически в любой день цикла, но в течение первых двух недель это намного более вероятно. Сведения о времени зачатия были основаны на данных о единичных половых актах, о чем было известно, например, тогда, когда солдат ненадолго отпускали домой на побывку, или из материалов дел об установлении отцовства, или из карт гинекологических клиник.

В вышеупомянутых случаях зачатие обычно не сопровождалось физическим насилием. Однако данные о случаях зачатия в результате изнасилования подтверждают вывод о том, что секс может приводить к зачатию практически в любой день цикла. Приведем один из таких примеров. В 1947-м врач Г. Линценмайер проанализировал 160 случаев изнасилований женщин с регулярными месячными циклами. Из них 62 забеременели. Судя по имевшимся сведениям, изнасилование в этих 62 случаях происходило с 3-го по 18-й день цикла (то есть на протяжении промежутка в 16 дней). Линценмайер пришел к выводу, что это распределение аномально и что овуляция в таких случаях могла быть индуцирована насилием. Впоследствии на ту же точку зрения встал ветеринар Вольфганг Йёхле. Но на самом деле овуляция у приматов обычно спонтанна и нет никаких убедительных свидетельств того, что у женщин вообще возможна индуцированная овуляция. Намного вероятнее, что для человеческих месячных циклов нормален широкий диапазон дней, в которые половой акт может приводить к зачатию.

Мой собственный недавний анализ более 4000 случаев, основанный на данных 10 исследований, позволил получить удивительно гладкую кривую и прийти к следующему выводу: половой акт, приводящий к зачатию, возможен почти в любой день цикла, хотя вероятность зачатия выше в течение первой половины цикла, то есть во время фолликулярной фазы, а не в течение второй половины, во время лютеиновой фазы. В первой половине цикла наблюдается пик успешных

зачатий, но не в районе 14-го дня, в самой середине цикла, а в районе 8-го или 9-го дня.

На полученные ранее данные, подтверждающие этот вывод, мало кто обращал внимание. Некоторые ученые отвергали их как ненадежные, потому что они были основаны на косвенных данных и опубликованы до того, как отслеживать уровень гормонов стало просто. Кроме того, сведения о датах менструаций и половых актов были получены от самих женщин, и многие считают, что такие свидетельства слишком ненадежны. Тем не менее в статье, которую опубликовал в 2000 году эпидемиолог Аллен Уилкоккс, эти данные подтвердились. В его исследовании приняли участие более 200 здоровых женщин из Северной Каролины, прекративших пользоваться противозачаточными средствами и планировавших завести ребенка. Каждая из испытуемых записывала даты половых актов и менструаций. Время овуляции надежно оценивалось по данным анализов мочи на гормоны. За время исследования 60 % испытуемых зачали и родили детей. Пик вероятности зачатия приходился на 12-й и 13-й дни, но для каждой женщины вероятность оказаться в фертильном окне между 6-м и 21-м днем цикла составляла не меньше 10 %. За пределами этого диапазона зачатия случались редко, но все же случались. Уилкоккс и его коллеги сослались в связи с этим на одну из работ своих немецких предшественников и отметили высокую степень сходства результатов. Они пришли к следующему выводу: «Женщин следует предупреждать, что сроки их окна фертильности могут быть довольно непредсказуемыми, даже если циклы у них обычно регулярны. <...> Наши данные заставляют предположить, что у некоторых женщин есть незначительное количество дней менструального цикла, в течение которых они в принципе неспособны забеременеть».

Гинеколог Ютака Ёсида привел ценные сведения о сроках овуляции и зачатия в своей статье 1960 года, посвященной искусственному осеменению донорской спермой. У всех женщин, обсуждавшихся в этой статье, мужья считались совершенно бесплодными, потому что сперматозоидов у них в эякуляте содержалось очень мало или не было совсем. В отличие от многих других врачей, проводивших искусственное осеменение, Ёсида вводил пациенткам донорскую сперму лишь один раз за цикл и в итоге получил данные о сотне с лишним зачатий в результате однократных осеменений. Для оптимизации сроков осеменения использовались два косвенных признака овуляции: базальная температура тела и состояние слизи, выделяемой шейкой матки. Судя

по этим признакам, овуляция у разных женщин происходила в промежутке с 10-го по 23-й день цикла, а успешное осеменение удавалось осуществить с 8-го по 22-й день. Пик успешных осеменений приходился на 14-й день. Особенно интересный результат состоял в том, что единичные осеменения, приводившие к беременности, в целом охватывали промежуток от 10 дней перед предполагаемым моментом овуляции до четырех дней после него. Этот результат свидетельствует о том, что человеческие сперматозоиды могут жить после осеменения до 10 дней, хотя обычно считается, что максимальный срок их жизни составляет только два дня. Хотя Ёсида и старался специально скоординировать искусственное осеменение с овуляцией, этому мешала естественная вариабельность менструальных циклов. Более того, если проанализировать его результаты, рассчитав долю успешных осеменений от общего числа попыток осеменения в любой день, то окажется, что явного пика не наблюдается и на значительной части цикла этот показатель распределен так же равномерно, как и доля успешных однократных спариваний у резусов и павианов.

В совокуплении и зачатии обезьян и человека явно есть что-то необычное, если совокупления, ведущие к зачатию, могут явно происходить на протяжении значительной части яичникового цикла. Сведения, полученные из одного неожиданного источника, позволили по-новому взглянуть на эту особенность. В своей знаменательной статье 1982 года зоолог Ричард Килти проанализировал данные о продолжительности беременности почти 50 видов млекопитающих и обнаружил, что в среднем этот параметр варьирует в пределах вида на 3 %. Но среди проанализированных им видов пять относились к приматам (полуобезьян среди них не было, только обезьяны), и у них продолжительность беременности оказалась более изменчивой. Заинтересовавшись этим вопросом, я решил сам собрать и проанализировать подобные данные. У 27 видов млекопитающих, не относящихся к приматам, и у 12 видов полуобезьян стандартное отклонение от средней продолжительности беременности оказалось близким к 2 %, но у 15 видов обезьян изменчивость оказалась вдвое выше, в среднем около 4 %.

Можно предложить два объяснения этой разницы. Одно состоит в том, что более значительная изменчивость продолжительности беременности, чем у большинства млекопитающих, – просто случайная особенность обезьян. Однако сроки беременности у млекопитающих

обычно определены очень точно, и неясно, почему у обезьян это должно быть не так. Другое возможное объяснение состоит в том, что бо́льшая изменчивость продолжительности беременности, отмечаемая у обезьян, может быть артефактом, связанным с предполагаемыми сроками зачатия. Данные о продолжительности беременности у млекопитающих поступают в основном из наблюдений за их спариваниями в неволе. У млекопитающих с отчетливым эструсом, в том числе у полуобезьян, дату зачатия обычно можно установить довольно точно, отмечая, в какие дни происходит спаривание. Изменчивость продолжительности беременности, регистрируемая у большинства млекопитающих, в целом отражает реальную изменчивость временного промежутка от зачатия до родов. С обезьянами же ситуация совсем иная. Спаривания у них нередко происходят несколько раз в разные дни яичникового цикла, что не позволяет точно определять время зачатия. Принято считать, что овуляция и спаривание, приводящее к зачатию, обычно наблюдаются в середине цикла. Но если к зачатию может приводить спаривание, происходящее в другое время, то, возможно, бо́льшая изменчивость расчетной продолжительности беременности связана именно с этим. Если сперматозоиды действительно в состоянии храниться несколько дней где-то в половых путях самки, то успешное спаривание может быть отделено от зачатия разными промежутками времени. Из этой гипотезы напрямую следует проверяемый прогноз: изменчивость продолжительности беременности, регистрируемой у обезьян, должна оказаться меньше, если оценивать момент зачатия по каким-то более надежным признакам.

Один простой способ получить более надежные данные состоит в том, чтобы ограничить взаимодействие между самцами и самками. Например, в разных исследованиях макак-резусов самки находились в одних клетках с самцами в течение разных промежутков времени. Когда это время было более длительным, отмечаемое стандартное отклонение от средней продолжительности беременности составляло почти 5 %, что более чем в два раза выше, чем у большинства млекопитающих. Когда же самки находились вместе с самцами лишь в течение 15 минут единственного дня, то регистрируемая изменчивость снижалась примерно до 3 %. Вместе с тем если сперматозоиды хранятся где-то в половых путях самки, то даже точная регистрация времени спаривания не позволяет надежно определять время зачатия.

Вместо того чтобы полагаться на наблюдения за спариваниями, исследователи теперь все чаще отслеживают изменения уровня гормонов, позволяющие точно определять момент овуляции. Делать это стало намного проще, когда появились чувствительные методы измерения уровня гормонов посредством анализов мочи или кала. За яичниковыми циклами и беременностью можно следить «на расстоянии», не прибегая к регулярной поимке самок, чтобы брать у них кровь на анализ, что вызывает у животных ощутимый стресс. Я впервые принял участие в подобной работе в 1970-х годах в Лондонском зоологическом обществе, где мы вместе со специалистом по репродуктивной биологии Брайаном Ситоном анализировали образцы мочи горилл. Впоследствии вместе с другими коллегами я отслеживал уровень гормонов в моче у ряда других видов приматов. В Цюрихе я участвовал в исследовании боливийских мармозеток Гёльди под руководством специалиста по репродуктивной биологии Кристофера Прайса. Для этого исследования нам нужны были точные данные о нормальной продолжительности беременности. Результаты, полученные ранее на основании косвенных данных, таких как наблюдения за спариваниями, были противоречивы и неоднозначны. Мармозетки Гёльди спариваются на протяжении яичникового цикла нечасто и нерегулярно, а кроме того, спариваются и во время беременности, так что наблюдения за их спариваниями не могут служить надежным источником сведений о времени зачатия. Данные об уровне гормонов позволили нам определять время зачатия в пределах трехдневного промежутка и рассчитать среднюю продолжительность беременности, которая составила 152 дня. Изменчивость этого параметра была всего 2 %, так что точные измерения показали, что продолжительность беременности на самом деле варьирует у мармозеток Гёльди не сильнее, чем у млекопитающих с отчетливым эструсом.

Выяснить продолжительность беременности у человека тоже не так-то просто. Момент овуляции нельзя определить ни по каким хорошо заметным признакам. В медицинских кругах продолжительность беременности принято отсчитывать от первого дня последней менструации перед зачатием. Определяемую этим способом обычную продолжительность беременности, составляющую 40 недель или чуть больше девяти месяцев, нельзя сравнивать с продолжительностью беременности, установленной для других млекопитающих, у которых ее

всегда отсчитывают от момента зачатия. Исходя из традиционных представлений о том, что зачатие обычно происходит на 14-й день человеческого цикла, истинная средняя продолжительность беременности у человека должна составлять около 38 недель. В статье 1950 года врачи Джеймс Гибсон и Томас Маккиун проанализировали данные за 1947 год о продолжительности беременности у более 17 000 женщин из Бирмингема. При этом учитывались только случаи, в которых рождался один живой младенец. Отсчитанная от первого дня последней менструации продолжительность беременности составила в среднем чуть больше 280 дней, а стандартное отклонение – чуть больше 5,5 %. Объем выборки был огромным, но величина стандартного отклонения оказалась сравнимой с самыми высокими значениями этого показателя, известными для обезьян, а значит, и для млекопитающих в целом.

Как и в случаях с другими приматами, более точное определение вероятного момента зачатия дает не столь изменчивые оценки продолжительности беременности у человека. Например, Рудольф Дюрофф опубликовал в 1939 году анализ данных о продолжительности беременности у женщин, партнеры которых ненадолго приезжали из армии на побывку, и получил более низкий коэффициент вариации – около 4,5 %. В одном более позднем исследовании этот коэффициент оказался еще ниже – около 3,5 %. Кстати, эти снижающиеся показатели изменчивости говорят о том, что свидетельства женщин, участвовавших в данных исследованиях, действительно были довольно достоверны.

Еще более точные данные о продолжительности беременности у человека поступают из клиник, где занимаются лечением бесплодия. За последние несколько десятков лет миллионам женщин удалось забеременеть в результате применения вспомогательных репродуктивных технологий, таких как ЭКО. Эти технологии дают нам уникальную возможность точнее определять продолжительность беременности у человека. К сожалению, специалисты по лечению бесплодия уделяют этому вопросу мало внимания, и огромные объемы данных остаются необработанными и неопубликованными. К счастью, когда я работал над этой книгой, меня познакомили с Говардом Гамильтоном, исполнительным директором Иллинойских центров лечения бесплодия, самой большой подобной организации в штате Иллинойс. Экскурсия по ее клинике в Чикаго, оборудованной по последнему слову техники, произвела на меня неизгладимое впечатление.

Доктор Гамильтон, а также работавшие в этой клинике врачи Кевин Ледерер и Аарон Лифшиц искренне заинтересовались моей идеей проанализировать имеющиеся в распоряжении их организации данные, чтобы проверить возможность хранения сперматозоидов в женских половых путях. Более того, доктор Лифшиц обратил внимание на один важный момент, который я упустил. Современные специалисты по лечению бесплодия предпочитают проводить искусственное осеменение, вводя сперму непосредственно в матку. Такое внутриматочное осеменение имеет более высокие шансы на успех, чем введение спермы во влагалище. Доктор Лифшиц проницательно заметил, что при этом сперматозоиды не попадают к шейке матки, а значит, если они могут храниться именно там, при данной процедуре между осеменением и зачатием не должно быть задержки. Я ожидал, что анализ данных о внутриматочном осеменении и ЭКО позволит получить более точные сведения об истинной продолжительности беременности у человека, от зачатия до рождения. После того как были приняты все необходимые меры для защиты конфиденциальности пациенток, мне и моей сотруднице Ханне Кох, работавшей у меня в интернатуре, разрешили обработать большой объем данных, накопленных в Иллинойских центрах лечения бесплодия.

Мы почти сразу столкнулись с серьезной трудностью. При внутриматочном осеменении и ЭКО намного чаще случаются преждевременные роды, возможно потому, что эти технологии не включают естественный процесс фильтрации сперматозоидов в шейке матки. В результате промежуток времени от зачатия до родов оказывается более изменчивым, так что нам не удалось использовать вариации в продолжительности беременности, чтобы установить ее точный срок. К счастью, эту проблему можно обойти, изучив связь массы тела при рождении с продолжительностью промежутка от осеменения или оплодотворения до родов. Масса новорожденных по идее должна увеличиваться по мере их пребывания в утробе. Однако если считать продолжительность беременности от первого дня последней менструации, вес при рождении оказывается слабо связанным с продолжительностью беременности. Это только одна из проблем, возникающих, когда момент зачатия точно не известен. При ЭКО момент зачатия, напротив, известен совершенно точно. Как и следовало ожидать, когда мы проанализировали данные о примерно 300 случаях, связь между массой тела при рождении и продолжительностью промежутка от экстракорпорального оплодотворения до родов

оказалась намного более сильной и высоко достоверной. Обнаруженная тенденция свидетельствовала о том, что если учитывать точную дату зачатия, то вес при рождении действительно тесно связан с продолжительностью пребывания в утробе. Теперь можно было заняться проблемой, на которую обратил внимание доктор Лифшиц. Анализ почти сотни случаев показал, что связь между массой тела в момент рождения и продолжительностью промежутка от внутриматочного осеменения до рождения почти так же сильна, как и в случаях с ЭКО. Судя по этим результатам, сперматозоиды действительно могут храниться в шейке матки, а внутриматочное оплодотворение очень быстро приводит к зачатию.

Одна из причин того, что время зачатия у человека так трудно определить, состоит в том, что момент овуляции нельзя отследить ни по каким явным внешним признакам. Многие авторы утверждали, что «скрытая овуляция» уникальна для нашего вида. Но на самом деле, хотя у самок шимпанзе и многих других обезьян Старого Света и наблюдается хорошо заметное набухание наружных половых органов, более или менее совпадающее с моментом овуляции, у большинства приматов овуляция не сопровождается никакими внешними проявлениями. Ни у кого из полуобезьян и ни у кого из обезьян Нового Света наружные половые органы не набухают, а среди человекообразных обезьян их набухание ярко выражено только у шимпанзе. Набухшие половые органы шимпанзе выглядят так необычно, что посетители зоопарков нередко принимают их за какие-то опухоли. Сотрудники лондонского и цюрихского зоопарков показывали мне возмущенные письма посетителей, требовавших хирургического удаления уродливых наростов, которые они видели на задах у самок шимпанзе. Но на самом деле эти наросты совершенно естественны, и самцы шимпанзе, по-видимому, находят их привлекательными.

У большинства обезьян, как и у человека, овуляция не связана ни с какими заметными внешними проявлениями. Более того, в последнее время накапливается все больше данных, свидетельствующих о том, что даже у тех приматов, у которых внешние признаки овуляции хорошо заметны, эти признаки ненадежны. У полуобезьян момент овуляции можно по крайней мере определить по косвенным признакам, потому что у них есть ярко выраженный эструс, как и у большинства других млекопитающих. Но у обезьян скрытая овуляция – это правило, а не исключение. Таким образом,

скрытая овуляция, по-видимому, возникла еще у предков обезьян, равно как и продленный период спаривания в течение каждого яичникового цикла и большая изменчивость продолжительности беременности. Действительно интересный вопрос состоит в том, почему у некоторых обезьян Старого Света, в том числе у шимпанзе, половые органы заметно набухают, приблизительно сигнализируя о моменте овуляции. Но это уже другая история.

Нам осталось обсудить еще одну особенность полового поведения человека, связанную со временем зачатия, а именно изменчивость сексуальной мотивации и половой активности у женщин в течение яичникового цикла.

О якобы уникальной «утрате эструса» у человека написано много. В то же время немалый интерес вызывало представление о том, что сексуальная мотивация у женщин сохранила по крайней мере некоторую циклическую изменчивость. Хотя половой акт у человека действительно возможен в любой день цикла, уровни гормонов на протяжении каждого цикла демонстрируют отчетливую динамику. Эта динамика похожа на ту, что наблюдается у полуобезьян и многих других млекопитающих, имеющих ярко выраженный эструс. В настоящее время миллионы женщин по разным причинам регулярно принимают естественные или синтетические стероидные гормоны, но слишком мало известно о том, как эти гормоны могут влиять на сексуальность, в том числе на половое поведение. Чтобы разобраться в циклических изменениях полового поведения, нужно понять, какими изменениями сопровождается циклическая динамика уровней гормонов у женщин.

В 1933 году анатом Георгиос Папаниколау опубликовал интереснейшее, но долгое время остававшееся без внимания исследование изменений, происходящих во влагалище женщины в течение каждого цикла. За 16 лет до этого Папаниколау вместе с другим анатомом Чарльзом Стокардом изобрел новый метод исследования яичникового цикла у самок хомяков, требовавший изучения клеток из образцов жидкости, взятой из влагалища. Эта жидкость обычно имеет слизистую консистенцию и содержит отслоившиеся клетки слизистой оболочки влагалища, а также эритроциты, лейкоциты и многочисленные бактерии. Препарат такой жидкости называется влагалищным мазком. По влагалищному мазку можно надежно определять момент овуляции у многих млекопитающих.

Впоследствии Папаниколау прославился другим открытием, связанным с предыдущим: он обнаружил, что по образцу клеток шейки матки можно обнаружить рак на ранних стадиях развития. В 1943 году Папаниколау в соавторстве с Гербертом Траутом опубликовал книгу «Диагностика рака матки по влагалищному мазку» (Diagnosis of Uterine Cancer by the Vaginal Smear), положив начало использованию мазка Папаниколау, или Пап-теста, ставшего теперь одним из стандартных методов, применяемых во всем мире.

Хотя имя Папаниколау как автора Пап-теста получило широкую известность, его ценная статья 1933 года о наблюдении за ходом женских циклов с помощью вагинальных мазков оказалась надолго забыта. В течение последних 30 лет, за исключением некоторых особых случаев, за ходом таких циклов обычно следят с помощью анализов на гормоны, а не с помощью влагалищных мазков. Однако открытия Папаниколау не утратили своей актуальности. Изменения, происходящие во влагалищных мазках в течение яичникового цикла, у человека варьируют сильнее, чем у многих других млекопитающих, но принципиальная схема этих изменений все же остается узнаваемой. Исходя из результатов исследования более тысячи мазков, Папаниколау разделил женский цикл на четыре основные фазы: начальную (с 1-го дня менструации по 7-й день цикла), «копулятивную» (с 8-го по 12-й день), пролиферативную (с 13-го по 17-й день) и предменструальную (с 18-го дня по начало следующей менструации). Влагалищные мазки, взятые у женщин во время копулятивной фазы, напоминают мазки, взятые у грызунов во время брачного периода, и содержат характерные плоские клетки, отслоившиеся с внутренней оболочкой влагалища, а также вырабатываемую ей обильную слизь.

Папаниколау связывал выделенную им копулятивную фазу, с 8-го по 12-й день, с половыми актами, приводящими к зачатию, которые, как утверждалось, происходят преимущественно именно в этот период. Он также отмечал, что, судя по некоторым сообщениям, в течение определенного периода после менструаций, соответствующего копулятивной фазе, у женщин наблюдается пик полового влечения. Однако сообщения о сроках этого пика были противоречивы: другие авторы утверждали, что пик наблюдается перед самыми менструациями, а третьи – что один пик наблюдается до менструаций, а другой – после. В частности, наличие двух таких пиков предполагала шотландка Мэри Стоупс, боровшаяся за права женщин и открывшая в 1921 году первую в Великобритании клинику по регулированию рождаемости. В ее книге

«Супружеская любовь» (Married Love), изданной в 1918 году (и запрещенной в США до 1931 года) была приведена диаграмма, из которой следовало, что естественное половое влечение у здоровых женщин достигает одного пика за два-три дня до начала менструации, а другого – через восемь-девять дней после ее окончания.

Одной из важнейших вех на пути изучения этого вопроса стала статья, которую опубликовали в 1937 году ученые Роберт Макканс и Эли Уиддоусон. Они провели опрос с использованием стандартных анкет, чтобы изучить, как работа гормонов связана с психологией на протяжении менструального цикла. Неудивительно, что 75 лет назад, когда проводился этот опрос, он встретил серьезное сопротивление. Авторы сообщали, что руководители некоторых медицинских школ «категорически возражали против данных анкет на том основании, что для незамужних студенток сексуальные чувства – это ненормально и что в их учебных заведениях никаких анкет, содержащих подобные слова, не было и не будет». Несмотря на это, авторам в конечном итоге удалось проанализировать полученные из этих анкет данные о почти 800 полных циклах почти 200 женщин, из которых больше половины были незамужними. Судя по сообщениям замужних женщин, принявших участие в исследовании, за один цикл у них было в среднем по пять половых актов, максимум – 18. Один поразительный результат состоял в том, что частота половых актов достигала пика на 8-й день цикла, в середине фолликулярной фазы. Таким образом, вопреки ожиданиям, пик не совпадал с наиболее вероятным днем овуляции – 14-м. Макканс и Уиддоусон проницательно прокомментировали это несоответствие: «Если... человеческие сперматозоиды редко могут жить в женских половых путях больше двух дней, то трудно понять, почему между периодом максимального полового влечения у женщины и временем ее овуляции должно проходить семь дней».

После перерыва в двадцать с лишним лет проблема циклической изменчивости полового влечения у женщин снова стала популярным предметом научных исследований. Особенно примечательна здесь серия публикаций медиков Ричарда Адри и Наоми Моррис. Проведя массу анализов данных, они сумели выявить пик, приходившийся на фолликулярную фазу. В 1971 году биолог Уильям Джеймс провел повторный анализ данных одной работы Макканса и Уиддоусон и одной работы Адри и Моррис и подтвердил выводы этих авторов.

В 1982 году психиатры Диана Сэндерс и Джон Бэнкрофт

опубликовали важную статью, посвященную связи женской сексуальности с менструальным циклом. В этой обзорной работе обобщались данные проведенного авторами исследования более 50 женщин, методично описывавших свое настроение и половую жизнь в дневниках. Для определения фаз цикла у этих женщин примерно раз в два дня брали кровь для анализа на гормоны. Их половая активность с партнерами имела циклическую динамику, достигая достоверного пика в середине фолликулярной фазы (с 6-го по 10-й день). Объединенный показатель сексуальных чувств достигал похожего пика в середине фолликулярной фазы, но в конце лютеиновой фазы, перед менструацией, наблюдался второй пик. Некоторые женщины отмечали, от кого исходила инициатива заняться сексом – от самой женщины или от ее партнера. Секс по инициативе самой женщины или по инициативе обоих партнеров особенно часто происходил тоже в середине фолликулярной фазы. По инициативе партнера секс несколько более часто происходил во время лютеиновой фазы. Результаты этого исследования свидетельствовали о том, что в середине фолликулярной фазы наблюдается повышение полового влечения и половой активности. Кроме того, некоторые данные указывали на повышение полового влечения в конце лютеиновой фазы, но никакого пика в середине цикла, в районе времени овуляции, не наблюдалось.

Психолог Гарольд Станислав и биолог Фрэнк Райс в своем исследовании связи полового влечения со стадиями цикла воспользовались другим подходом. Они обратили внимание на то, что авторы предшествующих работ часто изучали распределение половых актов по дням цикла. Хотя часто сообщалось, что секс особенно часто происходит сразу после окончания менструаций, причина этого может быть в том, что многие пары во время менструаций воздерживаются от секса. На частоту половых актов могут влиять и другие факторы, такие как день недели, наличие готового к сексу партнера, инициатива партнера и избегание секса в середине цикла как метод контрацепции. Все эти факторы могут ослаблять связь между частотой половых актов и циклическими изменениями уровня женских гормонов. Поэтому Станислав и Райс разработали новую методику и провели исследование, в ходе которого отмечали уровень полового влечения и изменения базальной температуры тела, повышение которой часто свидетельствует об овуляции. Результаты этого исследования показали, что в ходе каждого цикла усиление полового влечения обычно происходит за несколько дней до предполагаемого

дня овуляции.

Результаты исследований связи полового влечения с ходом цикла у женщин довольно сильно варьируют. Это и неудивительно, потому что на этих результатах сказываются несколько вмешивающихся факторов. В большинстве случаев момент овуляции не определялся напрямую, а лишь приблизительно оценивался по косвенным признакам. Тем не менее налицо некоторые общие тенденции, которые меняются, если женщина принимает противозачаточные таблетки. В отсутствие приема стероидных гормонов сексуальная мотивация у женщины обычно достигает пика в первую неделю после окончания менструации (с 8-го по 14-й день цикла), после чего в последнюю неделю перед следующей менструацией (с 22-го по 28-й день четырехнедельного цикла) иногда наблюдается второй пик. Хотя в изменениях сексуального интереса на протяжении цикла и налицо некоторые тенденции, их связь с уровнем гормонов неочевидна. Предменструальный пик половой мотивации по-прежнему остается необъясненным. Однако пик, наблюдаемый в середине фолликулярной фазы, приблизительно совпадает по срокам с копулятивной фазой, выделенной Папаниколау на основании анализа влагалищных мазков. Кроме того, многочисленные данные о зачатиях в результате единственного полового акта указывают на то, что частота таких половых актов тоже достигает пика в первую неделю после менструаций. Случайность? Не думаю.

Глава 4

Долгая беременность и трудные роды

В 2006 году в Филдовском музее в Чикаго открылся новый отдел постоянной экспозиции, посвященный эволюции жизни на Земле. С тех пор я никогда не упускаю возможности совершить путешествие во времени, пройдя мимо экспонатов этого отдела. Один из моих любимых – превосходно сохранившаяся самка ископаемого ската, найденная в Вайоминге в озерных отложениях возрастом около 50 млн лет. Профессиональное препарирование образца позволило освободить от породы не только скелет взрослой рыбы, но и скелет детеныша, развивавшегося у нее в утробе. Среди скатов и акул живорождение, свойственное лишь немногим другим рыбам, встречается нередко. Много лет назад в Музее естествознания в Лондоне я впервые увидел навсегда запечатлевшиеся в моей памяти ископаемые остатки другой беременной самки – представительницы ихтиозавров, похожих на дельфинов рептилий, населявших моря и океаны 250–90 млн лет назад, в эпоху динозавров. Ископаемых образцов беременных ихтиозавров известно уже немало. Среди позвоночных, не только млекопитающих, есть и много других примеров живорождения. Из современных позвоночных, не относящихся к млекопитающим, способность вынашивать детенышей в своем теле свойственна не одной сотне видов, в том числе множеству рыб, нескольким амфибиям (таким как жаба-повитуха), а также ряду видов рептилий – ящериц и змей. Но живорождение стало преобладающим способом размножения лишь у млекопитающих, а среди птиц оно и вовсе не встречается. Учитывая, что вынашивание и рождение детенышей требует немалых затрат энергии, как этот механизм размножения вообще возник в ходе эволюции?

Детеныш млекопитающего получает перед детенышами большинства других позвоночных огромное преимущество, связанное с тем, что мать предоставляет ему на первых этапах развития и пищу, и теплое убежище. Исключение из этого правила составляют лишь обитающие в Австралии и Новой Гвинее однопроходные млекопитающие (утконос, ехидна и несколько видов проехидн), упорно следующие древнему обычаю откладывать яйца. У подавляющего

большинства млекопитающих – всех сумчатых и всех плацентарных – зародыш развивается из оплодотворенной яйцеклетки, не покидая утробы матери. Следовательно, живорождение у млекопитающих должно было возникнуть более 125 млн лет назад, когда жил общий предок сумчатых и плацентарных, – если не раньше. Более 100 млн лет назад нашу планету населяли похожие на грызунов млекопитающие – многобугорчатые, для которых были характерны многочисленные бугорки на коренных зубах. Многобугорчатые вымерли более 40 млн лет назад, и среди современных млекопитающих их близких родственников не осталось. Исходя из того, что кости их крошечного таза были сросшимися, выдающийся палеонтолог Зофья Келян-Яворовская сделала вывод, что многобугорчатые не могли откладывать яйца, содержавшие достаточно желтка для развития вне материнской утробы, а значит, были живородящими. Иными словами, истоки человеческой беременности следует искать в глубокой древности – быть может, за 140 млн лет до наших дней.

Итак, человеческая беременность имеет долгую эволюционную историю. Изучение этой истории, как и истории возникновения других особенностей размножения человека, позволяет сформулировать принципиальные вопросы, а иногда и ответить на них. Например, учитывая, что наша иммунная система возникла в ходе эволюции для распознавания и уничтожения проникающих в нас чужеродных белков, почему организм беременной женщины не отторгает развивающийся у нее в утробе зародыш – чужеродное тело, многие белки которого отличаются от материнских? Этот вопрос особенно уместен потому, что человеческая плацента тесно связывает зародыш с организмом матери, и мало какие барьеры мешают попаданию зародышевых белков в материнский кровоток. Еще один вопрос, связанный с предыдущим, касается глубокого проникновения человеческой плаценты в стенку матки, которое обычно рассматривается как адаптация к более эффективному обмену веществами между матерью и зародышем, требуемому для развития большого головного мозга. Но убедительно ли это объяснение? Лучшие ключи к ответам на эти вопросы может дать сравнение с другими приматами и млекопитающими. Не менее принципиальные вопросы касаются продолжительности беременности. Как мы уже знаем из предыдущей главы, отследить момент овуляции не так-то просто, поэтому врачи обычно отсчитывали начало беременности от начала последних месячных. Но этот метод позволяет предсказывать время

родов лишь приблизительно. Можно ли предсказать его точнее? Понимание эволюционной истории проливает свет не только на время родов, но и на происхождение таких любопытных явлений, как утренняя тошнота беременных или характерное для большинства млекопитающих поедание последа.

У живорождения есть два огромных достоинства: во-первых, оно предполагает развитие зародыша в особом защищенном месте с постоянной температурой, а во-вторых, позволяет весьма эффективно передавать питательные вещества от матери детенышу. Высиживание яиц требует намного больших затрат пищи и энергии, и хотя птицы обычно бывают заботливыми родителями, их потомство нередко гибнет еще до вылупления от переохлаждения или по вине хищников, разоряющих гнезда. Кроме того, механизм переработки питательных веществ из организма матери в объемный желток и последующей переработки желтка развивающимся в яйце зародышем менее эффективен, чем непосредственная передача этих веществ зародышу. Но если у живорождения столько очевидных выгод, то почему же большинство других позвоночных откладывают яйца, а не вынашивают своих детенышей в утробе матери, как сумчатые и плацентарные млекопитающие? Естественный отбор работает лишь с признаками, возникающими в результате случайных мутаций и рекомбинации, так что у древних млекопитающих живорождение возникло, по-видимому, по счастливой случайности, а затем благодаря своим преимуществам закрепилось у всех сумчатых и плацентарных.

Для всеобщего распространения живорождения среди млекопитающих естественному отбору потребовалось преодолеть несколько препятствий. Когда зародыш тесно связывается с внутренней оболочкой матки через плаценту, возникает проблема совместимости матери и плода. Зародыш получает половину своих генов от отца, а значит, синтезирует многие белки, отличные от материнских. Тесная связь между матерью и развивающимся зародышем увеличивает эффективность передачи питательных веществ, но при этом сильно осложняет работу иммунной системы. Естественная реакция материнского организма на чужеродные белки предполагает их связывание и уничтожение, поэтому, чтобы предотвратить отторжение плода иммунной системой матери, плацентарным млекопитающим требуются особые приспособления.

При этом сумчатым и плацентарным свойственно не только

живорождение, но и выкармливание потомства молоком. Яйцекладущие однопроходные тоже выкармливают своих детенышей молоком, значит, живорождение должно было возникнуть позже, чем выкармливание детенышей молоком. Возможно, именно сочетание живорождения с выкармливанием молоком, встречающееся в природе только у млекопитающих, оказалось для них выигрышной комбинацией. Но эта комбинация возложила на женский пол особое бремя, ведь именно мать отвечает и за вынашивание, и за кормление потомства, отец мало чем может ей помочь.

Но прежде чем заняться причинами появления живорождения, нужно для начала разобраться в происхождении матки, в которой и начинается наша жизнь. У большинства рыб, амфибий, рептилий и птиц, в отличие от большинства млекопитающих, матки нет, а есть только яйцеводы, по которым яйца выходят из материнского организма наружу. У однопроходных млекопитающих нижняя часть каждого яйцевода расширена, образуя структуру, которую иногда называют маткой, но настоящая, развитая матка свойственна лишь сумчатым и плацентарным.

Как и большинство других систем органов, женская половая система любого млекопитающего состоит из двух половин, в первом приближении представляющих собой зеркальные отражения друг друга. Как в левой, так и в правой половине имеется яйцевод (по которому яйцеклетки выходят из яичника), матка и влагалище. Поначалу правая и левая половины женской половой системы развиваются отдельно, но затем могут в разной степени сливаться друг с другом. Так, у всех плацентарных млекопитающих левая и правая влагалищные трубки сливаются, образуя одно влагалище, расположенное по центру. У сумчатых картина иная: у них сохраняются левое и правое влагалища, между которыми проходит особый родовой канал.

Остальные структуры женских половых путей млекопитающих обычно разделены на две обособленные части. У сумчатых и большинства плацентарных матка состоит из правой и левой камер, каждая из которых соединена с собственным яйцеводом. Такая двойная («двурогая») матка имеется и у самых крупных плацентарных млекопитающих: носорогов, слонов и китов. И лишь немногим плацентарным свойственна исключительная структура – однокамерная матка, не разделенная на две камеры и расположенная по центру. Именно так устроена матка высших приматов (обезьян и человека), а также

ленивцев, броненосцев и некоторых летучих мышей. При этом у всех низших приматов (лемуров, лори и долгопятов) сохраняется двухкамерная матка, как и у большинства других млекопитающих. Следовательно, однокамерная матка высших приматов является собой эволюционное новшество, возникшее у их общего предка около 40 млн лет назад.

У женщин матка обычно однокамерная, ведь человек тоже происходит от общего предка всех высших приматов. Представления об эволюции этого органа имеют большое значение для медицины в связи с нарушениями, которые иногда происходят в его развитии. На первых этапах половая система развивается у человека по той же схеме, по которой развивалась у древних млекопитающих, и изредка случается так, что она сохраняет древнее строение и две ее половины так до конца и не сливаются друг с другом. Двухкамерная матка встречается у людей редко – у одной из 3000 женщин. Влагалище при этом обычно тоже остается двойным. Примечательно, что у некоторых женщин с двурогой маткой беременность может протекать почти нормально, причем в редких случаях в каждой камере успешно развивается по младенцу, но чаще у таких женщин при беременности наблюдаются осложнения, в частности, преждевременные роды.

Раз однокамерная матка имеется лишь у немногих млекопитающих, к ее возникновению должно было привести какое-то особое давление отбора. По-видимому, появление такой матки у высших приматов связано с их приспособленностью к рождению единственного детеныша. Так, у всех высших приматов имеется лишь одна пара сосков (в главе 6 мы обсудим это подробнее), а млекопитающим обычно свойственно столько пар сосков, сколько детенышей в среднем рождается в одном помете. Что касается других млекопитающих, имеющих однокамерную матку, у ленивцев тоже рождается только один детеныш, но броненосцы на первый взгляд нарушают общее правило: несмотря на однокамерную матку, детенышей у них в помете обычно несколько. Но здесь эволюционная история приняла причудливый оборот: у броненосцев все детеныши одного помета представляют собой клоны, возникающие за счет неоднократного деления одной оплодотворенной яйцеклетки, а это значит, что общий предок всех броненосцев был, несомненно, приспособлен к рождению единственного детеныша. Необычный механизм клонирования, по-видимому, развился лишь впоследствии, под действием отбора в пользу

многочисленного потомства и более высокой скорости размножения. Появление у наших предков однокамерной матки наверняка отчасти связано с их приспособленностью к рождению единственного детеныша, но никак не только с ней. Хотя у некоторых низших приматов и рождается от двух до четырех детенышей в каждом помете, у большинства детеныш только один, и у многих имеется лишь одна пара сосков. Кроме того, существует и немало других млекопитающих, рождающих единственного детеныша и имеющих одну пару сосков, но обычно сохраняющих двухкамерную матку.

Чтобы по-настоящему разобраться в эволюционных процессах, которые привели к появлению однокамерной матки, нужно обратиться к их промежуточным стадиям. Хотя среди современных приматов таких стадий не встречается, у некоторых летучих мышей они сохранились. Существенно, что у всех летучих мышей, у которых из исходной двухкамерной матки возникла однокамерная или имеющая промежуточное строение, рождается только один детеныш и есть только одна пара сосков, так что связь между однокамерной маткой и одним детенышем налицо и в данном случае. При этом у разных видов летучих мышей наблюдаются разные варианты промежуточного строения матки. У некоторых одна из камер лишь слегка увеличена относительно другой, у некоторых – существенно превышает ее по размеру. Эта изменчивость заставляет предположить, что и у обезьян, ленивцев и броненосцев однокамерная матка могла возникнуть за счет разрастания одной камеры и редукции другой, а не за счет слияния исходных двух камер по средней линии. Но на один вопрос мы пока так и не ответили: почему у многих млекопитающих, рождающих только одного детеныша и имеющих одну пару сосков, все же сохраняется двухкамерная матка?

Беременность у млекопитающих начинается с зачатия – оплодотворения яйцеклетки единственным сперматозоидом, которое происходит в глубине яйцевода, в так называемой ампуле – слегка расширенной его части. Затем развивающийся из оплодотворенной яйцеклетки крошечный эмбрион перемещается по яйцеводу в сторону матки, а его клетки неоднократно делятся. К тому времени, когда он достигает полости матки, он превращается в полый шарик, состоящий примерно из сотни клеток, – так называемую бластоцисту. Несмотря на активное деление клеток, общие размеры зародыша остаются неизменными, потому что питательные вещества из организма матери

не поступают к нему до тех пор, пока не происходит имплантация – присоединение зародыша к внутренней оболочке матки. Вначале наружный слой бластоцисты – трофобласт – прикрепляется к стенке матки, а затем начинает проникать в глубь ее. Так начинается развитие плаценты. У большинства млекопитающих, в том числе у приматов, бластоциста при этом остается на поверхности внутренней оболочки матки, но у больших человекообразных обезьян и человека бластоциста погружается в стенку матки и в итоге оказывается заключенной в небольшую полость. Такая погружная имплантация свойственна лишь немногим млекопитающим. Ученые точно не знают, почему она происходит. Возможно, погружение в стенку матки дает бластоцисте дополнительную защиту и ускоряет развитие плаценты.

Имплантация создает между матерью и зародышем прямую «дорогу жизни», обеспечивающую эффективное снабжение зародыша питательными веществами и незамедлительное удаление отходов жизнедеятельности. Здесь нужно разъяснить два базовых термина, касающихся внутриутробного развития потомства. Слова «эмбрион» и «плод» часто используют как синонимы, но в репродуктивной биологии они имеют несколько разных значений. Эмбрионом называют зародыш на ранних стадиях развития, в ходе которых в нем формируются разные ткани и постепенно закладываются основы строения развивающегося организма. Эмбриональная стадия развития начинается с зачатия и включает также имплантацию и первые этапы работы плаценты. Термином «плод» развивающийся организм называют с того момента, когда у него становятся узнаваемыми основные системы органов (нервная, кровеносная, пищеварительная и половая), и до рождения. Плод, в отличие от эмбриона, внешне уже похож на новорожденного и отличается от него прежде всего меньшими размерами. У человека стадия эмбриона занимает 8 недель, а стадия плода – оставшиеся 30 недель внутриутробного развития.

Теперь мы можем перейти к вопросу о продолжительности беременности, начав с истории, рассказанной антропологом Мэри Лики. В своей книге «Раскрывая прошлое» (*Disclosing the Past*) она вспоминает, как 2 октября 1948 года обнаружила на острове Русинга в Кении частично сохранившийся скелет ископаемой человекообразной обезьяны проконсула (*Proconsul*) и совершенно верно поняла, что это «замечательнейшая находка, на радость всем специалистам по палеонтологии человека». Проконсул и по сей день остается одним

из главных свидетелей ранних этапов эволюции той группы приматов, которая включает человекообразных обезьян и человека. Это важное открытие имело и еще одно существенное последствие. Мэри Лики пишет: «Когда мы с Луисом, вернувшись в свой лагерь в Катванге, осознали масштабы своего открытия, мы решили его отпраздновать. Мы были в таком восторге и так довольны друг другом, что самым лучшим способом отпраздновать для нас стала успешная попытка завести еще одного ребенка». В итоге через 262 дня, 21 июня 1949 года, у них родился сын Филип. Судя по всему, этот случай дает нам довольно точные данные о том, какой бывает продолжительность внутриутробного развития человека. Кроме того, это яркий пример того, как изучение нашего происхождения может способствовать размножению человека.

Продолжительность беременности и, соответственно, внутриутробного развития любого млекопитающего определяется как время от зачатия до рождения. Как мы уже говорили в предыдущей главе, обычно этот показатель варьирует у млекопитающих очень слабо. Стандартное отклонение составляет лишь около 2 % от среднего значения. О чем это говорит применительно к людям, у которых беременность, от зачатия до родов, в среднем длится около 38 недель, или 266 дней? О том, что 2/3 родов должны обычно происходить не более чем на пять дней раньше или позже 266-го дня беременности. Беременность Мэри Лики, вызванная находкой проконсула, длилась 262 дня и, таким образом, укладывалась в этот диапазон – 261–271 день. Но можно ожидать, что у одной из 20 женщин роды будут происходить более чем на две недели раньше или позже 38-недельного среднего срока. Хотя в большинстве случаев нормальная продолжительность беременности у человека варьирует от 36 до 40 недель, даже эта степень точности сроков на удивление велика, учитывая, сколько сложных процессов включает такой биологический марафон, как внутриутробное развитие. Тем не менее разброс в две недели в любую сторону делает возможности прогноза довольно ограниченными. Как современной занятой женщине планировать свою жизнь, исходя из столь неточных сведений?

На практике дела обстоят намного хуже, учитывая принятое в медицине определение сроков человеческой беременности с отсчетом от первого дня последней менструации перед зачатием, а не с самого дня зачатия. Начиная с 1812 года врачи обычно рассчитывают ожидаемую дату родов на основании так называемого правила Негеле,

согласно которому к первому дню последнего менструального цикла нужно прибавить один год, затем вычесть три месяца, а затем добавить семь дней. Эта формула соответствует продолжительности беременности, составляющей около 40 недель. Овуляция происходит в среднем примерно через две недели после первого дня последней менструации. Таким образом, медицинское определение примерно на две недели завышает реальную продолжительность человеческой беременности. Учитывая обсуждаемый в предыдущей главе показатель стандартного отклонения, составляющий 5,5 % в обе стороны от среднего значения, оцененный Гибсоном и Маккиуном по бирмингемским данным, можно было бы ожидать, что в двух случаях из трех продолжительность беременности, рассчитанная на основании данных о сроках последней менструации, должна укладываться в двухнедельный, а не пятидневный диапазон отклонений в обе стороны от среднего значения, составляющего 40 недель. В 95 % случаев продолжительность беременности должна находиться в пределах четырехнедельного диапазона отклонений в обе стороны и составлять 36–44 недели. И все же у одной из 20 женщин нормальные роды происходят более чем на месяц раньше или позже среднего срока 40 недель. Если более точный прогноз мы давать не в состоянии, то беременным женщинам так и придется мириться с периодом неопределенности в несколько недель.

Есть и еще одна причина, по которой продолжительность беременности у людей так сильно варьирует. У большинства женщин дети рождаются по одному, и до сих пор мы по умолчанию обсуждали только продолжительность беременности перед рождением одного ребенка. Когда детей рождается больше одного, что в США случается ежегодно более чем в 100 000 случаев, дела обстоят совсем иначе. Причина довольно проста: поскольку матка не может растягиваться неограниченно, чем больше детей развивается в утробе матери, тем меньше оказываются новорожденные младенцы и тем меньше длится беременность. Причем частота встречаемости многоплодной беременности находится в обратной зависимости от числа плодов. Двойняшки рождаются сравнительно часто, тройняшки – намного реже и т. д. В Северной Америке рождение двойняшек происходит приблизительно в одном из 83 случаев беременности, а тройняшек – лишь в одном из 8000. Общее правило, отражаемое этими цифрами, таково: двойняшки – явление довольно обычное, тройняшки – весьма редкое, а частота рождений еще большего числа близнецов

стремительно убывает. Известно лишь несколько случаев рождения девяти близнецов, причем большинство из них обычно были мертворожденными и никто не выживал больше нескольких дней после рождения. Ни одного случая рождения десяти или большего числа близнецов науке не известно.

В 1895 году немецкий врач Дионис Хеллин обратил внимание на интереснейшую закономерность, связанную с рождением близнецов. Если двойня рождается, например, в одном из 80 случаев, то тройня – в одном из 802 (6400) случаев, четверо младенцев – в одном из 803 (512 000) и т. д. В соответствии с этим правилом девять близнецов должны рождаться в одном из 808 (1 677 721 600 000 000) случаев – поистине астрономическое число. Именно такой последовательности частот мы и могли бы ожидать, если бы вероятность развития в утробе каждого следующего плода была постоянной (и составляла $1/80$). Хотя данную закономерность и называют законом Хеллина, на самом деле она выполняется лишь приблизительно. Кроме того, частоты встречаемости многоплодной беременности зависят от возраста женщины: чем старше беременная, тем больше вероятность того, что у нее естественным путем родятся близнецы. К тому же частоты рождения близнецов могут зависеть от региона и даже в пределах одного и того же региона меняться со временем. В 2011 году экономист Йерун Смитс и социолог Христиан Монден из Голландии опубликовали подробное исследование, посвященное показателям частоты рождения двойняшек в разных развивающихся странах. Эти авторы подтвердили, что в Восточной Азии двойняшки рождаются сравнительно редко, и показали, что такая же картина наблюдается в большинстве районов Южной и Юго-Восточной Азии, где рождение двойняшек происходит в среднем в одном из 130 случаев. Сходные показатели отмечаются в различных странах Латинской Америки. В то же время часто упоминаемая поразительно высокая частота рождения двойняшек, отмеченная в Нигерии, оказалась типичным случаем для Африки в целом, где двойняшки в среднем рождаются в одном из 60 случаев. Чемпионом среди всех стран мира по частоте рождений двойняшек оказалась соседняя с Нигерией страна Бенин, где двойняшки рождаются в одном из 35 случаев. Показатели частоты рождения двойняшек, отмечаемые в Европе и Северной Америке, занимают промежуточное положение между показателями в Азии и Латинской Америке: двойняшки здесь рождаются приблизительно в одном из 80 случаев.

В классической статье, опубликованной в 1952 году эпидемиологами Томасом Маккиоуном и Реджинальдом Рекордом и посвященной росту плода при многоплодной беременности, сообщалось, что с увеличением числа развивающихся в утробе плодов продолжительность беременности закономерно уменьшается. Средняя продолжительность беременности, отсчитываемая от начала последней менструации, составляет 40 недель, если рождается один младенец, но лишь 37, если рождается двойня, 35, если тройня, и 34, если младенцев четверо. Таким образом, четыре близнеца рождаются в среднем на шесть недель раньше, чем один младенец. Иными словами, многоплодная беременность чаще длится меньше 37 недель – порогового значения, раньше которого роды принято считать преждевременными. Один младенец рождается недоношенным реже, чем в одном из 10 случаев, в то время как двойняшки – в 5 из 10 случаев, а тройняшки – в 9 из 10.

Как и следовало бы ожидать, уменьшение продолжительности беременности при этом сопровождается уменьшением массы тела новорожденных. По данным Маккиоуна и Рекорда, средняя масса тела при рождении составляет для одного младенца 3,4 кг, для каждого из двух близнецов – 2,4 кг, для каждого из трех – 1,8 кг, а для каждого из четырех – лишь чуть больше 1,4 кг. Таким образом, в случае появления на свет четырех близнецов у каждого из них средняя масса тела при рождении будет составлять менее половины средней массы тела при рождении одного младенца. Тем не менее примечательно, что суммарная масса рождающихся младенцев нарастает при увеличении их числа – от 3,4 кг для одного младенца до 4,8 кг для двух, 5,4 кг для трех и 5,7 кг для четырех.

Интересно, что многоплодная беременность, судя по всему, не влияет на вес отдельного плода примерно до 27-й недели. После этого скорость роста каждого плода оказывается тем ниже, причем существенно, чем больше плодов развивается одновременно. Замедление роста плода при многоплодной беременности можно связать, по крайней мере отчасти, с недостатком места в матке, которое, по-видимому, определяется ограничениями, накладываемыми плацентами. Не вызывает сомнений, что более ранние роды при многоплодной беременности вызваны растяжением (раздуванием) матки.

Пять и более (до девяти) плодов одновременно развиваются лишь в очень редких случаях, в связи с чем имеется мало надежных данных

о продолжительности беременности и массе новорожденных в подобных случаях. Но поскольку как продолжительность беременности, так и масса тела при рождении тесно связаны с числом плодов, когда их меньше пяти, можно ожидать, что и при большем числе одновременно развивающихся плодов сохраняются похожие закономерности. Например, для восьмерых близнецов можно ожидать средней продолжительности беременности, составляющей около 31 недели, и средней массы одного новорожденного, составляющей немногим больше 0,9 кг, а всех новорожденных вместе – около 7,3 кг. Первый зарегистрированный случай рождения восьми близнецов в США произошел в Техасе в 1998 году. Родились шесть девочек и два мальчика, но один из новорожденных вскоре умер. Оставшиеся семь близнецов впоследствии благополучно отпраздновали свое десятилетие. Вторым подобным случаем в США было рождение в 2009 году восьми близнецов у получившей широкую известность Нади Сулеман. Средняя масса этих младенцев, впоследствии успешно преодолевших двухлетний рубеж, составляла при рождении 1,1 кг. Продолжительность их внутриутробного развития составила немногим более 30 недель, что почти на 10 недель меньше, чем средняя продолжительность внутриутробного развития одного младенца. Как масса при рождении, так и продолжительность беременности в данном случае оказались очень близки к ожидаемым значениям этих параметров.

С 1970-х годов случаи многоплодной беременности стали учащаться в целом ряде стран. Главная причина этого – растущее использование вспомогательных репродуктивных технологий, особенно экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и последующего переноса эмбрионов. Для получения большего числа яйцеклеток нередко применяется гормональная терапия, а для повышения вероятности беременности – перенос двух или большего числа эмбрионов. В связи с такой терапией в сочетании с переносом многих эмбрионов к настоящему времени были отмечены случаи одновременного развития 10, 11 и даже 15 плодов. По меньшей мере в 13 из 19 зарегистрированных случаев развития восьми плодов зачатие сопровождалось использованием тех или иных препаратов для борьбы с бесплодием. Такие тенденции вызывают тревогу, потому что, как уже отмечалось, многоплодная беременность чаще приводит к рождению недоношенных детей. В связи с этим клиники по борьбе с бесплодием постепенно вводят вполне оправданные более строгие меры по ограничению числа переносимых эмбрионов. И все же, как показало

расследование, врач Майкл Камрава, осуществлявший ЭКО, в результате которого Надя Сулеман родила восьмерых близнецов, использовал для переноса 12 эмбрионов. Поскольку эти действия были сочтены безответственными, доктора Камраву исключили из Американского общества репродуктивной медицины, а Медицинская комиссия Калифорнии отозвала его лицензию, хотя впоследствии судья рекомендовал ограничить меру наказания пятилетним испытательным сроком.

Огромный диапазон изменчивости регистрируемой продолжительности беременности у человека (даже в тех случаях, когда рождается только один младенец) объясняется преимущественно неопределенностью, связанной с моментом овуляции в ходе цикла, но еще одним фактором, увеличивающим этот диапазон, может быть неверное определение того цикла, во время которого происходит зачатие. Стандартная модель цикла, работающего «как часы», предполагает, что у женщины друг за другом следуют регулярные месячные циклы, в середине каждого из которых происходит овуляция, и так вплоть до зачатия, после которого менструации должны автоматически прекращаться. Таким образом, исходя из этой модели, сроки последней менструации надежно указывают на момент зачатия, которое происходит несколько дней спустя.

На деле все бывает не так просто. Кровотечения, напоминающие менструации, могут продолжаться до трех месяцев после зачатия. Некоторые интригующие данные, касающиеся других приматов и даже других млекопитающих, свидетельствуют о том, что на ранних стадиях беременности месячный цикл может в том или ином виде продолжаться. К сожалению, эта область пока малоизучена. В ходе одного исследования, которое мы с коллегами проводили в Лондонском зоологическом обществе, мы установили время зачатия у гориллы с помощью ежедневных анализов мочи на гормоны. Выявленный нами гормональный профиль однозначно свидетельствовал о том, что циклические изменения, сопровождавшиеся кровотечением через пару недель после зачатия, продолжались по меньшей мере в течение первых двух месяцев беременности. Если подобные кровотечения, напоминающие менструации, могут происходить на ранних стадиях беременности и у человека, то определение срока родов исключительно по срокам последней менструации может привести к ошибке на целый месяц.

Именно продолжением периодически повторяющихся кровотечений на ранних стадиях беременности может объясняться наблюдение, вызвавшее всплеск интереса чуть меньше века назад. От гинекологов время от времени поступали сообщения, указывающие на то, что незначительные кровотечения могут наблюдаться у женщин во время имплантации, примерно через месяц после последней менструации. Предполагалось, что такие кровотечения могут быть признаком беременности. В 1930-х годах специалист по репродуктивной биологии Карл Хартман отметил подобные кровотечения, происходящие во время имплантации, у макак-резусов, поэтому такие кровотечения (как у человека, так и у других приматов) стали называть «признаком Хартмана». Идея интересная, но она, по-видимому, ошибочна. Судя по всему, эти кровотечения были просто обычными слабыми кровотечениями, нередко наблюдаемыми через месяц после последней менструации, а то, что они отмечались примерно через две недели после зачатия, когда и происходит имплантация, – просто случайное совпадение.

Есть и еще одна причина, по которой по менструациям нельзя судить о наличии или отсутствии нормальных циклов. Случается, что женщина ошибочно решает, что беременна, когда у нее в ожидаемое время не начинается менструация. Но подобные отклонения – обычное явление. Даже у женщин, которые не живут половой жизнью, а значит, не могут зачать, время от времени бывают циклы без явных менструаций. У женщин, живущих половой жизнью, может происходить зачатие, не приводящее к имплантации. Любое незапланированное прерывание беременности, происходящее в течение первых 18 недель после зачатия, называют выкидышем. Но на всех стадиях развития – от оплодотворения до имплантации – эмбрион остается настолько крошечным, что ранний выкидыш легко не заметить, и нам очень мало известно об этом явлении.

Чтобы отличить отклонение от регулярных менструаций от раннего выкидыша, требуется тщательное наблюдение за состоянием организма, например с помощью анализа на гормоны. Если с 4-й по 18-ю неделю после зачатия выкидыш намного заметнее, чем в течение первого месяца, то у нас есть все основания ожидать, что естественные механизмы, отсеивающие эмбрионы с аномалиями развития, должны запускаться уже на ранних этапах беременности. В одной важной работе, результаты которой были опубликованы в 1980 году, гинеколог Дж. Миллер с сотрудниками тщательно следил за процессом

беременности и ее незапланированного прерывания у женщин. Время зачатия определяли по появлению в моче специфического гормона – хорионического гонадотропина человека (ХГЧ). Выделение ХГЧ начинается во время имплантации, примерно через 10 дней после оплодотворения. Исследователи получили данные о 152 случаях зачатия, в 87 из которых беременность продолжалась не менее 20 недель и в 85 закончилась родами. В 65 случаях (43 %) беременность прервалась раньше второго триместра. Из этих 65 случаев только 15 сопровождались клиническими симптомами выкидыша, а в 50 единственным свидетельством беременности так и осталось появление ХГЧ в моче. Поскольку ХГЧ можно обнаружить в моче только после имплантации, исследователи не могли учесть ни одного случая прерывания беременности, происходившего до имплантации.

Год спустя акушер Тим Чард представил результаты основанного на разного рода данных анализа всевозможных случаев незапланированного прерывания беременности и пришел к выводу, что беременность прерывается до второго триместра в среднем в 7 из 10 случаев. По его оценкам, в 30 % случаев беременность заканчивается выкидышем в течение первых 10 дней, то есть еще до имплантации, момент которой можно отследить по появлению ХГЧ. Если такой ранний выкидыш сопровождается кровотечениями, его легко можно принять за менструацию. По данным Чарда, еще в 30 % случаев беременность прерывается позже имплантации, но в течение первого месяца после зачатия, когда выкидыш еще нельзя распознать по клиническим проявлениям. Таким образом, по клиническим симптомам выкидыш распознается лишь примерно в одном из семи случаев незапланированного прерывания беременности.

Естественное прерывание беременности до второго триместра, происходящее чаще, чем в двух из каждых трех случаев, трактуется как механизм, препятствующий созреванию эмбрионов с дефектами развития. Такие эмбрионы нередко имеют хромосомные аномалии. Подобными аномалиями можно объяснить не менее половины случаев ранних выкидышей (происходящих в течение первых трех месяцев беременности) и, возможно, еще бóльшую долю выкидышей, происходящих еще до имплантации. В 1990 году специалист по клинической генетике Бернд Айбен опубликовал результаты анализа образцов плаценты, полученных при изучении 750 случаев незапланированного прерывания беременности, и выявил в клетках недоразвитой плаценты разнообразные хромосомные аномалии. Ясно,

что на ранних этапах беременности действуют некие механизмы отбора, препятствующие развитию эмбрионов с хромосомными аномалиями.

Давайте вернемся к вопросу о сроках. Способы определения момента овуляции и зачатия у человека и других приматов известны науке уже не один десяток лет. К числу таких способов относится ряд методов анализа на гормоны, позволяющих отслеживать предшествующий овуляции выброс эстрогенов, непосредственно связанный с овуляцией выброс лютеинизирующего гормона и следующий за овуляцией выброс прогестерона. После зачатия такие анализы выявляют резкий устойчивый рост уровня эстрогенов и прогестерона. Подобные анализы сложны и дорогостоящи и редко используются для наблюдения за нормальной беременностью (их применяют преимущественно в трудных случаях и в научных исследованиях), но как овуляцию, так и ранние этапы беременности можно без труда отслеживать и с помощью простых одноразовых тест-систем для анализа на гормоны.

Хорионический гонадотропин вырабатывается у человека на протяжении большей части беременности. У обезьян этот гормон тоже вырабатывается, так что его наличие было, по-видимому, еще одним свойством общего предка всех высших приматов. Как уже было сказано, вначале его вырабатывает бластоциста в процессе имплантации, происходящей у людей примерно через 10 дней после оплодотворения. Впоследствии, вплоть до родов, этот гормон выделяет плацента. В стандартных тестах на беременность обычно используются антитела, позволяющие выявлять наличие ХГЧ в моче, через которую он выводится из организма почти без изменений.

Поскольку выработка ХГЧ начинается только через 10 дней после зачатия, регулярный анализ мочи с помощью стандартных приспособлений позволяет не только диагностировать беременность, но и получать достоверные данные о времени зачатия. Поэтому, просто регулярно используя стандартный тест на беременность, можно надежнее прогнозировать ожидаемую дату родов. Надежное установление времени зачатия существенно сокращает неопределенность, свойственную таким прогнозам. Этот способ намного лучше традиционного, основанного на сведениях о предполагаемых сроках последней менструации.

Прежде чем мы погрузимся в детали развития эмбриона и плода,

необходимо обратить внимание на одну уникальную особенность человеческой беременности – так называемую утреннюю тошноту беременных. Симптомы этого явления, от слабых до ярко выраженных (иногда настолько, что вызывают рвоту), наблюдаются в первые недели после зачатия примерно у двух из каждых трех женщин. Приблизительно столько же беременных женщин начинают испытывать отвращение к той или иной пище. Тошнота нередко оказывается первым признаком зачатия: поскольку кровотечения, напоминающие менструальные, могут наблюдаться и на ранних этапах беременности, утренняя тошнота порой наблюдается и у женщин, еще не подозревающих, что они беременны. Она чаще всего начинается в районе второй недели беременности и обычно прекращается к 12-й неделе, хотя в редких случаях наблюдается вплоть до родов. Общепринятое название «утренняя тошнота беременных» неудачно, потому что тошнота при беременности вовсе не наблюдается особенно часто именно по утрам и могла бы с тем же успехом называться «дневной» или «изнурительной круглосуточной». Крайняя форма этого явления, так называемый гиперемезис беременных, может сопровождаться сильными рвотами, приводящими к обезвоживанию, потере веса, повышению кислотности крови и дефициту калия в организме. Столь тяжелые симптомы наблюдаются менее чем в 1 % случаев беременности и требуют медицинского вмешательства.

Еще одно явление, возможно, связанное с предыдущим, проявляется на ранних этапах беременности в виде тяги к необычной еде или питью. Утреннюю тошноту беременных и их отвращение или тягу к той или иной пище принято объяснять отрицательными побочными эффектами гормональных изменений, происходящих в организме в начале беременности. Но это слишком упрощенное объяснение. Уровень некоторых гормонов, особенно эстрогенов, на поздних этапах беременности намного выше, но приступов тошноты, как правило, не бывает, а тяга к необычной пище возникает куда реже, чем на ранних этапах. Кроме того, не было выявлено никаких отличий в уровне гормонов между женщинами, у которых наблюдаются и не наблюдаются подобные симптомы.

Прежде чем заняться эволюционным происхождением менструаций, исследователь Марджи Профет обратилась к проблеме утренней тошноты беременных. Она предположила, что развивающийся эмбрион должен быть довольно чувствительным к токсинам и что повышенная предрасположенность к рвоте у будущих матерей, возможно, является

адаптацией, помогающей им избавляться от поглощенных с пищей токсинов, которые могут угрожать развитию эмбриона. Похожая логика применима и к тяге к необычной пище, которая может быть следствием отбора, благоприятствовавшего потреблению будущей матерью требуемых эмбриону питательных веществ. Наибольшее внимание Марджи Профет уделила токсинам, поступающим в организм с продуктами растительного происхождения, среди которых она особо выделила овощи с резким вкусом, алкогольные напитки и напитки, содержащие кофеин. Но источником токсинов может служить и многое другое, в том числе продукты животного происхождения, паразиты и возбудители инфекционных заболеваний. Неудивительно, что «овощная гипотеза» Профет подверглась суровой критике некоторых специалистов. Эпидемиолог Джудит Браун и ее коллеги проанализировали данные об утренней тошноте беременных, различных исходах беременности и потреблении предположительно вредных овощей у 500 с лишним женщин и не обнаружили никаких статистически достоверных связей между потреблением таких овощей и тошнотой или рвотой на ранних этапах беременности. Более того, исследователи не обнаружили и никакой корреляции неблагоприятных исходов беременности с употреблением в пищу таких овощей.

Вполне вероятно, что утренняя тошнота беременных защищает и будущую мать, и эмбрион. Нейробиологи Сэмюэл Флакман и Пол Шерман подготовили подробную обзорную работу, в которой проанализировали разнообразные данные, свидетельствующие в пользу этой версии. Прежде всего это тот факт, что пик наблюдаемых симптомов приходится именно на тот период развития эмбриона и раннего развития плода, когда ход беременности особенно уязвим для химических воздействий – с 4-й по 16-ю неделю после зачатия. Кроме того, девять исследований показали, что у беременных женщин, страдающих утренней тошнотой, достоверно реже случаются выкидыши, чем у женщин, которые ей не страдают. Более того, если такая тошнота приводит к рвоте, вероятность выкидыша оказывается еще ниже. Незапланированное прерывание беременности на поздних ее этапах, то есть появление на свет мертворожденных младенцев, с тошнотой и рвотой, напротив, не связано. Судя по всему, напрашивается следующий вывод об обычных формах утренней тошноты беременных: «Не стоит с этим бороться, ребенку это полезно».

Флакман и Шерман показали, что утренняя тошнота нередко начинается после употребления в пищу определенных продуктов.

Многие беременные женщины, особенно в течение первого триместра, испытывают отвращение к алкогольным и некоторым другим напиткам (в частности, содержащим кофеин), а также к овощам с резким вкусом. Но особенно часто у беременных встречается отвращение к продуктам животного происхождения: мясу, рыбе и яйцам. Специалисты по эволюционной психологии Джиллиан Пеппер и Крейг Робертс проанализировали данные по разным культурам и выявили 20 традиционных обществ, в которых отмечалась утренняя тошнота беременных, и семь, в которых это явление никогда не наблюдалось. Во всех этих семи обществах основу рациона составляли продукты не животного, а растительного происхождения, особенно зерновые. Кроме того, Флакман и Шерман опровергли еще одно высказывавшееся предположение, согласно которому утренняя тошнота беременных снижает частоту половых актов, предотвращая механические воздействия на матку, которые могут привести к выкидышу.

В целом, судя по всему, рвота у беременных может оберегать эмбрионы не только от защитных токсинов растений, но также от возбудителей инфекционных заболеваний и от опасных химических воздействий. По-видимому, это явление связано с исключительной важностью избегания паразитов и пищевых инфекций во время беременности, когда иммунная система ослаблена, чтобы снизить вероятность отторжения эмбриона организмом матери. В результате беременные женщины особенно сильно подвержены угрозе развития серьезных инфекций, в том числе опасных для жизни.

А как обстоят дела у наших родичей, других приматов? Судя по имеющимся данным, во время беременности самкам других приматов обычно не свойственны ни приступы тошноты, ни необычные пищевые предпочтения. Если бы дело было в гормональных изменениях, происходящих на ранних этапах беременности, сложно было бы ожидать, что отрицательные побочные эффекты таких изменений будут характерны только для нашего вида. Общие соображения, касающиеся положительного или отрицательного влияния тех или иных пищевых продуктов на развитие эмбриона, тоже должны были бы относиться и к остальным приматам. Но вполне вероятно, что тошнота и (или) тяга к необычной пище возникли в ходе эволюции у нашего вида именно потому, что наш рацион стал исключительно разнообразным и часто включает мясо, с которым связан повышенный риск заболеваний и пищевых отравлений. Однако крайне трудно предложить убедительное эволюционное объяснение, имея столь ничтожную

выборку, включающую всего один вид.

Обратимся теперь к внутриутробному развитию зародыша. Все плацентарные млекопитающие, в соответствии со своим названием, имеют плаценту – особую структуру, через которую развивающийся зародыш связан с окружающей его внутренней оболочкой матки.

Философы с незапамятных времен рассуждали о так называемой лестнице природы (*scala naturae*), размещая предметы и существа на ступенях восходящей лестницы, символизирующей прогресс. Самое высокое положение из всех живых организмов на этой лестнице, разумеется, всегда занимал человек, хотя некоторые мыслители заполняли зияющую пропасть, отделяющую человека от Бога, такими промежуточными формами, как ангелы и архангелы. Древние представления об этой восходящей лестнице так глубоко укоренились в западной философии, что не приходится удивляться тому влиянию, которое они оказали на эволюционную биологию. Одно из проявлений этого подспудного влияния состояло в том, что на заре изучения эволюции млекопитающих разные их группы тоже нередко размещали на ступенях восходящей лестницы. Яйцекладущие однопроходные, естественно, занимали низшую ступень. Место сумчатых считалось промежуточным, потому что им свойственно живорождение, но не свойственна настоящая плацента, и зародыш на протяжении большей части внутриутробного развития окружен скорлуповой оболочкой, в которой видели рудимент, доставшийся сумчатым от их яйцекладущих предков. Беременность у всех сумчатых непродолжительна, а новорожденные детеныши имеют крошечные размеры, и значительная часть их дальнейшего развития обычно проходит в особой сумке, как правило, расположенной на животе матери. На верхнюю же ступень лестницы млекопитающих ставили плацентарных, имеющих настоящую плаценту и рождающих сравнительно крупных детенышей. Однако не будем забывать, что сумчатые и плацентарные млекопитающие эволюционировали независимо друг от друга не менее 125 млн лет. Стоит ли рассматривать каких-либо современных сумчатых как застывших предков, соответствующих тем исходным формам, из которых развились как сумчатые, так и плацентарные? Более того, целый ряд данных указывает на то, что в ходе эволюции сумчатых происходило сокращение сроков беременности. Судя по всему, отбор, действовавший в этой группе млекопитающих, благоприятствовал увеличению

продолжительности развития внутри сумки за счет сокращения внутриутробного развития.

Но какой бы ни была эволюция сумчатых, у всех современных плацентарных млекопитающих действительно имеется хорошо развитая плацента, а также общий набор связанных с ней зародышевых оболочек. Что бы ни происходило в ходе развития зародыша, на протяжении всего внутриутробного развития он всегда остается заключенным в наружную зародышевую оболочку – хорион, внутри которой располагается три другие оболочки, и каждая из них играет в развитии зародыша свою особую роль. Первая из этих трех оболочек, окружающая и защищающая зародыш, называется амнионом. Амнион представляет собой заполненную жидкостью подушку, предохраняющую зародыш от внешних физических воздействий. В ходе родов амнион разрывается, а заключенная в нем жидкость вытекает из родовых путей (как говорят, «отходят воды»). Еще две оболочки, желточный мешок и аллантоис, поставляют зародышу питательные вещества и помогают выводить из его организма отходы жизнедеятельности. При этом питательные вещества поступают из организма матери в кровеносные сосуды этих двух оболочек, а из них, в свою очередь, в кровеносную систему матери передаются отходы жизнедеятельности зародыша, которые затем выводятся из ее организма.

Эволюция путем естественного отбора всегда включает преобразование уже имеющихся структур, позволяющее им брать на себя новые функции. Подобные преобразования происходят на всех уровнях, от анатомического до молекулярного. Работа с подручными материалами – одна из главных особенностей эволюции, и такие структуры, как желточный мешок и аллантоис, могут служить превосходными иллюстрациями этого явления. Общий предок всех наземных позвоночных откладывал яйца, внутри защитных оболочек которых имелось все необходимое для развития зародыша. Многие современные потомки этого предка (рептилии, птицы и однопроходные) по-прежнему откладывают такие яйца. Самки этих животных снабжают свое потомство питательными веществами в виде желтка, хранящегося в желточном мешке. Кровеносные сосуды, расходящиеся по поверхности желточного мешка, постепенно поглощают из него питательные вещества и доставляют их развивающемуся зародышу. Поскольку уже отложенное яйцо представляет собой почти замкнутую систему (если не считать газообмена, осуществляемого через проницаемую для газов скорлупу), содержащегося в нем запаса

питательных веществ должно хватать для развития зародыша вплоть до его появления на свет. При этом неспособные проходить через скорлупу отходы жизнедеятельности, такие как мочевина, требуется хранить в каком-то надежном месте вплоть до вылупления. Именно таким хранилищем отходов изначально и служил аллантаоис. Кровеносные сосуды, опутывающие его поверхность, постепенно поставляют в него вредные побочные продукты, образующиеся в ходе развития зародыша. Детеныши яйцекладущих наземных позвоночных избавляются при вылуплении не только от яичевых оболочек, но и от аллантаоиса.

У сумчатых и плацентарных млекопитающих, в отличие от их яйцекладущих родичей, зародыши приспособлены к развитию внутри материнской утробы за счет ресурсов, непосредственно получаемых от матери. Существенных запасов питательных веществ им не требуется, поэтому и желтка у них очень мало. Кроме того, поскольку отходы жизнедеятельности таких зародышей можно удалять через кровеносные сосуды матери, встроенный «мусорный бак» им тоже не нужен. Поэтому в ходе эволюции живорождения желточный мешок и аллантаоис утратили свое первоначальное назначение, а кровеносные сосуды этих структур стали выполнять новые функции. Вместо поглощения питательных веществ и выведения отходов жизнедеятельности из организма зародыша эти сосуды оказались приспособлены для обмена теми и другими веществами с кровеносной системой матери через стенку матки.

Хотя у всех плацентарных млекопитающих имеется хорошо развитая плацента, детали ее строения могут существенно различаться, особенно у представителей разных отрядов млекопитающих. Одни разновидности плаценты связаны со стенкой матки лишь локально, на ограниченном участке, обычно имеющем форму диска, другие диффузно рассеяны и занимают большую часть хориона. Локализованная плацента всегда в той или иной степени проникает в глубь стенки матки, хотя степень ее проникновения бывает разной, диффузная же плацента контактирует лишь с внутренней поверхностью матки и глубоко не проникает.

В 1909 году немецкий врач Отто Гроссер предложил известную классификацию плацент, выделив три основных типа этой структуры: неинвазивный, умеренно инвазивный и высокоинвазивный. У млекопитающих, обладающих плацентой неинвазивного диффузного

типа, хорион на большой площади контактирует с внутренней оболочкой матки, но ткани материнского организма не получают существенных повреждений. Умеренно инвазивная локализованная плацента в некоторой степени проникает в стенку матки, так что материнские кровеносные сосуды непосредственно соприкасаются с хорионом. Высокоинвазивная локализованная плацента проникает в стенку матки еще глубже, повреждая материнские кровеносные сосуды, так что вытекающая из них кровь омывает хорион.

Важное достоинство классификации Гроссера состоит в том, что представителям большинства отрядов млекопитающих свойствен только какой-то один из выделенных им трех основных типов плаценты. Например, у всех парнокопытных, непарнокопытных, китообразных и панголинов плацента неинвазивного типа, а у хищных, слонов, сирен и тупай – обычно умеренно инвазивного. У всех зайцеобразных, большинства грызунов, даманов и прыгунчиков плацента высокоинвазивная.

Однако отряд приматы составляет вопиющее исключение из этого правила. Это единственный отряд, у представителей которого встречаются плаценты двух крайних типов. У всех лемуруров и лори плацента неинвазивная, а у долгопятов и высших приматов, напротив, высокоинвазивная. Амброзиус Хюбрехт, основатель сравнительной эмбриологии, в 1898 году высказал предположение, что, поскольку долгопятам свойственна высокоинвазивная плацента, они приходится близкими родственниками обезьянам и человеку. Особенности устройства плаценты по-прежнему считаются одним из самых убедительных свидетельств того, что долгопяты и высшие приматы происходят от общего предка.

Но как шла эволюция плаценты? Чтобы восстановить ход ее эволюции у приматов, необходимо для начала разобраться, с чего эта эволюция начиналась, то есть как был устроен общий предок всех плацентарных млекопитающих. Выяснив это, мы сможем судить о том, какой тип плаценты был, по-видимому, свойствен общему предку всех приматов. Здесь мы сразу сталкиваемся с серьезной трудностью: по ископаемым остаткам сложно судить о развитии мягких тканей, поэтому нам придется полагаться на логические умозаключения.

Многие специалисты по репродуктивной биологии долгое время считали, что проблема эволюции плаценты уже благополучно решена и что исходной для всех плацентарных млекопитающих была плацента

неинвазивного типа. Логика, на которой основан этот вывод, проста. Предки всех млекопитающих были яйцекладущими. Следующим этапом на пути к образованию плаценты должен был стать переход от откладывания яиц к внутриутробному развитию. Поначалу зародыш по-прежнему развивался почти исключительно за счет запаса желтка, содержащегося в неоткладываемом яйце, но в ходе эволюции матка постепенно брала на себя все бóльшую роль в развитии зародышей, обеспечивая их поначалу только влагой, а затем и питательными веществами. Для этого скорлупа яйца должна была становиться все тоньше и все более проницаемой. В конечном итоге кровеносные сосуды стенки матки должны были переплестись с кровеносными сосудами зародыша, позволив интенсивно снабжать его питательными веществами и выводить из его организма отходы жизнедеятельности. По мере увеличения притока питательных веществ от матери должна была снижаться потребность в желтке, а по мере совершенствования механизма удаления отходов – потребность в их хранении. В результате на каком-то этапе желтка должно было остаться совсем мало, и внутриутробное развитие стало проходить преимущественно за счет питательных веществ, поставляемых матерью. Однако поначалу контакт между развивающимся зародышем и внутренней стенкой матки неизбежно должен был оставаться неинвазивным, как у современных сумчатых. Поэтому казалось логичным полагать, что у общего предка всех плацентарных млекопитающих плацента тоже была еще неинвазивного типа.

Это представление о ступенчатой эволюции плаценты, казалось бы, подтверждается соображениями эффективности. Общеизвестно, что если убрать препятствия, стоящие на пути передачи ресурсов от матери зародышу, то эффективность такой передачи повышается. Однопроходные млекопитающие откладывают яйца, так что у них эффективность передачи ресурсов очень низкая. У сумчатых развивающееся яйцо остается в матке, но на протяжении большей части беременности его окружает скорлуповая оболочка, а настоящая плацента отсутствует. Получается, что у сумчатых система работает не так эффективно, как у плацентарных, имеющих полноценную плаценту. У одних плацентарных плацента неинвазивная и материнские кровеносные сосуды отделены от сосудов зародыша несколькими преградами. Распространено мнение, что инвазивная плацента позволяет передавать зародышу материнские ресурсы эффективнее, чем неинвазивная. Согласно этим представлениям, самым эволюционно

продвинутом состоянии данной системы должна быть высокоинвазивная плацента, которая считается и самой эффективной.

Это классический случай искаженных представлений, опирающихся на идею лестницы природы. Результатом такого подхода стало широкое признание вывода о том, что у общего предка всех плацентарных млекопитающих плацента была по-прежнему неинвазивной, как и у его предков, которые напоминали сумчатых. В результате отправной точкой эволюции плацентарных млекопитающих часто считали предположительно примитивную и неэффективную систему с неинвазивной плацентой. Эти представления активно отстаивает специалист по репродуктивной биологии Патрик Лакетт, доказывающий, что лемуры и лори с их неинвазивной плацентой примитивны во всех отношениях, а долгопяты и высшие приматы с их высокоинвазивной во всех отношениях продвинутой. Среди последних Лакетт выделил ряд последовательных стадий. Согласно его реконструкции, долгопятам свойственна самая примитивная разновидность высокоинвазивной плаценты, обезьянам Нового Света – несколько более продвинутой, а обезьянам Старого Света – еще более продвинутой, причем самыми продвинутыми среди них оказываются человекообразные обезьяны и человек. К сожалению, как бы нам ни приятно было ставить себя на высшую ступень эволюционной лестницы, эта реконструкция не выдерживает тщательной проверки, учитывающей продолжительность беременности и степень развитости новорожденных.

Продолжительность беременности, как и следовало бы ожидать, обычно тем больше, чем больше размеры тела. Рекордная продолжительность беременности отмечена у африканских слонов: в среднем 22 месяца. Нам, людям, обычно представляется, что наши девять месяцев – это довольно долго, но для млекопитающих среднего размера вроде нас здесь нет ничего удивительного. Поэтому о размерах тела забывать не следует. Но кроме того, чтобы осмысленно сравнивать продолжительность беременности у человека и других животных, необходимо учитывать ключевые различия в степени развитости новорожденных.

Всякий, кому доводилось разводить хомячков, ежей или мышей, знает, что их новорожденные детеныши недоразвиты. Они появляются на свет безволосыми розовыми комочками, с затянутыми кожей глазами и ушами. У лошадей, коров и шимпанзе обычно рождается только один

детеныш, который, напротив, уже хорошо развит. Их новорожденные детеныши обычно покрыты шерстью и появляются на свет с открытыми глазами и ушами. Во многом благодаря зоологу Адольфу Портману принципиальная разница между недоразвитым, незрелорождающимся потомством одних млекопитающих и хорошо развитым, зрелорождающимся потомством других теперь получила широкое признание. Незрелорождающиеся детеныши обычно появляются на свет в гнездах, где и развиваются до тех пор, пока не обретают способность самостоятельно передвигаться. За это время у них открываются глаза и уши. Что же касается зрелорождающихся детенышей, которые обычно появляются на свет по одному, в большинстве случаев они могут самостоятельно передвигаться уже сразу после рождения и не особенно нуждаются в гнезде.

Портман отметил, что беременность обычно сравнительно непродолжительна у видов с незрелорождающимися детенышами и продолжительна у видов со зрелорождающимися. Примером крайнего случая первого варианта может служить обыкновенный тенрек – напоминающее ежа мадагаскарское млекопитающее, в помете которого пара дюжин детенышей, а беременность длится меньше двух месяцев, а примером крайнего случая второго варианта – индийский слон, самка которого весит три тонны и производит на свет одного зрелорожденного детеныша, а продолжительность беременности составляет 21 месяц.

У видов, самки которых рожают незрелых детенышей, беременность длится в 3–4 раза меньше, чем у видов сравнимого размера, у которых детеныши рождаются зрелыми. Например, у самок гепарда, масса тела которых очень близка к средней массе тела женщин, обычно рождается по четыре незрелорожденных детеныша, а беременность длится немногим больше трех месяцев, а у женщин обычно рождается один хорошо развитый ребенок и беременность длится втрое дольше. При этом продолжительность беременности у человека почти в точности такова, какой и следовало бы ожидать, учитывая наши размеры тела и исходя из сравнения с другими приматами – нашими ближайшими родственниками среди животных.

Интересно, что соотношение продолжительности беременности и размеров тела демонстрирует довольно отчетливый разрыв между млекопитающими, рождающими зрелых и незрелых детенышей. Эти две группы почти не перекрываются друг с другом. У большинства плацентарных млекопитающих рождается либо много детенышей после

непродолжительной беременности, либо один детеныш после продолжительной беременности. Компромиссное решение (рождение немногих детенышей после беременности средней продолжительности) по какой-то причине встречается редко. Ясно, что между числом детенышей и продолжительностью беременности должна существовать обратная связь. Как мы уже убедились из данных о рождении близнецов у человека, ограниченный объем матки приводит к тому, что мать может произвести на свет либо одного большого ребенка, либо нескольких маленьких. Но неизбежная обратная связь между числом и размерами новорожденных не объясняет, почему естественный отбор разделил плацентарных млекопитающих на две отчетливые группы, перекрывающиеся на удивление слабо. Это один из тех важных вопросов об эволюции размножения млекопитающих, на которые у нас пока нет ответа.

Портман сделал и еще одно принципиально важное наблюдение: у представителей одного отряда млекопитающих степень развитости новорожденных обычно одинакова. Например, у сумчатых, хищных, насекомоядных, зайцеобразных и тупай беременность обычно непродолжительна и на свет появляются голые или почти голые незрелорожденные детеныши, в то время как у копытных, китообразных, слонов, летучих мышей и приматов беременность обычно продолжительна, и они производят на свет покрытых шерстью зрелорожденных детенышей. Отряд грызуны необычен тем, что у некоторых из них детеныши рождаются зрелыми, а у некоторых – незрелыми, хотя в пределах каждого подотряда ситуация обычно одинакова. Исходя из того, что в каждой из основных групп млекопитающих новорожденные обычно имеют одну и ту же степень развитости, Портман предположил, что этот признак должен был закрепиться еще на ранних этапах эволюции.

Изучение эволюции степени развитости новорожденных облегчается тем, что исходное состояние этого признака вполне очевидно, что бывает не так уж часто. Портман и его коллеги установили, что у зрелорождающихся детенышей млекопитающих глаза и уши во время беременности закрываются кожей, а затем, до появления на свет, вновь открываются. Например, у человека глаза плода в середине беременности отчетливо запечатаны и открываются лишь примерно за три месяца до рождения. Судя по всему, у далеких предков млекопитающих, появляющихся на свет зрелорожденными, таких

как приматы, детеныши рождались недоразвитыми, но продолжительность беременности в ходе эволюции увеличилась и стадия, соответствующая новорожденному детенышу предков, стала одним из этапов развития плода.

Сравнение с птицами убедительно подтверждает этот вывод. Птицы, как и млекопитающие, делятся на тех, чье потомство появляется на свет незрелорожденным (птенцовых), и тех, у кого потомство появляется на свет зрелорожденным (выводковых). Только что вылупившиеся из яйца птенцовые птицы похожи на новорожденных незрелорождающихся млекопитающих тем, что они почти голые, а также тем, что их глаза и уши затянуты кожей. Однако предки всех птиц были выводковыми и очень мало заботились о потомстве, так что у их птенцов не было стадии жизни в гнезде. В итоге в ходе развития современных выводковых птиц внутри яйца их глаза и уши вовсе не затягиваются и не открываются вновь, как глаза зародышей зрелорождающихся млекопитающих.

Весьма вероятно, что предки всех плацентарных млекопитающих, подобно сумчатым, рождали незрелых детенышей, и тип развития зрелорождающихся млекопитающих, у которых детеныши появляются на свет после долгой беременности и обычно по одному, следует считать вторичным и эволюционно более продвинутым. Учитывая это, мы можем проследить эволюцию типа развития на эволюционном древе млекопитающих, полученном посредством сравнения последовательностей ДНК представителей разных групп. Исходя из предположения о том, что эволюционный переход от исходного типа развития к более продвинутому был необратимым, можно заключить, что он происходил независимо, по меньшей мере в 10 разных эволюционных линиях млекопитающих. Одна из этих линий привела к зрелорождающимся приматам. Иными словами, гнездовая фаза развития была независимо поглощена внутриутробной стадией по меньшей мере 10 раз в разных группах млекопитающих. Это поистине замечательный пример множественной эволюционной конвергенции.

Теперь можно вернуться к идее Портмана о том, что характерный для каждой группы млекопитающих тип развития сформировался еще на ранних этапах эволюции. Учитывая, что исходным для млекопитающих было появление на свет незрелорожденных детенышей, переход к эволюционно более продвинутому типу развития, свершившийся по меньшей мере в 10 из основных групп плацентарных, тоже должен был происходить еще на ранних этапах эволюции.

Высказывая эту идею, Портман, вероятно, не ожидал, что однажды она получит наглядное палеонтологическое подтверждение.

К числу отрядов млекопитающих, все современные представители которых рожают одного зрелого детеныша, принадлежат непарнокопытные. Именно к этому отряду относятся лошади, ход эволюции которых отслеживается по палеонтологическим данным вплоть до раннего эоцена, начавшегося около 55 млн лет назад. В южной части Германии есть карьер Мессель, знаменитый исключительно хорошей сохранностью ископаемых остатков, возраст которых составляет почти 50 млн лет. В том числе это более 60 скелетов древних лошадей из рода *Eurohippus*, по размерам сравнимых с фокстерьерами. Тщательное изучение этих ископаемых экземпляров показало, что у восьми из них в утробе находился единственный хорошо развитый плод. Таким образом, у лошадей еще 50 млн лет назад рождался только один зрелый детеныш. В том же карьере были обнаружены более сотни скелетов ископаемых летучих мышей. У одной из них, представительницы рода *Palaeochiropteryx*, внутри сохранились остатки двух хорошо развитых зародышей. Судя по этому экземпляру, и у летучих мышей 50 млн лет назад уже рождались немногочисленные зрелые детеныши. Эти данные говорят в пользу вывода о том, что у общего предка современных приматов, все представители которых рожают зрелых детенышей, потомство тоже, по-видимому, появлялось на свет зрелорожденным.

Новорожденные приматы хорошо развиты и в целом соответствуют общепринятому определению зрелорождающихся млекопитающих. Они появляются на свет покрытыми шерстью, а их глаза и уши обычно открыты. Кроме того, беременность у приматов довольно продолжительна, а детеныш обычно рождается только один. Но между новорожденными приматами и зрелорожденным потомством других млекопитающих есть и важные отличия. У других млекопитающих зрелорожденные детеныши обычно способны самостоятельно передвигаться уже вскоре после появления на свет. Это характерно, например, для копытных, китообразных и слонов. А у приматов мать или какая-либо другая особь из той же группы обычно носит на себе детеныша, держащегося за ее шерсть, еще долгое время после его появления на свет. Так что, хотя у приматов и рождаются зрелые детеныши, они не так самостоятельны как новорожденные детеныши многих других млекопитающих. Как нам предстоит убедиться

из главы 7, из этого следуют важные выводы, касающиеся заботы о потомстве.

У подавляющего большинства приматов новорожденные детеныши в целом соответствуют определению зрелорожденных, но про человеческих новорожденных нередко говорят, что они появляются на свет незрелыми. Действительно, по сравнению с детенышами других приматов они недоразвиты. Но относить их к незрелорождающимся было бы неправильно. Прежде всего человеку свойственна сравнительно долгая беременность, как и другим приматам и зрелорождающимся млекопитающим. Кроме того, глаза и уши человеческих младенцев при появлении на свет открыты.

Можно было бы подумать, что человеческие новорожденные не соответствуют общепринятому определению зрелорождающихся млекопитающих, потому что волос у них на теле обычно очень мало. Но утрата волосяного покрова – явно вторичное явление в эволюции человека, что подчеркнул Десмонд Моррис в названии своей книги «Голая обезьяна». Более того, между пятым и седьмым месяцем беременности человеческий плод обычно покрыт тонким шелковистым пушком – лануго (от латинского слова, означающего пух), обычно исчезающим еще до рождения, но имеющимся у младенцев, рождающихся за восемь или больше недель до срока. Как это ни странно, при тяжелых случаях нервной анорексии лануго может вновь появляться, возможно, как приспособление, препятствующее переохлаждению изможденного тела. Кроме того, существует определяемое доминантным аллелем генетическое отклонение, при котором лануго сохраняется и у взрослых. Поскольку этот признак наследуется, семьи, в которых он встречается, не раз становились источниками легенд об обезьяноподобных людях или реликтовых популяциях неандертальцев, сохранившихся в отдаленных уголках Азии.

Итак, хотя человеческие младенцы в основном соответствуют общепринятому определению зрелорождающихся млекопитающих, они отличаются от детенышей других приматов некоторыми необычными свойствами. В частности, они довольно беспомощны, то есть намного менее подвижны и намного больше нуждаются в родительской заботе, чем новорожденные детеныши большинства приматов. В отличие от детенышей других приматов, они не в состоянии ни за что хвататься ногами и поэтому не могут сами держаться за свою мать сразу после появления на свет. Причем зависимость от матери сохраняется у человеческих младенцев надолго.

Наша уникальная способность ходить на двух ногах впервые проявляется лишь примерно через год после рождения. До этого младенец поначалу остается малоподвижным, а затем начинает ползать на четвереньках или перемещаться с места на место в сидячем положении. Мы единственные приматы, у которых маленькие дети передвигаются совсем не так, как взрослые. Все эти отличия сводятся к одной главной причине: человеческий мозг при появлении на свет недоразвит по сравнению с мозгом других приматов. В следующей главе мы обсудим это отличие подробно. Портман, разумеется, понимал, что человеческие младенцы отличаются в этом отношении от зрелорождающегося потомства других млекопитающих, и поэтому называл человеческих новорожденных «вторично незрелорождающимися».

Проанализировав ситуацию с размерами тела новорожденных, можно сделать дополнительные выводы о продолжительности беременности и типах развития. Поскольку объем матки ограничен, у нас есть все основания ожидать, что незрелорождающиеся детеныши будут сравнительно некрупными, а зрелорождающиеся – сравнительно крупными. Анализ с учетом различий в размерах тела между матерями показывает, что зрелорождающиеся детеныши действительно появляются на свет более крупными, чем незрелорождающиеся.

Между новорожденными детенышами представителей одних и тех же групп млекопитающих тоже наблюдаются различия, только более тонкие. В 1973 году антрополог Уолтер Лутенеггер первым опубликовал данные о том, что у долгопятов и высших приматов новорожденные детеныши отличаются большими размерами, чем у лемуров и лори и разница довольно существенна. У долгопятов и высших приматов отношение размеров тела новорожденного детеныша к размерам тела матери обычно примерно втрое выше, чем у лемуров и лори. Может показаться, будто такое соотношение подтверждает представления о большей эффективности инвазивной плаценты. Но не будет ли этот вывод еще одним примером ошибки, с которой мы уже сталкивались в случае с количеством аистов и числом новорожденных младенцев, то есть ошибки, связанной с неочевидными вмешивающимися факторами? Легко понять, что это можно проверить, обратившись к другим млекопитающим. Если неинвазивная плацента действительно неэффективна, то все млекопитающие, имеющие такую плаценту, должны рождать маленьких детенышей.

Как выясняется, сравнение с учетом разницы в размерах тела показывает, что у приматов, даже долгопятов и высших приматов, новорожденные детеныши в среднем меньше, чем у других млекопитающих, производящих на свет зрелое потомство. Самые крупные размеры новорожденного относительно размеров тела матери наблюдаются у копытных, китообразных, слонов и сирен. Однако ни одной из этих групп млекопитающих не свойственна высокоинвазивная плацента. У слонов и сирен плацента умеренно инвазивная, а у копытных и китообразных – вообще неинвазивная. Сравнение представителей разных групп млекопитающих показывает, что размеры новорожденных не связаны со степенью инвазивности плаценты, а значит, неинвазивную плаценту вовсе нельзя считать неэффективной.

Теперь мы можем вернуться к исходному вопросу о том, есть ли у нас основания считать, что неинвазивная плацента – примитивный для плацентарных млекопитающих признак. Как было показано выше, многочисленные данные указывают на то, что этот часто повторяемый вывод необоснован. Тип развития с незрелорождающимся потомством, по-видимому, действительно примитивен для млекопитающих, а тип развития со зрелорождающимся потомством – эволюционно продвинут. Если неинвазивная плацента примитивна и неэффективна, она должна быть связана с первым типом развития, но в действительности справедливо обратное. У млекопитающих с неинвазивной плацентой обычно рождаются зрелые детеныши, а незрелые рождаются почти исключительно у млекопитающих с умеренно или высокоинвазивной плацентой, хотя среди млекопитающих с инвазивной плацентой немало и таких, чьи детеныши появляются на свет зрелорожденными. Единственный однозначный вывод, который здесь можно сделать, состоит в том, что неинвазивная плацента почти никогда не связана с примитивным типом развития и незрелорождающимся потомством.

Еще один подход, который может быть полезен наряду с вышеописанным, предполагает анализ распределения разных типов плаценты по основанному на данных о ДНК эволюционному древу плацентарных млекопитающих. В эволюционных исследованиях широко применяется одно общее правило – так называемый принцип парсимонии, состоящий в том, что, когда приходится выбирать между двумя альтернативными реконструкциями, правильной, скорее всего, окажется та из них, которая предполагает меньше всего изменений.

Мы начнем со сравнения трех альтернативных эволюционных деревьев плацентарных, каждое из которых предполагает, что исходным для этой группы млекопитающих был один из трех известных типов плаценты, а затем подсчитаем минимальное число изменений, требуемых каждым из трех вариантов в свете распределения разных типов плаценты среди современных млекопитающих. Этот метод был применен авторами четырех исследований (одно из которых было проведено автором этой книги), независимо друг от друга пришедших к выводу том, что исходной для плацентарных млекопитающих была, по-видимому, плацента инвазивного типа. Однако выводы разных авторов разошлись относительно того, была ли эта примитивная плацента умеренно или высокоинвазивной. Мой собственный вывод состоит в том, что плацента предка всех плацентарных млекопитающих была умеренно инвазивной. Согласно этим представлениям, эволюция приматов должна была пойти в двух разных направлениях. У общего предка лемуров и лори должен был произойти сдвиг в сторону менее инвазивной плаценты, который привел к ее нынешнему неинвазивному состоянию, а у общего предка долгопятов и обезьян плацента, напротив, должна была стать более инвазивной.

Так или иначе, ход эволюции плаценты должен был включать неинвазивный этап, при котором зародыш развивался в матке, но имел лишь поверхностный контакт с ее внутренней оболочкой. Это исходное неинвазивное состояние плаценты предположительно существовало еще задолго до появления общего предка всех современных плацентарных млекопитающих. Напомню, что эволюционные ветви сумчатых и плацентарных разошлись не меньше 125 млн лет назад. При этом последний общий предок всех современных плацентарных жил позже – по-видимому, лишь около 100 млн лет назад. Таким образом, у его предков было не меньше 25 млн лет на формирование умеренно инвазивной плаценты.

Читатель уже, возможно, думает: «Ну и что? Какое отношение имеет эволюция плаценты у млекопитающих в целом к нынешнему положению дел с плацентой у человека?» Мне представляется, что самое прямое. Давнее убеждение, согласно которому высокоинвазивная человеческая плацента, во-первых, исключительно эволюционно продвинута, а во-вторых, исключительно эффективна, как мы теперь знаем, ошибочно. Сравнение разных плацентарных млекопитающих свидетельствует о том, что неинвазивная плацента

может ничуть не менее эффективно, чем инвазивная, передавать материнские ресурсы зародышу. Но если тип плаценты не связан с эффективностью передачи материнских ресурсов, то какое он имеет значение?

Весьма вероятно, что тип плаценты определяется компромиссом между иммунологическими факторами. Как уже отмечалось в начале этой главы, зародыш, развивающийся в утробе матери, синтезирует множество чужеродных белков, кодируемых отцовскими генами. Поэтому необходимы особые механизмы, чтобы не дать материнской иммунной системе отторгнуть развивающееся в утробе потомство. Но чем инвазивнее плацента, тем эта задача сложнее. Так что вопрос на самом деле состоит в том, почему плацента вообще бывает инвазивной, если ресурсы материнского организма можно не менее эффективно передавать зародышу через неинвазивную плаценту? Видимо, у инвазивной плаценты есть не только недостатки, но и преимущества, связанные с работой иммунной системы. Исследователям следует отбросить сданную в архив идею о том, что высокоинвазивная плацента должна быть более эффективной, и сосредоточиться на изучении роли иммунной системы в работе плаценты.

Если все проходит нормально, человеческий младенец появляется на свет после девяти месяцев внутриутробного развития. В следующей главе мы обсудим некоторые ключевые аспекты самого процесса родов. Здесь же уместно обсудить два связанных с родами аспекта: время родов и судьбу плаценты.

У других приматов, как показала биолог Элисон Джолли в 1972 году, роды обычно происходят во время той фазы суточного цикла, когда самка находится в состоянии покоя. Эта особенность, по-видимому, широко распространена и среди млекопитающих в целом и, несомненно, выгодна многочисленным видам приматов, живущим на деревьях. Чтобы не привлекать хищников, рожать среди ветвей деревьев лучше тайком.

В отличие от многих других приматов, активных днем, у человека (как известно всем, у кого есть дети) роды происходят отнюдь не только ночью, хотя время родов и подчиняется определенным закономерностям. Сегодня медицинское вмешательство в процесс родов так распространено, что получить надежные сведения о естественном распределении времени родов не так-то просто. Однако первые данные

об этом были получены еще до того, как активное вмешательство в обсуждаемый процесс стало нормой. Адольф Кетле, первым отметивший свойственную человеку сезонную динамику родов, отметил также суточный ритм, максимум которого приходится на полночь, а минимум на полдень. Несколько лет спустя, в 1933 году, педиатр Эдуард Дженни проанализировал данные о 350 000 случаев родов, происходивших в Швейцарии в период с 1926 по 1930 год, и обнаружил, что, хотя роды случаются в любое время суток, чаще всего они приходятся на время с 2:00 до 5:00, а реже всего – на промежуток с 13:00 до 19:00. Число родов, отмечаемых во время пика ранним утром, почти на 40 % превышало число родов, отмечаемых в дневные часы. Впоследствии ту же закономерность выявили авторы других исследований, в том числе Кайзер и Хальберг в США и Данц и Фукс в Германии. Эти данные важны потому, что получены в те времена, когда медицинское вмешательство в процесс родов было минимальным. Одно особенно интересное из сделанных тогда открытий состоит в том, что продолжительность схваток достоверно меньше в период наибольшей частоты родов и больше в период их наименьшей частоты.

Все имеющиеся у нас данные указывают на то, что при отсутствии внешних вмешательств на начало схваток, а значит, и на время родов у людей влияет естественный ритм. Самопроизвольные роды могут происходить в любое время суток, но ранним утром происходят чаще, чем днем и вечером. При ближайшем рассмотрении оказывается, что особенно отчетливая суточная динамика свойственна не времени родов, а времени начала схваток. У всех матерей, в том числе рожаящих в первый раз, наибольшая частота начала схваток приходится примерно на 2:00 ночи. Возможно, эта закономерность представляет собой лишь пережиток, унаследованный нами от предков, приспособившихся рожать преимущественно ночью, чтобы как можно меньше привлекать внимание хищников. Однако весьма вероятно, что данный ритм по-прежнему сохраняет свое биологическое значение и что оптимальное для людей время родов приходится именно на раннее утро.

Физиологические процессы, лежащие в основе суточной динамики родов, пока плохо изучены, но в 1994 году интересные результаты некоторых изысканий в этой области опубликовала гинеколог Мария Хоннебир в статье, основанной на материалах ее диссертации. Исследовательница провела сравнительный анализ хода беременности и времени схваток у женщин и у макак-резусов. Суточная ритмика свойственна многим физиологическим признакам, таким

как температура тела, давление крови, частота сердечных сокращений, уровень связанных с беременностью гормонов и слабые подергивания мышц стенки матки. Как у макак-резусов, так и у женщин слабые подергивания при приближении родов сменяются полноценными мышечными сокращениями. Ключевую роль в этом переходе играет гормон окситоцин. У макак-резусов уровень окситоцина в крови демонстрирует отчетливую суточную динамику, достигая пика в то самое время, когда происходят такие сокращения.

Кроме того, Мария Хоннебир изучила реакцию стенки матки у макак-резусов в ответ на введение окситоцина. Наиболее сильной эта реакция оказалась в ночные часы. Такие же результаты были получены в ходе исследования девяти беременных женщин, которых тестировали в период между 19-й и 30-й неделями беременности. Таким образом, у суточной динамики частоты самопроизвольных родов у человека, судя по всему, есть физиологическая основа. В 1972 году Элисон Джолли пришла к выводу, что время родов у человека по-прежнему может быть подвержено действию естественного отбора.

Особый интерес представляет также судьба человеческой плаценты после родов. Самки большинства плацентарных млекопитающих вскоре после родов поедают плаценту своих детенышей. Бенджамин Тико и Аргирис Эфстратиадис в своей заметке в журнале *Nature* охарактеризовали это словами из поговорки: самкам этих животных удается «съесть один пирог дважды». Самое поразительное в такой «плацентофагии» – то, что обычно не питающиеся мясом самки растительноядных млекопитающих, например козы, так же охотно поедают плаценту, как самки хищников. Важнейшие исключения из этого правила составляют ластоногие, китообразные, а также, по какой-то причине, верблюды. Как и большинство млекопитающих, все приматы, кроме человека, тоже поедают плаценту своих детенышей после родов, независимо от того, чем они обычно питаются. Более того, как было отмечено у приматов, содержащихся в неволе, если мать почему-либо не съедает плаценту, это верный признак того, что она не станет заботиться о своем детеныше. У гоминид (шимпанзе, горилл и орангутанов) матери по-прежнему в половине случаев отказываются заботиться о родившихся в неволе детенышах. Плацента в таких случаях обычно остается несъеденной.

Поедание плаценты матерью с давних пор объясняют тем, что оно мешает хищникам находить место, где произошли роды. Другие

возможные объяснения предполагают, что поедание плаценты по какой-то причине полезно для здоровья матери или стимулирует начало заботы о потомстве. Плацента содержит большое количество простагландинов, стимулирующих возвращение матки по окончании беременности к исходным размерам и состоянию. Кроме того, она в следовых количествах содержит окситоцин, снижающий послеродовой стресс и способствующий сокращению мышц, окружающих клетки молочных желез, приводя к выделению молока.

Плацента имеет особое культурное значение во многих человеческих обществах, но обычай поедать ее после родов встречается редко. В обзорной работе 1945 года, основанной на результатах проводимого Йельским университетом «Межкультурного исследования», американский антрополог Клеллан Форд сообщал, что в половине изученных человеческих обществ плаценту принято закапывать в землю. Тем не менее в некоторых из них считается, что поедание плаценты благотворно влияет на матерей и эффективно против послеродовой депрессии и других возможных осложнений, связанных с родами. Традиция поедать человеческую плаценту отмечалась на Гавайях, в Мексике, на некоторых островах Тихого океана и в Китае. Кроме того, плацента входит в состав некоторых средств китайской народной медицины. Но в нашем распоряжении нет надежных научных данных, которые свидетельствовали бы о том, что поедание плаценты своего ребенка действительно оказывает на женщин какое-либо благотворное влияние. Тем не менее в последнее время в США и Европе наблюдается повышение интереса к возможной пользе подобной практики. Одним из ярких примеров этого повышенного интереса может служить сайт PlacentaBenefits.info, созданный американским психологом Джоди Селандер в 2006 году и поощряющий матерей к поеданию плаценты своих новорожденных младенцев. Создательница этого сайта запатентовала особый способ изготовления содержащих вещество плаценты капсул, основанный на методах китайской народной медицины. На ее сайте утверждается, что прием таких капсул ускоряет восстановление после родов и снижает риск послеродовой депрессии. Однако, если вы намереваетесь принимать после родов подобные капсулы, вы можете столкнуться с серьезными затруднениями. Судя по некоторым сведениям, не во всех больницах готовы отдавать матерям плаценту их детей для последующего употребления в пищу. Имейте это в виду при выборе места, где вы планируете рожать.

Глава 5

Как отрастить большой мозг

В детстве, когда я получал хорошие оценки за контрольные, мама всегда говорила мне: «Тебе достались мозги твоего отца». Мне всегда казалось, что это не похоже на правду, ведь я унаследовал от отца лишь половину генов, а другую половину – от матери. Впоследствии, когда я вырос и занялся изучением эволюции мозга, мои исследования показали, что в действительности вклад моей матери в развитие моего мозга, как и вклад всех женщин в развитие мозга их детей, намного больше, и она совершенно напрасно скромничала. Все млекопитающие обязаны своим мозгом прежде всего своим матерям, по крайней мере в том, что касается вложенных в его развитие ресурсов.

Головной мозг служит центром управления нашего организма и представляет собой один из самых жизненно важных органов. Эволюции мозга млекопитающих, особенно возникновению исключительно большого человеческого мозга, посвящено немало исследований. Но, несмотря на все внимание, которое уделялось этому вопросу, исследователи часто пренебрегали тесной связью, существующей между развитием мозга и размножением. Высокая потребность головного мозга в энергии делает его одним из самых дорогостоящих органов нашего тела. У взрослых млекопитающих на работу каждого грамма мозговой ткани требуется раз в десять больше энергии, чем в среднем уходит на работу одного грамма других тканей. Хотя средняя масса головного мозга взрослого человека составляет меньше 1,5 кг (всего лишь около 1/50 от массы тела), на его обслуживание уходит около 1/5 всей расходуемой организмом энергии.

Затраты энергии на развитие мозга оказываются еще выше. Можно сказать, что к стоимости поддержания при этом добавляется стоимость строительства, из-за чего потребность в ресурсах возрастает еще больше. Нашему телу, как и любой другой работающей системе (кроме регионального правительства), для успешной работы необходим сбалансированный бюджет. Поэтому повышенную потребность развивающегося и работающего мозга в ресурсах требуется как-то компенсировать. Добиться этого можно посредством того или иного сочетания использования запасенных ресурсов (обращение к резервам),

увеличения потребления энергии (повышение доходов) и сокращения затрат энергии на поддержание остальных частей организма (сокращение других отделов). Такое стремление сбалансировать бюджет обычно требует поиска компромиссов между затратами на поддержание мозга и другими расходами, в особенности связанными с размножением.

Когда я занялся исследованиями эволюции приматов, у меня, по счастью, сразу сложился необычный набор интересов: к репродуктивной биологии и к эволюции мозга. Это сочетание позволило мне заметить взаимосвязи данных двух областей. В частности, оно привлекло мое внимание к вкладу любой матери в развитие своего потомства. Специалисты по эволюционной биологии обычно склонны задаваться вопросом, почему тому или иному виду млекопитающих нужен большой головной мозг. Я же пошел по другому пути, задавшись вопросом о том, как какое-либо млекопитающее вообще может позволить себе иметь большой мозг.

С биологической точки зрения ключевой момент состоит в том, что у всех млекопитающих именно мать обеспечивает потомство большей частью ресурсов, необходимых для развития мозга. Поначалу, во время беременности, эти ресурсы поставляются через плаценту. Затем, после родов, мать выкармливает своих детей, поставляя им дальнейшие ресурсы с молоком. При этом мозг выделяется среди других органов не только ненасытностью своих потребностей в энергии, но и тем, что быстро растет уже на ранних этапах развития и вскоре достигает своих окончательных размеров. Эта особенность вполне понятна, потому что мозг, бортовой компьютер организма, должен быть полностью готов к работе к тому моменту, когда детеныши начнут передвигаться самостоятельно. У млекопитающих мозг обычно завершает рост, по крайней мере прекращает увеличиваться в размерах, по большей части к тому моменту, как детеныш перестает питаться молоком. После этого за быстрым ростом следует относительный застой. Именно поэтому у новорожденных млекопитающих голова так непропорционально велика по сравнению с остальным телом, а у взрослых ее относительные размеры уже намного меньше.

Другие основные органы и системы органов (сердце, легкие, печень, почки, пищеварительный тракт, мышцы и скелет), в отличие от мозга, растут от рождения и до зрелости непрерывно и довольно равномерно. Например, у человека мозг, по сути, достигает своих окончательных размеров, свойственных взрослым, уже к семилетнему

возрасту, в то время как остальное тело продолжает расти еще лет четырнадцать. На поздних этапах развития рост других органов все больше обгоняет рост мозга. У новорожденных человеческих младенцев масса мозга составляет около 0,1 от массы тела, а у взрослых людей – лишь около 1/50. В связи с повышенной потребностью в энергии мозг новорожденного младенца, на который приходится 10 % массы тела, потребляет около 60 % всей расходуемой организмом энергии. Затем доля потребляемой энергии, приходящаяся на мозг, постепенно снижается, и у взрослых обычно составляет лишь около 20 %.

Проведенные мною сравнения разных млекопитающих показали, что размер мозга взрослой особи достоверно связан не только с потреблением энергии, но и с продолжительностью беременности. Это открытие подтвердило мое интуитивное предположение о тесной связи развития мозга с размножением. Биологи Джордж Сейчер и Эверетт Стаффельдт получили первые отчетливые свидетельства такой связи в 1974 году. Они проанализировали данные по репрезентативному набору млекопитающих и показали, что продолжительность беременности сильнее связана с размерами мозга новорожденного, чем с размерами его тела. Более того, Сейчер и Стаффельдт сделали из этого открытия вывод, что мозг может даже задавать ритм развития плода. Эта гипотеза по-прежнему ожидает тщательной проверки, но в любом случае ясно, что размеры мозга новорожденного тесно связаны с продолжительностью беременности.

Мозг продолжает расти и после рождения за счет ресурсов, поставляемых с материнским молоком, а значит, продолжительность кормления молоком тоже связана с окончательными размерами мозга, но все же определяющим фактором размеров мозга взрослого организма остается продолжительность беременности. Мозг млекопитающих обычно достигает примерно 9/10 своих окончательных размеров к моменту прекращения питания материнским молоком. Поэтому нет никаких сомнений в том, что именно мать поставляет большую часть ресурсов, необходимых для развития мозга.

Размеры мозга млекопитающих статистически достоверно связаны не только с продолжительностью беременности, но и с уровнем энергетического обмена. Исходя из связей между размерами мозга, длительностью внутриутробного развития и энергозатратами, я некогда сформулировал свою «гипотезу материнской энергии». Согласно этой

гипотезе, на размеры мозга новорожденного напрямую влияет уровень обмена энергии в организме матери во время беременности. При прочих равных чем продолжительнее беременность или чем выше уровень обмена, тем больше ресурсов материнский организм может передать через плаценту, способствуя развитию головного мозга у плода. Уровень обмена энергии в организме матери продолжает влиять на ее вклад в рост мозга потомства и после родов, в ходе кормления молоком. Чем выше суммарная продолжительность беременности и кормления молоком, то есть периода, в течение которого мать может поставлять ресурсы, необходимые потомству для развития мозга, тем больше времени имеется у матери на передачу таких ресурсов. Поэтому окончательные размеры мозга, свойственные взрослому организму, во многом определяются именно этим периодом.

Приматы в целом подчиняются данному правилу, но при этом демонстрируют уникальную связь роста мозга с развитием всего организма. Развитие плода у всех приматов идет не так, как у других млекопитающих. В 1982 году все тот же Джордж Сейчер внес еще один существенный вклад в наше понимание механизмов развития мозга, открыв знаменитый принцип, известный теперь как правило Сейчера: на всех этапах беременности плод у приматов неизменно имеет примерно вдвое больше мозговой ткани, чем плод тех же размеров любого другого млекопитающего. Иными словами, развитие мозга идет у приматов в особом, привилегированном режиме.

Однако объем информации, доступной Сейчеру, был сильно ограничен, потому что размеры мозга и всего тела в ходе развития плода как у приматов, так и у других млекопитающих измеряли редко. К счастью, существует не прямой способ проверки правила Сейчера. Поскольку правило предполагает, что разница между приматами и другими млекопитающими наблюдается на всех этапах развития плода, она должна наблюдаться и у новорожденных, а данных о размерах тела и мозга новорожденных млекопитающих имеется как раз довольно много. Когда я собрал и проанализировал довольно большой объем таких данных, выяснилось, что у новорожденных приматов действительно имеется примерно вдвое больше мозговой ткани, чем у новорожденных детенышей других млекопитающих. Правило Сейчера тем самым получило убедительное подтверждение.

Человеческие младенцы в этом отношении похожи на детенышей других приматов. Средние размеры мозга новорожденного человеческого младенца можно точно прогнозировать на основании

данных о средней массе тела по формуле, рассчитанной для других приматов. Средний новорожденный человеческий младенец весит 3,4 кг, а его головной мозг – 340 г. Соотношение между этими показателями примерно такое же, какое наблюдается у других приматов, в то время как у других млекопитающих, новорожденные детеныши которых весят около 3,4 кг, головной мозг новорожденных обычно весит лишь около 170 г. Свойственное всем приматам привилегированное развитие мозга в ходе развития плода дает их детенышам большое преимущество в начале жизненного пути. Более того, поскольку эта черта свойственна всем современным приматам, она должна была быть свойственна и их общему предку. Первопричины разрастания нашего мозга, как и его связь с размножением, имеют глубокие корни в нашем эволюционном прошлом.

Разбираясь в том, как мозг растет после рождения, нужно принимать во внимание степень развития мозга у новорожденных. В предыдущей главе мы уже познакомились с принципиальной разницей между млекопитающими, у которых детеныши появляются на свет незрелыми и зрелыми. У первых, к которым относятся мыши, хомяки, ежи, кролики и кошки, беременность длится сравнительно недолго. Как и можно было бы ожидать, новорожденные детеныши этих млекопитающих невелики по сравнению с матерью и имеют небольшой головной мозг. Соответственно, и значительная часть роста мозга должна происходить у них уже после рождения, обычно в тот период, в течение которого они развиваются, оставаясь в гнезде.

Общее правило состоит в том, что у млекопитающих, появляющихся на свет незрелыми, размеры головного мозга увеличиваются после рождения приблизительно в пять раз. Быстрый рост мозга продолжается примерно до тех пор, пока не открываются глаза и уши, а тело не покрывается шерстью. Этот этап развития можно считать соответствующим моменту появления на свет у млекопитающих, рождающихся зрелыми. После открывания глаз и ушей скорость роста мозга сильно уменьшается и остается сравнительно невысокой вплоть до достижения мозгом размеров, характерных для взрослого животного.

У млекопитающих, появляющихся на свет зрелыми (таких как приматы, копытные, дельфины и слоны), новорожденные детеныши довольно велики и уже имеют сравнительно крупный головной мозг, поэтому у них после рождения мозг растет намного меньше.

Как правило, у таких млекопитающих мозг после рождения увеличивается примерно вдвое, то есть далеко не так сильно, как у млекопитающих, рождающихся незрелыми, у которых он обычно увеличивается после рождения примерно в пять раз. Кроме того, у млекопитающих, рождающихся зрелыми, в том числе у всех приматов, за исключением человека, переход от быстрого к более медленному росту мозга обычно совершается к моменту появления на свет.

Однако человек в этом отношении уникален среди приматов. Как уже было сказано, соотношение размеров мозга и тела у человеческого плода и новорожденного младенца соответствует общей закономерности, характерной для приматов. Но дальнейший рост человеческого мозга после рождения резко отличается от дальнейшего роста мозга после рождения у любого другого примата и любого другого млекопитающего. У всех остальных приматов размеры мозга после рождения увеличиваются вдвое, а у человека – почти в 4 раза, что поистине поразительно. Столь существенное увеличение размеров мозга после рождения сочетается у нас с еще одной уникальной особенностью: скорость роста мозга у нас, в отличие от других приматов, а также от других млекопитающих, рождающихся зрелых детенышей, не замедляется ко времени появления на свет. Не замедляется она и через несколько недель после рождения, как у млекопитающих, рождающихся незрелых детенышей. У человека замедление роста мозга происходит лишь примерно через год после рождения.

Иными словами, человеческий мозг продолжает расти с той же скоростью, с какой он растет у плода, в течение года после рождения. Именно продолжением типичного для плода характера роста мозга в течение столь долгого времени после рождения и объясняется исключительная беспомощность новорожденных человеческих младенцев по сравнению с другими новорожденными приматами. Зоолог Адольф Портман верно подметил, что по-хорошему следовало бы считать, что беременность у человека длится 21 месяц: 9 месяцев в утробе матери, а затем еще 12 месяцев снаружи. Антрополог Эшли Монтагю сформулировал ту же мысль немного иначе: он писал, что у человека за 9 месяцами нормальной беременности в матке («утерогестации») следуют еще 9 месяцев развития вне матки, похожего на развитие плода («экстерогестация»).

Ясно, что у человеческих новорожденных мозг и связанные с ним анатомические структуры остаются незрелыми по сравнению с соответствующими структурами новорожденных других приматов

и других млекопитающих, производящих на свет развитых детенышей. Отсюда следуют несколько выводов, важных для медицины. Во-первых, это повышенная частота заболеваемости расстройствами уха, горла и носа у младенцев. Многие из таких расстройств ослабевают или полностью проходят в течение первого года жизни. Один из ярких примеров подобных заболеваний – воспаление среднего уха (отит), которое в тяжелых случаях может приводить к потере слуха. Отит часто встречается у человеческих младенцев оттого, что евстахиева труба, через которую между глоткой и полостью среднего уха может проходить воздух, у новорожденных еще остается сравнительно незрелой.

Быстрый рост мозга в течение первого года жизни связан также с еще одной необычной особенностью новорожденных человеческих младенцев – их исключительной пухлостью. У среднего человеческого новорожденного, весящего около 3,4 кг, жировой ткани почти 0,5 кг – около 14 %. Наши младенцы – одни из самых пухлых среди новорожденных млекопитающих. Они заметно отличаются от костлявых новорожденных других приматов, таких как шимпанзе или макаки-резусы. У новорожденного человеческого младенца на жировую ткань приходится такая же доля массы тела, как у млекопитающих, живущих в Арктике, и даже бóльшая, чем у новорожденных тюленей. Как показал антрополог Кристофер Кузава, в организме новорожденного человеческого младенца примерно в 4 раза больше жира, чем можно было бы ожидать у обычного новорожденного млекопитающего таких же размеров. Более того, в течение первых девяти месяцев после рождения массовая доля жира у человеческих младенцев продолжает увеличиваться, достигая в итоге примерно четверти от массы тела. В течение этого периода около 70 % энергии, расходуемой на рост, уходит на отложение жира. Короче говоря, здоровые младенцы не теряют свой младенческий жирок, а лишь увеличивают его запасы, иногда сохраняемые до трехлетнего возраста. В накоплении этих запасов младенцем долгое время после его рождения продолжает участвовать мать, кормящая его молоком.

Пухлость наших младенцев принято объяснять тем, что естественный отбор благоприятствовал повышению доли жировой ткани в организме, чтобы компенсировать утрату волосяного покрова, защищающего тело от холода. Известно, что оптимальная температура для человеческих младенцев, развивающихся в инкубаторе, составляет

около 32 °С, так что охлаждение действительно может быть источником неприятностей. Младенческий жирок отличается характерным распределением по телу: он сосредоточен в основном прямо под кожей и, в отличие от запасов жира взрослых людей, лишь в небольшом количестве присутствует в брюшной полости. Эту точку зрения поддерживал антрополог Богуслав Павловский, доказывавший, что различные особенности человеческих новорожденных сформировались в ходе эволюции у древних представителей рода *Ното* как приспособления для борьбы с чрезмерным охлаждением во время ночного сна в открытой саванне. К числу таких особенностей Павловский относил сравнительно крупные размеры, а также повышенное количество подкожного жира. Еще одна необычная особенность человеческих младенцев – их способность активно регулировать температуру собственного тела.

Однако результаты исследований, которые провел Кузава, не вполне подтверждали, что подкожный жир человеческих младенцев может играть ту роль, которую ему приписывал Павловский. В связи с этим Кузава занялся проверкой другого, более правдоподобного объяснения исключительной пухлости наших младенцев, согласно которому увеличенные запасы жира служат своеобразным энергетическим буфером, особенно важным в период быстрого роста головного мозга в течение первого года жизни. Такой буфер мог бы компенсировать временные нарушения поступления ресурсов в организм растущего младенца. В 2003 году диетологи Стивен Куннейн и Майкл Крофорд сделали следующий шаг на пути к решению данной проблемы, опубликовав статью, в которой доказывали, что пухлость человеческих младенцев может служить ключом к эволюции нашего исключительно крупного мозга, причем не только в связи со значением подкожного жира как резерва энергии. Наш мозг почти наполовину состоит из жира, а в жире младенцев содержатся особые жирные кислоты – длинноцепочечные полиненасыщенные (ДЦПНЖК), которые необходимы для нормального развития мозга. Расчеты показывают, что ДЦПНЖК, содержащихся в младенческом жире в момент рождения, должно быть достаточно для поддержания роста мозга в течение трех месяцев. Куннейн развил эту идею в опубликованной им в 2005 году книге «Выживание наиболее жирных», в которой писал о нормальных человеческих новорожденных, что их следует признать «положительно ожиревшими». Отложение жира у человеческого плода происходит лишь в течение последнего триместра беременности, а на протяжении

первых шести месяцев почти никакого жира в организме человеческого зародыша нет. В результате запасы жира у недоношенных младенцев оказываются сильно ниже нормы. У младенцев, рождающихся на пять недель раньше срока, жира вдвое меньше, чем у нормальных новорожденных, а у рождающихся на десять недель раньше срока – в шесть с лишним раз меньше. У таких недоношенных младенцев сильно выпирают ребра и мышцы груди, оттого что жировой ткани у них под кожей очень мало. Недостаточные запасы жира означают, что недоношенные младенцы лишены хорошего буфера для стремительного роста мозга сразу после рождения. Хотя при полноценном питании мозг у таких младенцев все же может развиваться нормально, исключительно важно учитывать их особые пищевые потребности. Куннейн метко называет запасы жира, имеющиеся у новорожденных младенцев, своего рода «страховкой».

Как уже говорилось, в большинстве других отношений, кроме развития мозга, человеческие новорожденные младенцы похожи на новорожденных других видов млекопитающих, производящих на свет зрелое потомство. Незрелыми наших младенцев можно считать лишь в одном особом смысле: их мозг в момент рождения недоразвит (по сравнению с его размерами у взрослых) и после рождения продолжает стремительно расти. Портман верно охарактеризовал человеческих новорожденных как «вторично незрелых». Именно несоответствие развития мозга и других признаков в момент рождения и делает наших младенцев особенными. Одно из отражений этой особенности состоит в том, что кости черепа человеческого новорожденного еще не вполне развиты и на темени и по бокам головы остаются неокостеневшие участки – роднички. У человеческих младенцев эти участки довольно велики и окостеневают обычно лишь через полтора-два года после рождения, в то время как у новорожденных человекообразных обезьян они довольно малы, а у других обезьян отсутствуют.

Продление свойственного плоду стремительного роста мозга на первый год жизни младенца имеет ряд важных следствий. Во-первых, переход от быстрого к медленному росту мозга у человеческих младенцев не связан с открыванием глаз и ушей, как это обычно бывает у других млекопитающих. Человеческие младенцы необычны тем, что в течение целого года роста мозга по типу, характерному для плода, их глаза и уши уже открыты. Эта необычная особенность позволяет им

взаимодействовать с окружающим миром посредством довольно незрелого мозга. Как известно всем родителям, человеческие дети многому научаются в течение первого года жизни и уже участвуют в сложных социальных взаимодействиях. Эта особенность оказала огромное влияние на постепенное становление в ходе эволюции свойственной человеку исключительной приспособляемости и гибкости поведения.

В этой связи не случайно, что характерный для нашего вида способ передвижения (выпрямившись, на двух ногах) развивается лишь примерно через год после рождения. В течение нескольких месяцев человеческий младенец, еще не научившийся ходить, передвигается типичными для младенцев способами: на четвереньках или подползая в сидячем положении. В этом состоит еще одна наша необычная особенность, ведь другие приматы с самого начала передвигаются тем способом, который характерен для их вида. Примечательно также, что активное использование речи начинается у человеческих младенцев лишь на втором году после рождения, хотя в течение первого года жизни младенцы активно обучаются множеству базовых правил общения. Итак, хотя мозг человеческих младенцев и продолжает развиваться характерным для плода способом на протяжении целого года после рождения, в этот период они уже способны активно взаимодействовать с окружающим миром.

Но эта уникальность приводит нас к важному вопросу: почему в ходе эволюции вообще возникла особая модель развития человеческого мозга? Ответ на этот вопрос в целом ясен. После девяти месяцев внутриутробного развития мозг человеческого плода достигает максимальных размеров, еще позволяющих ему благополучно проходить через родовые пути. Если бы не ограничение размеров, накладываемое родовыми путями, беременность могла бы длиться около 21 месяца, продолжаясь где-то на год дольше обычного и обеспечивая полноценное развитие мозга.

Было бы намного эффективнее формировать мозговую ткань за счет ресурсов, передаваемых непосредственно через плаценту. После родов матери приходится вначале преобразовывать ресурсы своего организма в молоко, а затем передавать их младенцу для переваривания. Это в какой-то степени объясняет, почему внутриутробное развитие человека доведено до самого предела, определяемого диаметром родовых путей и определяющего диаметр головы новорожденного. Изменчивость того или иного размерного параметра в рамках вида

обычно соответствует колоколообразной кривой нормального распределения. Расположенный в центре кривой пик соответствует среднему значению, а частота встречаемости меньших и больших значений зеркально убывает по обе стороны от этого пика. Диаметр головы человеческих новорожденных составляет заметное исключение из этого правила. Частота значений ниже среднего убывает ожидаемым образом, но при значениях выше среднего наблюдается убывание намного более резкое. Это резкое сокращение изменчивости на дальней стороне распределения – верный признак работы естественного отбора, отсеивающего значения диаметра головы, слишком большие для благополучных родов.

Сравнение с другими гоминидами – нашими ближайшими родственниками – подтверждает этот вывод. У всех современных гоминид беременность длится меньше, чем у человека: 35 недель у орангутанов, 37 недель у горилл и всего 33 недели у обыкновенных шимпанзе. Самки шимпанзе и орангутанов обычно меньше, чем женщины, в то время как самки горилл несколько крупнее женщин. Истинная продолжительность беременности у женщин, составляющая 38 недель, на 1–5 недель дольше, чем у других современных гоминид. Размерами тела эту разницу никак не объяснить. Не может она объясняться и существенной разницей в размерах новорожденных: новорожденные орангутаны и шимпанзе весят около 1,8 кг, гориллы – около 2,1 кг, а человеческие младенцы – около 3,4 кг. Масса тела новорожденного составляет у человека почти 6 % от массы тела матери, в то время как у обезьян – всего лишь около 3 %.

Таким образом, новорожденный человеческий младенец весит почти вдвое больше, чем новорожденные младенцы других современных гоминид. Вспомним правило Сейчера: соотношение размеров головного мозга и тела новорожденных у всех приматов почти одинаково. Поскольку человеческие новорожденные почти вдвое больше новорожденных всех других современных гоминид, их мозг тоже почти вдвое больше. Из этого несоответствия следует два важных вывода. Во-первых, чтобы произвести на свет наших более крупных и более мозговитых младенцев, женщинам приходится вкладывать в развитие плода намного больше ресурсов, чем самкам всех других современных гоминид. Во-вторых, данное несоответствие подтверждает, что размеры мозга и тела новорожденных человеческих младенцев действительно упираются в предельные возможные значения. Именно этим объясняется тот факт, что человеческие роды

представляют собой столь длительный и опасный процесс.

Необычные проблемы, связанные с человеческими родами, отражены также в разнице между мужчинами и женщинами в форме таза. У обезьян между самцами и самками нет явных различий по этому признаку. У женщин же форма таза совсем иная, чем у мужчин. Абсолютная ширина таза у мужчин и женщин примерно одинакова, но относительно размеров тела она больше у женщин, потому что тело у них в среднем меньше, чем у мужчин. Вспомним отличия между мужчинами и женщинами в общей форме всего тела. Женщины обычно шире в бедрах, чем в плечах, в то время как мужчины, напротив, шире в плечах, чем в бедрах. Что касается внутреннего строения, то у женщин нижний конец позвоночника смещен назад и не заходит в тазовый канал, края которого плавно закруглены. Мужчинам такое смещение позвоночника незачем, а тазовый канал у них имеет сердцевидную форму. Кроме того, сочленение правой и левой половинок таза спереди, в лобковой области, у женщин короче, чем у мужчин, и образует с остальным тазом более тупой угол. Есть и немало других признаков, по которым женский таз легко отличить от мужского. Антропологи, исследующие человеческие скелеты, обнаруживаемые на археологических раскопках или на местах преступлений, если нужно определить пол человека, которому принадлежал скелет, первым делом смотрят на кости таза. Различия между полами в строении таза проявляются также в походке. У женщин бедра покачиваются при ходьбе, потому что таз у них сильнее наклонен вперед и по более наклонной линии движется вверх и вниз. Движения в суставах, соединяющих бедро и голень у мужчин и женщин, тоже различаются.

Предположение, что размеры головы человеческих новорожденных ограничены размерами таза, вполне логично и доступно для независимой косвенной проверки, которую можно провести следующим образом. Достаточно найти млекопитающее, производящее на свет крупных детенышей с большим мозгом, сравнимых по этим параметрам с человеческими, но за отсутствием тазовых костей не имеющее таких же, как у нас, ограничений, накладываемых размерами родовых путей. Благодаря чудесам биологического разнообразия такие млекопитающие действительно существуют. Предки дельфинов и китов в свое время вторично перешли к жизни в воде. В результате весь тазовый пояс конечностей, в том числе и сам таз, стал для них лишним и от его костей осталось лишь несколько фрагментов. При этом некоторые дельфины довольно близки к человеку по массе тела,

продолжительности беременности и окончательным размерам мозга. Самка дельфина, не имеющая таза, может родить особенно крупного детеныша, вес мозга которого превышает вес 340-граммового мозга новорожденного человеческого младенца больше чем в два раза. Но мозг дельфина после появления на свет увеличивается в ходе дальнейшего развития всего лишь вдвое, а мозг человека – в четыре раза. Живущим в воде и лишенным таза дельфинам незачем продлевать развитие мозга по модели, свойственной плоду, на следующий этап жизни, начинающийся после родов.

Поскольку голова новорожденного человеческого младенца столь велика по сравнению с размерами родовых путей, ее прохождение через таз сопряжено с немалыми трудностями. В какой-то степени этот процесс облегчается специфическим действием гормона релаксина. Выработка этого инсулиноподобного гормона, производимого яичниками, плацентой и молочными железами, достигает максимума на поздних этапах беременности. Данный гормон, в частности, размягчает связку, соединяющую спереди правую и левую половинки таза. Кроме того, он расслабляет тазовые мышцы, делая тазовый канал немного более гибким. Облегчению родов способствуют и роднички между костями черепа, дающие возможность голове новорожденного несколько менять свою форму. И тем не менее прохождение человеческого младенца через тазовый канал во время родов остается исключительно трудным процессом. Примерно каждые пятые роды у женщин сопряжены с теми или иными физическими затруднениями.

Люди с давних пор обращали внимание на трудность процесса родов. Например, в Библии сказано о наказании, назначенном Еве и всем женщинам за грехопадение (Бытие 3:16): «умножая умножу скорбь твою в беременности твоей; в болезни будешь рождать детей». Эта предполагаемая Библией связь между съеденным плодом древа познания и болезненностью родов особенно интересна в свете отчетливой зависимости затрудненности процесса родов от крупных размеров человеческого мозга.

Чтобы пройти через тазовый канал, человеческий младенец вынужден совершать сложную последовательность поворотов, весьма необычную для приматов. Сложность его пути связана не только с довольно большой головой и широкими плечами новорожденного: она также отражает изменения формы и ориентации человеческого таза, потребовавшиеся для прямохождения на двух ногах. Эти два

эволюционных фактора вместе превратили путь появления человеческого младенца на свет в настоящую полосу препятствий.

Проблемы, связанные со сравнительно крупной головой новорожденных, свойственны не только человеку. Как первым отметил в свое время анатом Адольф Шульц, у некоторых других видов приматов размеры головы новорожденных тоже могут вызывать затруднения при родах. Ключевым фактором, который необходимо принимать во внимание, здесь тоже оказываются размеры тела. Как и следовало бы ожидать, средние размеры тела новорожденных у приматов увеличиваются с увеличением средних размеров тела их матерей. Однако, как и со многими другими биологическими признаками, зависимость здесь отличается от простой линейной. Размеры новорожденных у разных видов увеличиваются медленнее, чем размеры тела матерей. Иными словами, по мере увеличения размеров тела матери размеры тела новорожденного составляют все меньшую долю от ее веса. У мелких обезьян детеныши относительно крупные по сравнению с матерями; у средних, в том числе гиббонов, – средних размеров, а у крупных гоминид – маленькие. Например, саймири (мелкие обезьяны Нового Света с крупным мозгом) рожают сравнительно крупных детенышей, едва проходящих через родовые пути. Но таз этих обезьянок, в отличие от человеческого, не подвергался радикальным изменениям, связанным с прямохождением. Поэтому, несмотря на то, что размеры их новорожденных детенышей плотно пригнаны под размеры родовых путей, роды у саймири проходят без особых затруднений.

У человека большеголовые младенцы вынуждены проходить при родах через таз, конфигурация которого видоизменена для хождения на двух ногах. Более того, родовые пути женщины имеют сложную форму: вход в тазовый канал изнутри больше в ширину, чем в передне-заднем направлении, а выход из него наружу больше как раз спереди назад. В результате для благополучного прохождения таза младенцу требуется последовательность поворотов, совершаемых в два этапа. Антрополог Карен Розенберг описала специфические особенности человеческих родов в статье 1992 года, в которой показала, что, когда голова младенца входит в тазовый канал, она уже повернута так, что ее наибольший диаметр ориентирован в ширину, а не в передне-заднем направлении, как обычно бывает у других приматов. Затем, во время прохождения таза, голова поворачивается дальше, чтобы легче пройти через выходное отверстие канала, ориентированного длинной осью

спереди назад. Лицо младенца, выходящего из родовых путей, при этом обычно обращено к спине матери. У других приматов оно обычно обращено в противоположную сторону, и никакого вращения при прохождении детеныша через родовые пути не происходит.

Крупная голова человеческих младенцев не единственное, что создает проблемы при родах. Плечи новорожденных тоже довольно широки по сравнению с размерами родовых путей, так что для их прохождения требуется дополнительный трюк: во время прохождения плеч голова должна быть повернута в сторону. Плечи младенца едва проходят по ширине через тазовый канал, поэтому еще одна опасность, возникающая при родах, связана с тем, что плечи новорожденного застревают в родовых путях (это происходит в одном случае из ста или реже).

Вместе с тем своеобразие свойственного человеку процесса родов, пожалуй, несколько преувеличивают. В 2011 году приматолог Сатоси Хирата представил данные о том, что в каждом из трех снятых вблизи на видео родов у шимпанзе из содержащейся в неволе колонии голова рождавшегося детеныша была обращена к спине матери при ее появлении из родовых путей, а затем поворачивалась вместе с телом в противоположную сторону. Хирата и его соавторы отметили, что реальный процесс родов у других видов приматов, кроме человека, исследовали мало, так что вращение новорожденного в родовых путях вполне может происходить и у других видов. Однако, если бы детеныши появлялись из родовых путей лицом, обращенным к спине матери, у обычных лабораторных приматов, таких как макаки-резусы, саймири и обыкновенные игрунки, это непременно было бы замечено. Кроме того, своеобразие человеческих родов не ограничено вращением и связано также с размерами головы и приспособлениями к прямохождению, в связи с чем двухэтапный поворот появляющегося на свет младенца происходит у людей почти всегда.

Все эти особенности вместе делают процесс родов у человека длительным и трудным, и неудивительно, что его нередко называют «родовыми муками». В одной работе, которую опубликовала в 1999 году гинеколог Лия Альберс, был представлен анализ данных о продолжительности родов, происходивших в срок, у 2500 женщин из разных стран. Все проанализированные случаи касались матерей, не принадлежавших к группам риска и рожавшим в больницах при участии акушерок, но без дополнительного медицинского вмешательства. У матерей, рожавших в первый раз, роды занимали

в среднем почти девять часов, а у матерей, уже рожавших ранее, – около шести часов. В исключительных случаях продолжительность родов составляла до 20 часов.

У других приматов роды, напротив, проходят сравнительно быстро и просто. Антрополог Уэнда Треватан в своей книге «Человеческие роды с точки зрения эволюции» (Human Birth: An Evolutionary Perspective), опубликованной в 1987 году, проанализировала данные о продолжительности родов у разных видов приматов и показала, что у гоминид, как и ожидалось, исходя из небольших размеров их новорожденных по сравнению с размерами таза самок, роды обычно не связаны ни с какими трудностями. У орангутанов, шимпанзе и горилл процесс родов обычно занимает пару часов. Установленный Хиратой и его коллегами неожиданный факт появления головы детенышей шимпанзе из родовых путей лицом к спине матери не сопряжен с увеличенной продолжительностью родов, как у человека: напротив, он вполне может быть следствием того, что детеныши шимпанзе свободно проходят через родовые пути. Не только у человекообразных, но и у других обезьян роды обычно занимают примерно пару часов, хотя у тех видов, самки которых имеют небольшие размеры, процесс родов бывает затруднен из-за соотношения размеров детеныша и родовых путей. Судя по некоторым данным, у ряда видов небольших обезьянок с крупным мозгом (в том числе у саймири) процесс родов относительно труден, хотя длится он все равно только около двух часов. Как бы то ни было, человек – единственный примат, у которого столь затянутые и трудные роды сочетаются с такими большими размерами тела.

Уэнда Треватан и Карен Розенберг также отмечали, что сложность человеческих родов и сопряженные с нею риски делают помощь того или иного рода необходимой почти всегда. Серьезные опасности связаны с появлением младенцев на свет лицом к спине матери и возможностью их застревания в родовых путях. Акушерки не только обеспечивают общую помощь во время родов, но и могут вмешаться при возникновении проблем, которые они в силах предотвратить. Примерно при каждом третьем роде в результате сложного вращения младенца в родовых путях пуповина обматывается у него вокруг шеи. В большинстве случаев это не представляет угрозы для жизни новорожденного, но иногда случается, что пуповина затягивается на шее как удавка и, если не принять срочных мер, может задушить ребенка. Участие в родах акушерки и незамедлительное вмешательство в случае необходимости могут гарантировать, что пуповина не создаст

серьезной опасности в процессе родов.

По мере постепенного увеличения мозга в ходе человеческой эволюции он должен был создавать все бóльшие проблемы для процесса родов. За последние 4 млн лет размеры мозга у наших предков увеличились примерно втрое: у австралопитеков мозг весил около 450 г, а у современного человека – в среднем около 1,4 кг. Продолжительность беременности у человека и других современных гоминид сравнима, так что у нас есть основания полагать, что и у общего предка всех гоминид беременность длилась довольно долго, около восьми месяцев. По мере увеличения размеров мозга у линии, ведущей к современному человеку, продолжительность беременности постепенно увеличивалась, пока не достигла девяти месяцев, характерных для современных людей.

На самых ранних этапах эволюции человека размеры тазового канала, по-видимому, не накладывали существенных ограничений на роды, как это свойственно и всем современным гоминидам, кроме человека. Но когда наши предки перешли к прямохождению на двух ногах, это изменило и размеры, и форму тазового канала. Кроме того, головной мозг постепенно увеличивался, и параметры таза стали все сильнее ограничивать величину головы новорожденных. На каком-то этапе возникла необходимость перенести часть свойственного плоду роста мозга на период после рождения. Только так можно было решить проблему растущей разницы между максимальными размерами мозга новорожденных, возможными при имеющемся строении таза, и окончательными размерами мозга взрослых людей.

Австралопитеки, древнейшие из подробно изученных ископаемых гоминид, жили в период с 4 до 2 млн лет назад. Их головной мозг, весивший около 450 г, по-прежнему оставался довольно маленьким. У современных приматов, за исключением человека, мозг новорожденных обычно весит примерно вдвое меньше мозга взрослых, и если австралопитеки еще соответствовали этой закономерности, то у их новорожденных масса мозга должна была составлять около 250 г. Едва ли размеры такого мозга могли создавать серьезные проблемы при родах. Однако результаты целого ряда исследований показали, что таз австралопитеков, по-видимому, уже начал накладывать ограничения на процесс родов, поскольку у них уже развивались приспособления к прямохождению на двух ногах. В частности, их таз уже стал относительно широким и низко подвешенным, а не высоким и узким, как у всех современных гоминид, кроме человека. Перестройка

таза у австралопитеков изменила и форму родовых путей, сделав их просвет шире в боковом направлении и уже в передне-заднем. Быть может, это изменение стало мешать голове новорожденного проходить через родовые пути прямо, как это обычно бывает у других приматов, и потребовало некоторого поворота его головы, позволявшего совместить ее наибольший диаметр с наибольшим диаметром входа в тазовый канал, как на первом этапе вращения младенца при родах у современного человека. Некоторые авторы даже высказывали предположение, что процесс родов у австралопитеков уже был таким же сложным, как у современного человека, но это маловероятно. Второй этап поворота головы новорожденного австралопитекам, по-видимому, не требовался.

К сожалению, в нашем распоряжении нет никаких палеонтологических данных о размерах мозга и тела новорожденных австралопитеков. Судить о них приходится на основании сравнений с современными видами. Например, чтобы грубо оценить размеры мозга новорожденных австралопитеков, можно воспользоваться графиком, показывающим соотношения размеров мозга новорожденных и размеров тела взрослых самок у современных обезьян. Тот же самый подход применим и для оценки размеров тела новорожденных австралопитеков. Но мы сталкиваемся здесь с одним непростым затруднением. Как мы уже отмечали, у современного человека младенцы намного крупнее и обладают ощутимо более крупным мозгом, чем можно было бы ожидать, исходя из сравнения с обезьянами. Так что если бы мы попытались рассчитать размеры тела и мозга человеческих новорожденных младенцев на основании такого графика, мы получили бы сильно заниженные оценки. Это едва ли относится к австралопитекам, если бы они ничем особенным не отличались от современных обезьян. Но если австралопитеки уже начали эволюционировать в направлении современного человека, подобные оценки могут оказаться заниженными и для них, а ведь смысл подобных расчетов состоит именно в том, чтобы выяснить, к кому были ближе австралопитеки – к современным обезьянам или к человеку. В итоге мы попадаем в порочный круг.

Стремясь вырваться из этого порочного круга, антрополог Джереми Десильва высказал следующую остроумную идею. Хотя размеры мозга и тела человеческих новорожденных и больше, чем можно было бы ожидать, исходя из сравнения с обезьянами, соотношения размеров мозга взрослых и новорожденных у разных видов приматов более постоянны.

Поэтому размеры мозга новорожденных австралопитеков можно оценить, исходя из размеров мозга взрослых, которые хорошо известны из палеонтологических данных. Правило Сейчера отражает устойчивую связь, существующую между размерами мозга и размерами тела новорожденных, так что, оценив размеры мозга новорожденных, мы можем рассчитать на основании этой оценки и размеры их тела. Воспользовавшись данным подходом, Десильва пришел к выводу, что детеныши австралопитеков обладали мозгом большего размера и были крупнее детенышей современных человекообразных обезьян сравнимых габаритов. А это, в свою очередь, указывает на возможность того, что трудности родов и правда могли начать проявляться еще у австралопитеков.

И все же подход Десильвы тоже создает порочный круг, хотя и не столь существенный. Ведь у человека мозг увеличивается после рождения почти в четыре раза, в то время как у других приматов он увеличивается в среднем лишь вдвое. Поэтому, если мы попытаемся рассчитать размеры мозга человеческих новорожденных, исходя из размеров мозга взрослых людей, на основании графика соотношения этих показателей у обезьян, то получим несколько завышенную оценку. И тем не менее, даже если сделать соответствующую поправку, окажется, что взрослые австралопитеки, размеры тела у которых были немного меньше, чем у шимпанзе, производили на свет детенышей, отличавшихся размерами мозга и тела от новорожденных шимпанзе.

Хотя у нас и нет палеонтологических данных о размерах мозга новорожденных австралопитеков, известны неплохо сохранившиеся черепа двух трехлетних австралопитеков афарских (*Australopithecus afarensis*) из Эфиопии и одного четырехлетнего австралопитека африканского (*Australopithecus africanus*) из ЮАР. Размеры мозга у этих детенышей австралопитеков были сравнимы с размерами мозга детенышей шимпанзе того же возраста. Но у взрослых шимпанзе мозг меньше, чем был у взрослых австралопитеков: он весит лишь около 370 г, а не около 450 г. Это значит, что к трем и четырем годам у австралопитеков мозг достигал меньшей доли своих окончательных размеров, чем достигает у шимпанзе. Таким образом, у нас имеются косвенные данные, указывающие на то, что у австралопитеков рост мозга был в некоторой степени смещен на период после рождения, а это заставляет предположить уже начавшееся влияние ограничений, накладываемых на размеры мозга новорожденных размерами родовых путей.

Первые продвинутые гоминиды, принадлежащие к роду *Номо* (человек), появляются в палеонтологической летописи около 2 млн лет назад. Размеры мозга у сменявших друг друга видов этого рода последовательно возрастали, так что затруднения, связанные с родами, тоже должны были возрастать. Например, у человека умелого (*Homo habilis*) средние размеры мозга уже увеличились на треть по сравнению с обычными размерами мозга австралопитеков: приблизительно от 450 г до 600 г. Если человек умелый соответствовал закономерности, характерной для всех современных приматов, кроме человека, то масса мозга у его новорожденных должна была составлять около 300 г, что всего лишь на 15 % меньше, чем 340 г – масса мозга у новорожденных младенцев современного человека. Поскольку размеры тела у человека умелого, как и у австралопитеков, были сравнительно невелики, довольно большая голова новорожденных младенцев этого вида, по-видимому, была еще больше подвержена ограничениям, накладываемым размерами родовых путей. К сожалению, известные науке скелеты человека умелого сохранились довольно плохо, поэтому мы вынуждены ждать новых открытий, чтобы оценить, насколько велики были трудности, с которыми сталкивались представители этого вида человека при родах.

Человек прямоходящий (*Homo erectus*), как и человек умелый, возник около 2 млн лет назад, но был ближе к современным людям по размерам тела и обладал более крупным мозгом, весившим у взрослых людей этого вида около 900 г. Если человек прямоходящий соответствовал общему правилу, выполняющемуся для всех современных приматов, кроме человека разумного, мозг новорожденных младенцев у него должен был весить около 450 г – на 110 г больше, чем у наших новорожденных. Параметры таза человека прямоходящего весьма близки к параметрам таза современного человека, поэтому на самом деле у людей данного вида часть роста мозга по модели, характерной для плода, приходилась, как и у нас, на период после рождения. Внутриутробное развитие у человека прямоходящего, скорее всего, тоже доходило до предела, накладываемого размерами таза, как это происходит у современного человека. Поэтому младенцы у данного вида, по-видимому, как и у нас, появлялись на свет, когда их мозг достигал массы около 340 г. Если беременность тоже длилась девять месяцев, как у современного человека, то продолжение характерной для плода модели роста мозга должно было занимать

первые три или четыре месяца после рождения. Соответственно, можно предположить, что у новорожденных младенцев человека прямоходящего уже отчасти проявлялись признаки «вторичной незрелорожденности», свойственной новорожденным младенцам современного человека. Усугубившаяся беспомощность младенцев на протяжении первых нескольких месяцев после рождения должна была сделать обязательной интенсивную заботу родителей о потомстве. В то же время появление на свет младенцев, мозг которых еще оставался довольно незрелым, должно было начать создавать возможности для увеличенной гибкости поведения и раннего обучения социальным навыкам.

Возможности наших интерпретаций здесь тоже ограничены неполнотой палеонтологической летописи. Пока известен только один ископаемый экземпляр, по которому можно судить о размерах мозга человеческих младенцев на этом этапе эволюции: частично сохранившийся скелет ребенка человека прямоходящего, обнаруженный в 1936 году в карьере близ города Моджокерто на острове Ява. Возраст находки составляет около 1,8 млн лет. К сожалению, у этого экземпляра от головы сохранилась только черепная коробка, а лицо и зубы отсутствуют, что затрудняет оценку возраста данного младенца в момент смерти. Однако в 2004 году антрополог Элен Кокёньо и ее коллеги подробно исследовали черепную коробку из Моджокерто с помощью метода компьютерной томографии. На основании трех разных индикаторов возраста исследователи пришли к выводу, что этому младенцу было около года. Получилось, что масса его мозга составляла немногим больше 650 г – примерно 3/4 от средней массы мозга живших немного позже взрослых представителей того же вида с острова Ява. Элен Кокёньо и ее соавторы пришли к выводу, что мозг младенца из Моджокерто был уже довольно зрелым лишь с незначительными эволюционными изменениями в сторону «вторичной незрелости» новорожденных. Однако двумя годами позже антрополог Стивен Ли пришел к иному выводу. Он отметил, что размеры мозга младенца из Моджокерто скорее соответствуют крайним значениям, отмечаемым у современных человеческих младенцев того же возраста, чем значениям, отмечаемым у детенышей шимпанзе. Более того, одним из показателей возраста, использованных группой Кокёньо, был недавно заросший родничок на темени, но уже сам факт зарастания родничка в таком возрасте говорит о том, что младенец из Моджокерто должен был появиться на свет сравнительно незрелым. Таким образом,

имеющиеся в нашем распоряжении ограниченные и ненадежные свидетельства все же заставляют предположить, что по данному признаку человек прямоходящий эволюционировал в направлении современного человека.

Неандертальцы (*Homo neanderthalensis*), как и современный человек – человек разумный (*Homo sapiens*), происходят от человека прямоходящего. Эволюционные ветви, ведущие к этим двум продвинутым близкородственным видам, разошлись не менее полумиллиона лет назад, а возможно, и раньше. Масса мозга у обоих видов после их отделения от человека прямоходящего увеличилась с 900 г до 1,4 кг. Большая часть этого увеличения произошла в обеих ветвях независимо, что отразилось на заметно отличающейся форме мозга неандертальцев и современных людей. Дальнейшее, еще большее, чем у человека прямоходящего, продление свойственной плоду модели роста мозга на период после рождения тоже должно было происходить у данных двух видов независимо. Это означает, что и потребность в более интенсивной заботе родителей должна была параллельно увеличиться у неандертальцев и людей современного типа. То же самое должно относиться и к большей гибкости поведения и более раннему обучению социальным навыкам у младенцев.

Поскольку продолжительность беременности у близкородственных видов млекопитающих обычно сравнима, уместно предположить, что у неандертальцев беременность тоже длилась девять месяцев, как у современных людей. Более того, теперь у нас есть основания считать, что и костный тазовый канал неандертальских женщин был очень похож на таковой современных женщин. Фрагменты таза взрослой неандертальской женщины были обнаружены в пещере Табун на территории современного Израиля больше 80 лет назад, но реконструкции формы этого таза оставались ненадежными вплоть до появления достаточно продвинутых компьютерных технологий. С помощью таких технологий антропологи Тимоти Уивер и Жан-Жак Юблен установили, что области входного и выходного отверстий тазового канала у той женщины были очень похожи на таковые современных женщин. Вместе с тем они обнаружены и явные отличия в форме родовых путей. Входное и выходное отверстия тазового канала женщины из пещеры Табун были шире, чем у современных женщин. В связи с этим неандертальцы, вероятно, не нуждались во втором этапе поворота головы при выходе из родовых

путей, и младенец появлялся на свет таким образом, что его голова была обращена лицом вбок. Переход к механизму, свойственному современным людям, у которых лицо младенца при появлении на свет обращено к спине матери, похоже, произошел уже после расхождения эволюционных ветвей, ведущих к неандертальцам и к современным людям.

Палеонтологических данных о неандертальцах имеется значительно больше, чем о более древних гоминидах. Известны, в частности, два почти полных скелета новорожденных неандертальцев. Первый из них был обнаружен в пещере Ле-Мустье в департаменте Дордонь во Франции. В 2010 году антрополог Филипп Гунц и его коллеги включили данные о новорожденном из Ле-Мустье в подробное исследование, посвященное развитию мозга после рождения. Их анализ показал, что до рождения мозг развивался у неандертальцев и у современных людей весьма похожим образом, но после рождения развитие мозга у неандертальцев шло по несколько иному пути. У неандертальцев мозг в ходе дальнейшего развития становился вытянутым, в то время как у современных людей он становится шарообразным. Второй скелет новорожденного неандертальца был обнаружен в 1999 году в Мезмайской пещере в России. В 2008 году антрополог Марсия Понсе де Леон и ее коллеги осуществили компьютерную реконструкцию новорожденного из Мезмайской пещеры и пришли к выводу, что размеры мозга у новорожденных неандертальцев были сравнимы с размерами мозга у новорожденных младенцев современного человека. Кроме того, мозг обоих младенцев (из Мезмайской пещеры и из пещеры Ле-Мустье) был примерно одинаковых размеров и весил около 400 г. Это немного больше, чем средняя масса мозга современных младенцев, так что, похоже, роды у неандертальских женщин тоже были трудными.

Размеры мозга у всех новорожденных приматов больше, чем у всех других новорожденных млекопитающих, имеющих сравнимые размеры тела. Но дальнейшее развитие делает разницу между взрослыми приматами и другими млекопитающими не столь отчетливой.

Даже в научной и учебной литературе часто встречается мнение, что головной мозг у взрослых приматов крупнее, чем у других взрослых млекопитающих. Но это утверждение может ввести в заблуждение. Разумеется, по отношению к абсолютному размеру мозга это неверно. У взрослого слона мозг в четыре раза больше, чем у среднего взрослого

человека, а у кашалота мозг весит 7 кг – больше, чем у любого другого млекопитающего. К надежным выводам можно прийти, лишь делая поправку на различия в размерах тела. Эжен Дюбуа, первооткрыватель человека прямоходящего, одним из первых понял это еще в конце XIX века. С тех пор соотношения размеров мозга и тела стали предметом активных обсуждений. Особенно существенный вклад в эту область внесли две книги: вышедшая в 1973 году обзорная работа Гарри Джерисона «Эволюция мозга и интеллект» (Evolution of the Brain and Intelligence) и вышедшая в 1999 году книга Джона Оллмана «Эволюционирующий мозг» (Evolving Brains).

Самый простой способ сделать поправку на различия в размерах тела, обсуждая размеры мозга, состоит в том, чтобы сравнивать соотношения массы мозга и массы тела. Например, масса моего мозга составляет 2 % от массы тела. Однако эти соотношения тоже могут ввести в заблуждение по следующей простой причине: размеры мозга в ряду разных видов увеличиваются медленнее, чем размеры тела. У млекопитающих при увеличении массы тела втрое масса мозга увеличивается не более чем вдвое. Поэтому при прочих равных отношение массы мозга к массе тела при увеличении размеров тела постепенно уменьшается. У мелких млекопитающих это отношение обычно выше, чем у крупных. Среди приматов красноречивым примером могут служить примитивные мышинные лемуры. Серый мышинный лемур – один из самых мелких современных приматов. Масса тела взрослых лемуров этого вида – всего 60 г. Но при этом масса головного мозга у них составляет до 3 % от массы тела, оставляя меня с моими 2 % далеко позади.

Итак, в заблуждение могут ввести как абсолютные размеры мозга, так и соотношения размеров мозга и тела. Для надежного сравнения необходим особый анализ, учитывающий убывающую кривую изменений размеров мозга в зависимости от размеров тела. Только такой анализ, впервые предложенный Дюбуа, а затем убедительно разработанный в общем виде Джерисоном, позволяет осмысленно интерпретировать данные о размерах мозга млекопитающих.

Используя вышеупомянутый особый метод анализа, учитывающий зависимость размеров мозга от размеров тела, можно сравнивать друг с другом относительные размеры мозга разных видов. При этом, что не может не радовать, у нас, людей, оказывается, самый большой мозг среди всех современных млекопитающих. Но как насчет распространенного утверждения, что и у других приматов мозг крупнее,

чем у прочих млекопитающих? Оно все же основано на заблуждении – по следующим двум причинам. Во-первых, хотя средние относительные размеры мозга у приматов действительно больше, чем у любого другого отряда млекопитающих, разные виды приматов сильно различаются по размерам мозга, и эти показатели в значительной степени перекрываются с соответствующими показателями у остальных млекопитающих. Более того, у некоторых низших приматов относительные размеры мозга даже меньше, чем среднее значение этого показателя для млекопитающих. Во-вторых, хотя у человека относительные размеры мозга действительно больше, чем у любого другого млекопитающего, у большинства приматов относительные размеры мозга намного меньше. По этому показателю мозг человека втрое больше, чем мозг других современных гоминид, и вдвое больше, чем у других приматов с самым большим мозгом, таких как южноамериканские обезьяны капуцины. Зияющую пропасть, разделяющую относительные размеры мозга человека и всех других приматов, заполняют дельфины и их родичи, принадлежащие к совсем другому отряду млекопитающих. Относительные размеры мозга некоторых дельфинов исключительно, если не сказать пугающе, близки к человеческим.

Таким образом, попросту неверно считать, что у взрослых приматов головной мозг крупнее, чем у других взрослых млекопитающих. Это неверно в любом смысле: применительно как к абсолютным значениям, так и к относительным, в том числе с соответствующей поправкой на зависимость размеров мозга от размеров тела. Этот факт необходимо понимать, потому что у новорожденных приматов относительные размеры мозга действительно больше, чем у других млекопитающих. Мозг новорожденных приматов при любых размерах тела примерно вдвое крупнее, чем у других новорожденных млекопитающих такого же размера, но по мере взросления эта разница может сильно сглаживаться. Более существенный рост мозга после рождения позволяет некоторым млекопитающим догонять приматов по относительным размерам мозга и даже обгонять многих из них. Например, размеры мозга хищных млекопитающих перекрываются с размерами мозга обезьян. Детеныши хищных млекопитающих появляются на свет незрелорожденными, поэтому значительная часть роста мозга происходит у них уже после рождения. Ясно, что мозг разных млекопитающих может по ходу взросления увеличиваться по-разному. Хотя приматы, несомненно, получают выгоду от своего рывка

на старте, это еще далеко не все.

До сих пор мы обсуждали размеры головного мозга человека и других приматов вне связи с полом, и все вышесказанное в равной степени относится к обоим полам. Однако между полами имеются некоторые интересные различия, касающиеся окончательных размеров мозга. Чтобы разобраться в сложном вопросе об этих различиях, нужно рассмотреть его в контексте механизмов развития.

Первое очевидное различие, послужившее поводом для бурных споров, состоит в том, что у взрослых мужчин и женщин не совпадают средние размеры мозга. У женщин мозг в среднем на 10 % меньше, чем у мужчин. Этот факт был установлен вскоре после первой публикации положений теории эволюции Дарвина – Уоллеса. Французский анатом Поль Брока, известный сегодня прежде всего как первооткрыватель зоны Брока (одной из речевых зон коры больших полушарий), внес существенный вклад в изучение размеров человеческого мозга. Базовый метод, который он применял, состоял в том, чтобы заполнять человеческие черепные коробки свинцовыми дробинками и таким образом измерять их объем. Именно Брока первым отметил разницу в 10 % между средними объемами черепных коробок мужчин и женщин, вызвав споры, не утихающие до сих пор. Брока полагал, что объем мозга может служить надежным показателем интеллекта, и многие из своих исследований проводил именно в этом направлении.

Людам свойственна естественная склонность полагать, что размеры мозга, о которых можно судить по объему черепной коробки, могут многое сказать нам об умственных способностях его обладателя. В том числе и по этой причине десятки лет назад выдающиеся деятели Запада составляли завещания, согласно которым после смерти их мозг надлежало извлечь из черепа и исследовать. Было принято считать, что незаурядные люди обязаны своими способностями более крупному мозгу и что меньшие размеры женского мозга связаны с меньшим интеллектуальным потенциалом. Поль Топинар, лучший ученик Поля Брока, в начале 1882 года опубликовал статью, в которой предлагал следующее объяснение меньших размеров женского мозга по сравнению с мужским: «Мужчина, которому в борьбе за существование необходимо сражаться за двоих, берет на себя всю ответственность за будущее и все заботы о нем. Он постоянно сталкивается с активным противодействием среды и соперничеством. Поэтому ему нужен мозг большего размера,

чем у женщины, которую ему необходимо защищать и кормить. Она же посвящает себя бытовым делам, а ее роль состоит в воспитании детей, любви и пассивности». Однако несколько месяцев спустя Топинар опубликовал другую статью, где высказывал диаметрально противоположную точку зрения, согласно которой меньшие размеры женского мозга объясняются исключительно меньшими размерами тела. В этой второй статье он писал: «Полагаю, что мне удалось продемонстрировать равенство между полами в развитии головного мозга. Более того, есть даже некоторые основания утверждать, что женщины более продвинуты в своей эволюции, чем мужчины». К сожалению, мне не удалось выяснить, что заставило Топинара так кардинально поменять свои взгляды за несколько месяцев. Быть может, он женился и жена немного вправила ему мозги.

Часто повторяемое утверждение, что женщины глупее мужчин, потому что их мозг имеет меньшие размеры, – лишь одно из проявлений распространенного представления о том, будто размеры человеческого мозга жестко связаны с умственными способностями. Стивен Джей Гулд красноречиво опроверг это представление в своей замечательной книге «Неправильное измерение человека» (*The Mismeasure of Man*), но пагубная склонность людей к этому представлению никуда не делась. Прежде всего, у человека, как и у млекопитающих в целом, размеры мозга связаны с размерами тела, поэтому тот факт, что размеры тела у женщин обычно меньше, чем у мужчин, несомненно, имеет некоторое отношение к тому, что и размеры мозга у женщин обычно меньше, как справедливо заметил Гулд. Вместе с тем Пол Харви писал, что Гулд (видимо, слишком увлекшись своей борьбой за правое дело) приписал различию размеров тела слишком большое значение. Разница между полами в размерах мозга по большей части действительно объясняется разницей в размерах тела, хотя полностью ее этим объяснить нельзя.

Отвлечемся ненадолго от различий между полами и рассмотрим несомненную связь размеров мозга с размерами тела у мужчин. Неоднократно отмечалось, что у французского писателя Анатоля Франса, лауреата Нобелевской премии по литературе за 1921 год, был рекордно маленький мозг, весивший лишь чуть больше 1 кг. Недавно стало известно, что и у Альберта Эйнштейна был очень маленький мозг, всего на 10 % больше, чем у Анатоля Франса. Что касается Эйнштейна, он сам не оставлял распоряжений об изучении его мозга после смерти: это по собственному почину сделал его

знакомый патологоанатом, проводивший вскрытие. Майкл Патернити увлекательно описывает эту историю в своей книге «Катание мистера Альберта: Поездка по Америке с мозгом Эйнштейна» (Driving Mr. Albert: A Trip Across America with Einstein's Brain). Добыть мозг Эйнштейна и получить на него сопроводительные документы оказалось не так-то просто. Но для нас здесь принципиально то, что и Анатолий Франс, и Альберт Эйнштейн отличались невысоким ростом. Небольшие размеры их мозга явно отражают прежде всего именно этот факт и мало что говорят об их интеллектуальных способностях.

Размеры мозга у людей варьируют в широких пределах – отчасти потому, что размеры тела тоже варьируют. Хотя в среднем масса мозга современного человека составляет около 1,4 кг, у вполне здоровых людей этот показатель может варьировать от 0,9 до 1,8 кг. Самый большой человеческий мозг примерно вдвое больше самого маленького. Широкий диапазон изменчивости налицо и при сравнении мужчин и женщин. В среднем мужской мозг примерно на 10 % больше женского, но при этом диапазоны значений у мужчин и женщин широко перекрываются. Кроме того, у мужчин амплитуда изменчивости размеров мозга шире, чем у женщин.

Представление о том, что мужчины умнее женщин, оказалось на удивление устойчивым перед лицом многочисленных противоречащих ему данных. В 1995 году специалисты по педагогике Ларри Хеджес и Эми Ноуэлл опубликовали авторитетную работу, в которой проанализировали результаты множества проведенных ранее исследований, посвященных различиям между полами и изменчивости результатов тестов на интеллект. Исследователи показали, что в целом средние результаты, демонстрируемые мужчинами и женщинами, почти не отличаются, хотя изменчивость результатов у мужчин выше, чем у женщин. Вместе с тем авторы работы отмечали, что в области некоторых конкретных навыков мужчины и женщины демонстрируют разные способности. Женщины в среднем лучше проходят тесты, требующие навыков письма, а мужчины – технических навыков. Существенно здесь то, что, несмотря на 10 % разницы в размерах мозга, мужчины и женщины не отличаются по общему интеллектуальному уровню.

Стоит отметить, что изобретатель коэффициента интеллекта (IQ) француз Альфред Бине первоначально разработал свой тест для выявления школьников, требующих особой помощи в обучении. Благородная цель, которую он преследовал, состояла в том, чтобы

обеспечить отстающим детям педагогическую поддержку. К сожалению, сегодня IQ широко используется скорее для дискриминации учащихся, и само понятие IQ имеет для многих людей отрицательные коннотации. Кроме того, ясно, что результаты прохождения тестов на IQ зависят от влияния среды и могут улучшаться за счет соответствующей подготовки. Ни один из тестов на IQ не позволяет оценивать врожденные умственные способности вне культурного контекста.

При этом тесты на IQ иногда становятся предметом примечательных, но не особенно афишируемых манипуляций. Когда я был школьником, в Англии, где я тогда жил, переход из начальной в среднюю школу государственной системы был основан на экзамене, известном под названием «11+», который сдавали в возрасте 11–12 лет и которого все страшно боялись. Этот экзамен включал тесты на IQ, с помощью которых оценивались математические способности и грамотность. В зависимости от результатов школьник либо мог пойти в классическую школу, по окончании которой можно было поступить в университет, либо вынужден был идти в так называемую среднюю современную школу – более низкого уровня. Я до сих пор помню, как волновался перед этим экзаменом и как был рад, когда успешно его сдал. Несколько лет назад я узнал, что результаты этого экзамена, оказывается, методично корректировали. В 11–12 лет девочки неизменно показывают в среднем более высокие результаты в тестах на IQ, чем мальчики, поэтому результаты, показанные девочками, соответствующим образом занижались, чтобы в классические школы поступало примерно одинаковое количество мальчиков и девочек. Вот вам и интеллектуальное превосходство мужчин над женщинами!

Некоторый свет на различия между мужским и женским мозгом проливают особенности развития. Хотя у взрослых мужчин мозг в среднем на 10 % больше, чем у взрослых женщин, размеры мозга новорожденных мальчиков и девочек отличаются намного меньше. Статистически достоверные различия удается выявить только на больших выборках. В среднем у новорожденных мальчиков мозг лишь на 3 % с небольшим крупнее, чем у новорожденных девочек. Следовательно, мужской мозг должен сильнее вырастать после рождения, чтобы в итоге становиться на 10 % больше женского. Долгое время считалось, что деление нервных клеток (нейронов) – основных составляющих мозга – прекращается примерно на середине внутриутробного развития. Если так, то мозг новорожденного мальчика

не может содержать намного больше нейронов, чем мозг новорожденной девочки, если только плотность нейронов в нем не выше. Хотя полученные недавно данные свидетельствуют о том, что деление нейронов все-таки продолжается и во время второй половины внутриутробного развития и даже после рождения, на размерах мозга это деление сказывается слабо. Тогда почему же у мужчин мозг на 10 % больше, чем у женщин? Возможно, у мужчин в мозгу формируется больше связей, для которых требуется больше нервных волокон.

При этом между мальчиками и девочками есть одно примечательное отличие, касающееся роста мозга после рождения. В среднем девочки растут быстрее, чем мальчики, и в результате 11-летние девочки обычно немного выше ростом и больше весят, чем 11-летние мальчики. Но большая часть роста мозга происходит раньше: к семи годам мозг уже почти достигает своих окончательных размеров. А это означает, что у 7-летних мальчиков мозг уже примерно на 10 % больше, чем у 7-летних девочек. Отсюда вытекает одно важное следствие, касающееся энергетических потребностей. Мозгу свойственно ненасытное поглощение энергии, и мозгу 7-летнего мальчика должно быть нужно больше ресурсов, чем мозгу 7-летней девочки. И что же мы наблюдаем? Несмотря на то, что мозг 11-летних мальчиков, уже почти достигший своих окончательных размеров, в среднем на 10 % больше, чем мозг девочек того же возраста, девочки в этом возрасте демонстрируют лучшие результаты прохождения тестов на IQ, чем мальчики!

Попробую предложить альтернативное, немного обидное для мужчин объяснение разницы в размерах мозга между мальчиками и девочками. Мозг состоит не только из нейронов и нервных волокон. В нем есть еще глиальные клетки, которые, по-видимому, напрямую не участвуют в обработке информации нервной системой, а играют вспомогательную роль, обеспечивая нейроны питательными веществами и образуя структурный каркас мозга. Возможно, они также играют роль упаковочного материала, вроде пенопластовых гранул, используемых при пересылке хрупких предметов. Мужчинам нужен череп большего размера, потому что у них в среднем крупнее челюсти, зубы и челюстные мышцы, а также больше масса тела. Возможно, мозг мужчин просто содержит больше глиальных клеток, играющих роль опоры и упаковочного материала, а нейронов и связей между ними ничуть не больше. Из этого следует, что плотность нейронов и нервных

волокон в мозгу у мужчин должна быть ниже, чем у женщин. Имеющиеся на этот счет данные противоречивы. Одни авторы сообщают, что по крайней мере в некоторых участках мозга у мужчин плотность нейронов ниже, чем у женщин, в то время как другие отрицают наличие какой-либо разницы. Окончательного вердикта придется подождать, но, как бы то ни было, мне не известны никакие данные, свидетельствующие о фундаментальных отличиях в строении мозга между мужчинами и женщинами, приводящих к сколько-нибудь значительной разнице в умственных способностях.

Однако самая поразительная разница между полами, связанная с мозгом, состоит все же в той уникальной роли, которую играет мать в развитии мозга ребенка. Ресурсы, поступающие от матери во время беременности и кормления молоком, совершенно необходимы развивающемуся мозгу младенца. На самом деле наш мозг всегда достается нам от матери. Причем материнский вклад в их развитие даже больше, чем мне поначалу казалось. Радиолог Анджела Оутридж и ее коллеги отслеживали с помощью магнитно-резонансной томографии различные параметры мозга у девяти беременных женщин и получили поразительные результаты. Они обнаружили, что мозг женщины во время беременности уменьшается в среднем на 4 %, а на восстановление его исходных размеров после родов уходит около шести месяцев. Похоже, что мать идет ради своего ребенка на большее, чем кто-либо мог ожидать, переваривая часть своего собственного мозга, чтобы питать развивающийся плод!

Глава 6

Кормление младенцев: эволюция грудного вскармливания

В середине 1960-х годов я в течение двух лет работал над диссертацией у Конрада Лоренца в институте Общества Макса Планка в поселке Зеевизен в Германии. Целью моей работы было изучение поведения содержащейся в неволе колонии тупай (похожих на белок обитателей лесов Юго-Восточной Азии) в свете эволюционных связей этих млекопитающих. В то время тупай считались самыми примитивными из современных приматов. Поэтому я полагал, что подробное исследование их поведения поможет разобраться в повадках общего предка всех приматов. Но вскоре я совершенно неожиданно получил данные, указывающие на то, что с представлениями о близком родстве тупай с приматами что-то не так, и выяснить это позволило изучение репродуктивного поведения. Одна из самых заметных общих черт всех приматов – активная забота матери о потомстве. Я обнаружил, что у тупай самка перед родами строит отдельное гнездо, где производит на свет выводок недоразвитых детенышей, лишенных шерсти и с закрытыми глазами и ушами. Но самое удивительное было то, что после родов самка, как выяснилось, оставляет детенышей в этом гнезде одних и спит отдельно в своем собственном гнезде, лишь раз в двое суток навещая их, чтобы покормить молоком. В течение всего месяца, на протяжении которого детеныши остаются в своем особом гнезде, мать проводит с ними лишь немногим более часа. Самки тупай демонстрируют рекордно низкий для млекопитающих уровень заботы о потомстве, резко отличаясь этим от всех приматов, для которых, напротив, характерна усердная забота о своих детенышах. С этого поразительного открытия началось мое изучение подлинной эволюции приматов, которому я посвятил всю свою жизнь.

Как было показано в предыдущей главе, забота о потомстве у млекопитающих тесно связана с размерами мозга. Кроме того, степень заботы о потомстве зависит от силы социальных связей. Самки всех млекопитающих вносят свой вклад в развитие мозга детенышей не только во время беременности, но и после родов – через кормление

молоком. При этом в естественных условиях появление детеныша на свет обычно вызывает у матери соответствующие поведенческие реакции. В отличие от детенышей тупай, наши дети требуют долгой и тщательной заботы со стороны родителей. Когда мать и отец возвращаются домой с новорожденным первенцем, их нередко пугают масштабы стоящей перед ними задачи. Советы доступны в изобилии, особенно в Интернете, но они бывают самыми разными – от утверждений, что ребенка следует кормить грудью до семи лет, до уверений в том, что искусственное вскармливание ничем не хуже грудного и к тому же удобнее.

Поскольку культура оказывала и оказывает во всех современных человеческих обществах огромное влияние на заботу о детях, не так уж просто разобраться в том, что «естественно» для нашего вида. В прошлом самозванные авторитеты в этой области предлагали наборы четких правил и советов, уделяя при этом мало внимания данным биологии. До середины XIX века врачи и авторы пособий редко рекомендовали придерживаться постоянного распорядка при кормлении младенца грудью. Положение дел довольно резко изменилось, когда промышленная революция набрала ход и работающие матери стали обычным явлением. К началу XX века кормление грудью строго по распорядку стало в промышленно развитых странах нормой. Новый подход, предполагавший также сокращение рекомендуемой продолжительности кормления грудью с двух лет до одного, продвигали выдающиеся педиатры того времени – Лютер Эммет Холт, работавший в Нью-Йорке, и Томас Ротч, работавший в Бостоне. Сходные тенденции наблюдались тогда в Англии, Франции и Германии. Бестселлер Холта «Забота о детях и их кормление в вопросах и ответах для матерей и нянь» (*The Care and Feeding of Children: A Catechism for the Use of Mothers and Children's Nurses*) был впервые опубликован в 1894 году. Эта книга выдержала целых 75 изданий и где-то до 1940 года считалась самым надежным источником сведений, касающихся заботы о младенцах.

Правило, согласно которому в течение большей части первого года жизни ребенка нужно кормить через каждые три часа, было выведено из результатов проведенного Холтом в 1890 году исследования желудков мертвых младенцев. Холт измерял объем желудков, наполняя их водой, предварительно перекрыв отверстия с помощью зажимов. Затем он рассчитал рекомендуемую периодичность кормления, разделив общий объем потребляемого в день молока на средний объем желудка.

В интереснейшей статье, вышедшей в 1987 году, американский педиатр Маршалл Клаус проанализировал представления о кормлении младенцев строго по распорядку и высмеял правило Холта, назвав его «теорией бензобака».

К счастью, природа дала нам некоторые ключи, помогающие разобраться в биологических основах кормления грудью и отделить их от традиций и предрассудков. Для этого можно обратиться к заботе о потомстве у наших близких родственников – других приматов. Трогательный образ матери и ребенка, обладающий исключительным культовым статусом в искусстве (от изображений Изиды, кормящей младенца Гора, до Мадонн таких великих живописцев, как Леонардо или Дюрер), нередко возникает у нас перед глазами и в зоопарках – при виде самок обезьян и даже лемурув, кормящих своих детенышей грудью. Но, чтобы разобраться в природе кормления детенышей молоком, можно рассмотреть и намного более широкий круг нашей родни, ведь такое поведение свойственно всем млекопитающим.

Мы млекопитающие. И это не просто одна из премудростей биологической классификации. Это утверждение намного глубже: у нас есть все ключевые биологические особенности, отличающие млекопитающих от других животных. Две из них очевидны: волосяной покров и выкармливание потомства молоком. Далекое не столь очевидно, как эти две особенности связаны друг с другом. Давайте вначале рассмотрим волосяной покров.

Тело млекопитающих обычно покрыто шерстью, хотя у некоторых из них большая часть волосяного покрова вторично редуцирована – полностью или частично. Например, многие млекопитающие, живущие в воде, такие как дельфины и ламантины, почти безволосые. Человек составляет еще одно из подобных исключений, что увековечено в названии знаменитой книги Десмонда Морриса «Голая обезьяна» (The Naked Ape), первое издание которой вышло в 1967 году.

Те редкие ископаемые остатки, которые содержат отпечатки очертаний тела, напрямую свидетельствуют о том, что волосяной покров имелся и у очень древних млекопитающих. Мы точно знаем, что 170 млн лет назад млекопитающие уже были покрыты шерстью. А судя по косвенным данным, волосяной покров возник в ходе эволюции еще раньше, более 200 млн лет назад: до возникновения первых млекопитающих у продвинутых звероподобных рептилий на мордах были углубления, в которых располагались особые волосы –

вибриссы («усы»).

У современных млекопитающих волосяной покров обычно имеется, поэтому нет ничего удивительного в том, что в некоторых классификациях эту группу называли *Pilosa* («волосатые», от латинского *pilus* – волос). Но другая заметная особенность млекопитающих – выкармливание потомства молоком – еще существеннее, чем волосяной покров, и свойственна всем видам этой группы без исключения. Самки любого вида млекопитающих вырабатывают молоко и кормят им своих детенышей.

И волосяной покров, и выкармливание детенышей молоком – более существенные и более древние особенности млекопитающих, чем живорождение. Даже среди современных млекопитающих сохранилось несколько видов, живущих в Австралии (однопроходные – утконос, ехидна и проехидны), которые по-прежнему откладывают яйца, но имеют волосяной покров и выкармливают детенышей молоком. Поскольку большинство современных млекопитающих выкармливают детенышей молоком, весьма вероятно, что это было свойственно и их общему предку. Живорождение возникло позже, уже после отделения эволюционной ветви однопроходных, но до разделения ветвей сумчатых и плацентарных, произошедшего не менее 125 млн лет назад.

Но волосяной покров и выкармливание детенышей молоком объединяет не только древность происхождения. Вместе с волосами в ходе эволюции возникли различные кожные железы. Биологи делят такие железы на три основных типа: эккриновые, выделяющие обычный пот, апокриновые, выделяющие пахучие вещества, и сальные, выделяющие кожное сало. Молочные железы предков млекопитающих, по-видимому, возникли в ходе эволюции из сальных. Секрет сальных желез помогает поддерживать шерсть в нужном состоянии, поэтому они непосредственно связаны с волосяными фолликулами. Молочные железы первоначально тоже были связаны с волосяными фолликулами, что указывает на их происхождение от сальных.

У предков млекопитающих кожные железы, выделявшие влажный секрет, постепенно превратились в молочные, выделяющие молоко, в котором содержится смесь питательных веществ и антибиотиков. Мы привыкли воспринимать молоко просто как источник пищи для младенца. Но это может приводить к ошибочному представлению о том, что от искусственных молочных смесей требуется только одно – наличие всех необходимых питательных веществ. На самом же деле

в материнском молоке содержатся еще и антибиотики, создающие в организме младенца первую линию обороны от микробов.

Может показаться, что в общепринятых сегодня биологических классификациях млекопитающих называют Mammalia (от латинского mamma – сосок) именно потому, что кормление детенышей молоком – столь фундаментальная особенность этой группы. Но действительно ли термин Mammalia побил термин Pilosa в состязании названий оттого, что биологи сочли кормление молоком более важным для млекопитающих, чем наличие шерсти? Современные биологические классификации начались с Линнея, который выбрал для млекопитающих именно название Mammalia, а не Pilosa. Однако Линней, как выяснила историк науки Лонда Шибингер, активно ратовал за то, чтобы шведские женщины кормили младенцев грудью, и даже написал на эту тему брошюру. Так что, как выясняется, упор на кормление молоком, а не на волосяной покров в его новаторской классификации был связан скорее с политикой, чем с биологией.

Разумно предположить, что общие предки всех млекопитающих кормили своих детенышей молоком. К сожалению, мы не можем проверить это предположение по палеонтологическим данным, как предположение о наличии волосяного покрова. Даже столь сложный признак, как выкармливание детенышей молоком, мог возникнуть в разных эволюционных ветвях независимо. Сходные потребности часто приводят к сходным адаптациям, так что независимое появление таких адаптаций (конвергенция) – довольно распространенное явление. Например, когда предки дельфинов и китов вернулись к жизни в воде, у них развилась обтекаемая форма тела, похожая на рыбу. Кормление детенышей молоком тоже могло возникать неоднократно, но как нам разобраться в его эволюции? Этот случай – один из восхитительных примеров того, как полученные за последние несколько лет генетические данные (существенно подкрепленные полной расшифровкой геномов многих видов млекопитающих) помогли решить эволюционную проблему.

Важное общее свойство молока всех млекопитающих – наличие особых белков, так называемых казеинов. Эти белки встречаются только у млекопитающих, а кодирующие их гены работают только в молочных железах. Ученые уже полностью расшифровали геномы яйцекладущего однопроходного (утконоса), сумчатого (опоссума) и пяти плацентарных млекопитающих (коровы, собаки, мыши, крысы и человека).

Эволюционное древо, построенное на основании расшифровки последовательности нуклеотидов ДНК в генах, кодирующих синтез молочных белков – казеинов, свидетельствует о том, что эти гены возникли в ходе эволюции лишь единожды – у общего предка однопроходных, сумчатых и плацентарных. Этим фактом убедительно подтверждается предположение о том, что кормление детенышей молоком тоже возникло в ходе эволюции у древнейших млекопитающих лишь единожды. О том же свидетельствуют и содержащиеся в молоке углеводы. Сравнительный анализ показывает, что специфические углеводы молока имелись уже у жившего более 200 млн лет назад общего предка всех млекопитающих. На том этапе углеводы, содержащиеся в молоке, явно были еще очень разнообразны, потому что в молоке современных однопроходных, сумчатых и плацентарных преобладают разные углеводы. Однако у всех плацентарных, в том числе у человека, главным углеводом молока служит лактоза, а значит, она, несомненно, преобладала и в молоке общего предка всех плацентарных.

Молекула лактозы составлена из молекул двух простых углеводов: глюкозы и галактозы. Такие сложные углеводы, как лактоза, не могут проходить через стенку кишечника и, чтобы попасть в кровоток, должны быть переварены. В науке принято давать природным ферментам названия, заканчивающиеся на «-аза», поэтому фермент, расщепляющий лактозу на глюкозу и галактозу, называют лактазой. У потомства всех плацентарных млекопитающих лактазу кодирует один-единственный ген, работающий с самого рождения исключительно в клетках слизистой оболочки кишечника. Вскоре после того, как детеныш перестает питаться молоком, он обычно утрачивает способность переваривать лактозу. Например, у человеческих детей выработка лактазы нередко прекращается примерно к пятилетнему возрасту.

Если после прекращения выработки лактазы в кишечник попадает лактоза, она остается непереваренной и в неизменном виде доходит до толстой кишки. Живущие в толстой кишке бактерии быстро приспосабливаются к перевариванию оказывающейся там лактозы. Происходящее в результате брожение приводит к выделению больших объемов газовой смеси, содержащей водород, метан и углекислый газ. Именно поэтому у многих взрослых потребление молочных продуктов вызывает проблемы с пищеварением. Как иронично заметил один автор, оно приводит к «социально неприемлемым последствиям».

Поскольку обычно млекопитающие не потребляют молоко после

того, как их прекращают кормить им в раннем возрасте, нет ничего удивительного в том, что многие взрослые люди не переносят лактозу. Но в некоторых обществах потребление молочных продуктов стало нормой и возникла вторичная адаптация, позволяющая переваривать лактозу в зрелом возрасте. Способность переваривать лактозу в разных человеческих популяциях сильно варьирует. По сравнению с Азией, где непереносимость лактозы преобладает, в Европе она встречается довольно редко. У взрослых людей, способных ее переваривать, работа гена лактазы претерпела изменения, и этот фермент продолжает вырабатываться на протяжении всей жизни. Известно, что эти изменения происходили в разных человеческих популяциях независимо и в Центральной Европе и Северной Африке были обусловлены разными генетическими модификациями. Судя по совокупности археологических и генетических данных, у народов Центральной Европы, у которых было развито молочное животноводство, переносимость лактозы у взрослых возникла около 7500 лет назад. В Африке ситуация оказалась сложнее: исследователи уже выявили там четыре разные генетические модификации, приводящие к сохранению у взрослых выработки лактазы, и вполне вероятно, что существуют и другие, пока не выявленные. Большая часть этих преобразований произошла в Африке несколько тысяч лет назад, но вариант, характерный для Европы, здесь тоже встречается.

На принципиальную важность кормления детенышей молоком для млекопитающих указывает исключительно раннее появление сосков в ходе развития. Базовый план строения тела будущего младенца постепенно оформляется еще на стадии эмбриона, занимающей у человека первые два месяца беременности. Все основные органы формируются к началу следующей стадии – плода. При этом молочные железы начинают развиваться еще в середине стадии эмбриона, после формирования зачатков конечностей, но задолго до того, как основные органы приобретают узнаваемый облик.

У всех млекопитающих на брюшной стороне тела эмбриона развиваются две параллельные молочные линии, тянущиеся по левому и правому бокам от подмышек до промежности. У человеческого эмбриона молочные линии формируются на пятой неделе после зачатия. Соски развиваются позже, обычно симметричными парами, как выросты молочных линий, в конечном итоге исчезающих. У человеческого плода на каждой молочной линии поначалу развивается несколько сосков.

Большинство из них обычно исчезают еще до рождения, так что на каждой стороне тела остается только по одному соску. У женщин (как и у самок обезьян) обычно имеется лишь одна пара молочных желез, располагающихся на груди.

Иногда из-за нарушений в развитии у женщин развиваются дополнительные соски, хотя они обычно не снабжены молочными железами. Иногда сосков бывает две, три или даже больше пар, под которыми либо имеются, либо отсутствуют выпуклости. В 1886 году гинеколог Франц Нойгебауэр сообщил об обнаруженном им редком случае – женщине, у которой было пять пар сосков. Помимо обычных сосков, расположенных на округлых грудях, у нее имелось четыре дополнительных пары: одна под мышками, еще две над грудями и еще одна под ними. Когда Нойгебауэр осматривал эту женщину, она как раз кормила младенца молоком, которое вырабатывалось не только в груди: некоторое его количество вытекало из сосков под мышками, а немного выделялось при сжатии и из других дополнительных сосков.

Пять веков назад дополнительные соски еще не вызывали научного интереса, но утверждают, что Генрих VIII велел казнить Анну Болейн как ведьму в том числе и на том основании, что у нее был третий сосок (и, возможно, даже третья грудь). Дополнительные соски в то время считались делом рук дьявола, так что эта аномалия, несомненно, оказалась удобным дополнением к предъявленным Анне Болейн ложным обвинениям в супружеской измене и даже инцесте.

Число сосков у взрослых самок млекопитающих в норме составляет от 1 до 10 пар, причем у каждого вида оно обычно постоянно. Число пар сосков соответствует среднему числу детенышей, рождающихся одновременно. У таких млекопитающих, как человек, лошади и слоны, обычно производящих на свет только одного новорожденного, в норме имеется только одна пара сосков. У других видов, например, у собак и крыс, рождающих сразу нескольких детенышей, и сосков обычно несколько пар. Почему на каждого детеныша чаще всего приходится по одной паре сосков, неясно. Как бы то ни было, это правило выполняется и для большинства приматов. У видов с одной парой сосков, скажем, у человекообразных обезьян и большинства других обезьян, обычно рождается один детеныш, а у некоторых низших приматов, имеющих две или три пары сосков, детенышей обычно рождается двое, трое или четверо. Например, у мышинных лемуруров, которых я разводил для своих исследований, имеется три пары сосков

и в одном помете обычно бывает два или три крошечных детеныша. Так что единственная пара сосков, имеющих у женщин, говорит нам о том, что человек приспособлен к тому, чтобы производить на свет одного ребенка. В то же время наличие нескольких пар сосков на ранних этапах развития человеческого зародыша красноречиво свидетельствует о том, что у наших далеких предков – древних млекопитающих детенышей рождалось несколько.

В книге «Происхождение человека и половой отбор» (The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex) Чарльз Дарвин проницательно отметил один интересный факт, касающийся сосков: они имеются и у мужчин, как и у взрослых самцов большинства других видов млекопитающих. Причем у мужчин, как и у женщин, встречаются и дополнительные соски. Более того, как отметил Дарвин, «молочные железы и соски, в том виде, как они существуют у самцов млекопитающих, едва могут быть названы зачаточными; они только не вполне развиты и функционально недеятельны»^[2].

При этом среди млекопитающих встречаются и интригующие исключения из этого правила. У самцов сумчатых, мышей, крыс и лошадей соски отсутствуют. Но у самцов большинства млекопитающих, в том числе морских свинок, хищных, летучих мышей и приматов, соски имеются. У новорожденных человеческих младенцев, как девочек, так и мальчиков, соски уже есть, хотя выполнять свою функцию они начинают намного позже, и то только у женщин. У новорожденных младенцев обоих полов под сосками имеются небольшие вздутия, а сами соски иногда выделяют так называемое «молоко ведьм». Его выделение связано с краткосрочным эффектом гормонов, вырабатываемых плацентой, но оно свидетельствует о том, что и мужские соски могут производить молоко.

Молочные линии развиваются как у женских, так и у мужских эмбрионов уже задолго до рождения. Почему же это происходит у обоих полов и почему даже у взрослых самцов большинства млекопитающих сохраняются соски? Более того, многие ученые задаются также вопросом о том, почему мужчины не кормят наряду с женщинами своих детей грудью. На первый взгляд кажется, что такое кормление было бы подспорьем в кормлении младенцев и увеличивало бы их шансы на выживание.

Поскольку тяготы беременности всецело возложены на женский пол, может показаться закономерным, что на него же полностью

возложены и тяготы выкармливания. Но ведь у млекопитающих в ходе эволюции выработались и формы отцовской заботы о потомстве, такие как ношение детенышей на себе. Почему же тогда родители мужского пола не могут кормить своих детей молоком? Специалисты по эволюционной биологии пришли к выводу, что самец должен помогать самке заботиться о потомстве, только если это потомство точно от него. Однако в генетическом плане любой самец, помогающий выращивать чужих детенышей, окажется в эволюционном проигрыше по сравнению с самцом, который вообще не помогает заботиться о потомстве. Возможно, самкам млекопитающих приходится сносить тяготы кормления детенышей в одиночестве в качестве своего рода расплаты за саму возможность неверности партнеру.

Раннее развитие молочных линий как у женских, так и у мужских эмбрионов указывает на интригующую возможность того, что когда-то, на заре эволюции млекопитающих, родители обоих полов могли кормить детенышей молоком, но потом самцы отказались от этой практики. Дарвин в «Происхождении человека» высказал именно эту мысль – что на каком-то этапе эволюции млекопитающих «оба пола могли отделять молоко и таким образом кормить своих детенышей, а у сумчатых оба пола могли носить детенышей в брюшных сумках». Однако Дарвину не удалось убедительно объяснить, почему, если самцы древних млекопитающих кормили детенышей молоком, они потом перестали это делать: он просто предположил, что уменьшение числа рождающихся одновременно детенышей могло сделать помощь самцов в их выкармливании избыточной. Кроме того, хорошо было бы объяснить, почему у самцов сумчатых, мышей, крыс и лошадей соски отсутствуют. Пока приходится признать, что мы не знаем убедительного объяснения наличия сосков у самцов. И все же тысячи мужчин, страдающих от механических повреждений сосков, например бегунов на длинные дистанции, заслужили возможность узнать ответ на этот вопрос.

Долгое время считалось, что в нормальных условиях самцы млекопитающих никогда не вырабатывают молоко. Но затем биолог Чарльз Фрэнсис, специалист по летучим мышам Томас Кунц и двое их коллег представили данные о выделении молока из сосков самцов бурого крылана. В ходе экспедиции в Малайзию эти исследователи сумели получить молоко из сосков всех 13 взрослых самцов, пойманных ими с помощью паутинных сетей. Более того, исследование нескольких самцов этого вида летучих мышей с применением микроскопии

показало, что ткани их молочных желез активно секретируют молоко. Впоследствии были получены данные о том, что самцы другого вида крыланов, масковой летучей лисицы из Папуа – Новой Гвинеи, также производят молоко. Но у обоих этих видов самцов выделяется лишь ничтожное количество молока по сравнению с самками. Кроме того, у бурых крыланов соски самцов меньше и мягче, чем соски самок. Это заставляет предположить, что, если самцы крыланов вообще кормят детенышей молоком, их роль в питании потомства незначительна. Так что если у самцов млекопитающих и встречается кормление детенышей молоком, то это явление исключительно редкое, и в целом эта функция остается прерогативой самок.

Для кормления детенышей молоком нужны вытянутые соски. Округлые груди женщин, наполненные жировыми отложениями, представляют собой необязательное дополнение к работающим соскам. И все же мы говорим о кормлении грудью, а не о кормлении соском. Постоянно вздутая грудь, несущая сосок, не требуется ни для производства молока, ни для сосания. Почему же у женщин такие полные груди?

Хотя можно было бы ожидать обратного, молоко вовсе не производится ни исключительно, ни даже преимущественно из жировых отложений женской груди. Более того, у большинства млекопитающих под сосками не наблюдается существенных вздутий даже в период кормления детенышей молоком. У других же подобные вздутия развиваются лишь ко времени кормления первого детеныша, а потом могут вновь опадать. Например, у слоних при кормлении детеныша молоком под сосками возникают заметные вздутия, но, когда слоненок переходит к самостоятельному питанию, эти вздутия обычно уменьшаются. У многих приматов, в том числе наших ближайших родственников – современных гоминид, грудь остается плоской до первых родов. Во время кормления первого детеныша она обычно заметно вздувается и иногда остается вздутой и впоследствии. У самок шимпанзе и горилл после выкармливания нескольких детенышей грудь обычно остается выпуклой.

Авторы научно-популярных книг нередко утверждали вслед за Десмондом Моррисом, что женщины уникальны среди млекопитающих в следующих двух отношениях. Во-первых, женская грудь увеличивается навсегда уже в ходе полового созревания, задолго до кормления молоком первого новорожденного, а во-вторых,

ни у одного млекопитающего самки не имеют настолько больших по сравнению с размерами тела вздутий под сосками, как у женщин. Но подобные утверждения о человеческой уникальности требуют тщательной проверки. Стремительное развитие молочных желез начинается задолго до наступления половой зрелости у многих млекопитающих, в том числе у обычных серых крыс. Более того, вымя у жвачных животных раздувается именно в ходе полового созревания. Одомашнивание, разумеется, привело к существенному увеличению его размеров, особенно у молочных пород крупного рогатого скота, но даже у самок диких жвачных животных вымя заметно раздуто.

Поскольку постоянное увеличение женской груди к наступлению половой зрелости не требуется для выработки молока и кормления им младенцев, оно, по-видимому, выполняет какую-то другую функцию. Хотя мы и воспринимаем выпуклую женскую грудь как нечто само собой разумеющееся, на самом деле неясно, почему она выглядит именно так. Не вызывает сомнений, что такая грудь привлекает к себе внимание. В 2010 году Барнаби Дикссон и его коллеги опубликовали результаты исследования, в котором использовали устройство для отслеживания движений глаз, чтобы выяснить, куда мужчины прежде всего смотрят, когда им показывают изображение женского тела. Менее чем через 1/5 секунды взгляд почти половины испытуемых первым делом падал на грудь, каждый третий смотрел на талию, а каждый седьмой – на лобковую область или бедра. Лишь 1 из 16 испытуемых в первую очередь смотрел на лицо изображенной женщины. Вместе с тем не следует забывать о том, что лишь межкультурные исследования позволяют выявлять реакции, устойчивые независимо от социальных норм: вполне возможно, что представители тех обществ, где женщины традиционно ходят с обнаженной грудью, реагировали бы в подобном эксперименте совсем по-другому.

Загадка увеличенной женской груди остается неразгаданной, несмотря на многочисленные попытки ее разгадать. В 1987 году исследователь дикой природы Тим Каро написал статью, озаглавленную «Женская грудь: обзор неподтвержденных гипотез», в которой привел не менее семи возможных объяснений возникновения в ходе эволюции перманентно увеличенной женской груди. Одно из таких объяснений, в первом приближении высказанное еще Дарвином, состоит в том, что женская грудь сформирована эволюцией как сигнальный признак, стимулирующий половое поведение мужчин. Во многих, если не во всех, человеческих обществах женская грудь явно связана с половым

поведением, и сексуальная привлекательность позволяет по крайней мере объяснить, почему груди у женщин увеличиваются в ходе полового созревания, а не перед началом кормления молоком первого младенца.

Выдвигались и некоторые другие интересные объяснения постоянного увеличения женской груди. Одно из таких предположений состоит в том, что неизменно увеличенная грудь позволяет женщинам скрывать от мужчин свое репродуктивное состояние, тем самым скрывая, от кого у них рождаются дети. Другое, альтернативное объяснение состоит в том, что свисающая грудь позволяет младенцу сосать молоко, пока обнаженная мать несет его, прижав к бедру. Однако эта версия не позволяет объяснить, почему увеличенная грудь формируется в ходе полового созревания, а не непосредственно перед первыми родами. Высказывалось также предположение, что размеры груди могут извещать мужчин о репродуктивном потенциале женщины или ее способности выкармливать младенцев молоком. Но, как уже отмечалось, выработка молока не зависит напрямую от жировых запасов, содержащихся в груди. Тем не менее размеры груди могут свидетельствовать об общем количестве запасенного жира, быть может, указывая на способность женщины переживать периоды дефицита пищи. Проблема с этим объяснением состоит в том, что в груди средней женщины содержится лишь около 4 % общих запасов содержащегося в организме жира.

Существенная проблема со всеми выдвинутыми объяснениями увеличенной женской груди состоит в том, что ни одно из них не было должным образом проверено. Судя по тому немногому, что нам известно, между размерами груди и эффективностью выработки молока нет четкой связи. Интересно, что, как показали некоторые медицинские исследования, способность вырабатывать молоко после родов связана не с обычными размерами груди (большая она или маленькая), а с ее увеличением в размерах в течение последних шести месяцев беременности. Так что на количество молока, которое может вырабатывать женская грудь, похоже, указывают не ее исходные размеры, а ее способность увеличиваться в размерах.

Чем бы ни объяснялась постоянно увеличенная женская грудь, многие женщины в странах Запада (поощряемые мастерами пластической хирургии) верят расхожему мнению, что искусственное увеличение груди повышает сексуальную привлекательность. Благодаря чудесам современной медицины любая женщина теперь может увеличить размеры своей груди хирургическим путем.

Еще одна необычная, быть может, даже уникальная черта женской груди – наличие вокруг соска заметного участка пигментированной кожи – околососкового кружка. Именно с этой областью преимущественно и взаимодействует сосущий материнскую грудь младенец. Кончик соска окружен кольцом из 15–20 отверстий протоков, выделяющих молоко во время сосания. На околососковом кружке также имеется несколько небольших отверстий, иногда выступающих над поверхностью кожи как незначительные вздутия. Это отверстия протоков желез Монтгомери – особых сальных желез, смазывающих кожу вокруг соска, защищающих ее и облегчающих сосание. Окраска соскового кружка варьирует от светло-розовой до темно-коричневой, в зависимости от общего характера пигментации кожи. Кроме того, она меняется с течением времени в соответствии с гормональными изменениями, происходящими в ходе менструальных циклов, беременности и жизни в целом. Судя по всем имеющимся у нас данным, главная функция сосков – кормление детей молоком, и именно на этом нам и следует сосредоточить свое внимание.

У всех млекопитающих мать кормит детенышей молоком в течение определенного промежутка времени после родов – периода лактации. Во всех современных человеческих обществах на продолжительность кормления детей молоком, как и на другие аспекты заботы о потомстве, огромное влияние оказывает культура. Поэтому не так-то просто разобраться, что здесь «естественно» для нашего вида. В поисках ответа на этот вопрос, как обычно, очень полезно рассмотреть положение дел у приматов, а также у других млекопитающих, и выявить некоторые общие принципы. У многих видов продолжительность кормления молоком на удивление постоянна. У других, особенно у крупных млекопитающих, производящих на свет единственного детеныша, она весьма изменчива. У домовых мышей кормление детенышей молоком обычно продолжается 22 дня, у крыс – 31 день, а у тупай – 35 дней. Изменчивость данного показателя у этих видов поразительно мала.

Мышам, крысам, тупайям и другим подобным млекопитающим свойствен примитивный способ размножения с непродолжительной беременностью и незрелорождающимся потомством. Кормление детенышей молоком резко прекращается после строго определенного периода лактации, после чего детенышам приходится сразу переходить на твердую пищу. У приматов же детеныши зрелорождающиеся,

они появляются на свет после долгого внутриутробного развития, а продолжительность кормления молоком нередко варьирует и сопряжена с постепенным переходом детенышей на твердую пищу. Продолжительность периода лактации у разных видов приматов разная: от довольно постоянной, длящейся 45 дней, у 60-граммовых мышинных лемурув до варьирующей в районе пяти лет у 40-килограммовых орангутанов. Максимальная отмеченная у орангутанов продолжительность кормления детенышей молоком – семь лет – возможно, рекордна для млекопитающих.

Продолжительность кормления детенышей молоком, как и многие другие признаки, зависит у млекопитающих от размеров тела: чем крупнее животное, тем больше у него период лактации. Но приматы в целом кормят своих детенышей молоком довольно долго даже по сравнению с другими млекопитающими тех же размеров. Кроме того, приматы делятся по данному показателю на две четкие группы: обезьяны любого размера обычно кормят своих детенышей молоком дольше, чем сравнимые с ними по размеру низшие приматы. Учитывая всю эту изменчивость, трудно определить средний возраст отнятия от груди, к которому мы, люди, биологически приспособлены. Социальные нормы, от которых зависит продолжительность кормления детей молоком, сильно различаются у разных человеческих обществ и меняются со временем. Одни матери кормят своих детей грудью до шести лет или дольше, другие не кормят грудью вообще, пользуясь молочными смесями или прибегая к услугам кормилиц. Одним из показателей, по которым можно судить о естественном для человека возрасте отнятия от груди, может служить возраст, в котором обычно прекращается выработка лактазы, – около пяти лет. К сожалению, и этот возраст сильно варьирует, не позволяя сделать однозначный вывод.

Антрополог Кэтрин Деттуайлер, начавшая свою научную карьеру с удостоенного престижной премии полевого исследования особенностей заботы о детях в Мали, а впоследствии ставшая одной из ведущих сторонниц грудного вскармливания, всерьез заинтересовалась вопросом естественной продолжительности кормления молоком и решила исследовать его под несколькими разными углами. Один из использованных ею подходов был основан на анализе данных о современных человеческих обществах охотников и собирателей. Эти данные могут указывать на средний возраст отнятия от груди, близкий к тому, который был свойствен нашим предкам на протяжении по меньшей мере 99 % человеческой эволюции.

У охотников и собирателей нет домашних животных, которые могли бы служить альтернативным источником молока, поэтому у них культурные особенности должны меньше сказываться на продолжительности кормления молоком. Но нам не следует забывать о том, что во всех современных обществах на этот показатель может влиять возможность дополнительного кормления уже на ранних этапах жизни младенца.

Как выяснилось, у охотников и собирателей матери обычно кормят младенцев грудью около трех лет. Антропологи Мелвин Коннер и Кэрол Уортмэн сообщают, что у бушменов народности кунг (охотников и собирателей, живущих в Ботсване и Намибии) детей в среднем отнимают от груди в 3,5 года. Проведенное этими антропологами новаторское двухлетнее исследование вошло в учебники как классический пример полевой работы по биологии человека. Еще один антрополог, американец Дэниел Селлен посвятил всю свою научную карьеру изучению эволюционных истоков материнской заботы о потомстве у человека. Он продемонстрировал, что длительное кормление детей грудью, свойственное народности кунг, характерно для промышленно неразвитых обществ в целом. В опубликованном в 2001 году обзоре сотни с лишним таких обществ Селлен показал, что возраст отнятия от груди в них составляет в среднем 29 месяцев и может варьировать от 1 года до 5,5.

Второй подход, которым воспользовались Кэтрин Деттуайлер и другие антропологи, пытавшиеся найти биологическое объяснение сроков отлучения от груди, был основан на анализе устойчивых соотношений продолжительности кормления молоком и массы тела у обезьян. Исходя из обнаруженных закономерностей, можно рассчитать предполагаемый средний возраст отнятия от груди и для нашего вида. Полученная оценка близка к трем годам. Кстати, Деттуайлер и сама практикует то, за что ратует: она кормила свою дочь Миранду грудью до четырехлетнего возраста.

Может показаться, что естественная продолжительность кормления грудью, согласно полученным оценкам (около трех лет), на удивление велика. И тем не менее она близка к минимальным значениям, отмечаемым у наших ближайших родичей. В частности, она ниже средней продолжительности кормления грудью у современных диких гоминид, которая составляет 4,5 года у обыкновенных шимпанзе, 3,5 года у горилл и 5 лет у орангутанов. При этом взрослые самки шимпанзе весят в среднем около 40 кг – ощутимо меньше женщин, так что можно было бы ожидать, что шимпанзе прекращают кормить

своих детей грудью раньше, чем женщины. Но у человекообразных обезьян возраст отнятия от груди обычно несколько больше, чем у других обезьян сравнимых размеров. Поэтому оценка естественной продолжительности кормления молоком, рассчитанная для человека на основании данных о многих видах обезьян, может быть несколько заниженной.

В то же время у наших древних предков могла возникнуть некая особая адаптация уже после их отделения от эволюционной ветви, ведущей к шимпанзе. Например, приспособление к характерному для человека высококалорийному рациону могло сделать возможным дополнительное кормление младенцев богатой питательными веществами пищей. Некоторые специалисты полагают, что это могло позволить нашим предкам раньше отнимать младенцев от груди. Тем не менее, судя по всем имеющимся данным как о других приматах, так и о человеческих обществах охотников и собирателей, естественный для нас возраст отнятия от груди составляет *по меньшей мере* три года. Когда эволюционная ветвь, ведущая к человеку, отделилась от древа человекообразных обезьян, наши предки, по-видимому, сохранили свойственную человекообразным склонность к позднему отнятию детей от груди, по-прежнему наблюдаемую у современных охотников и собирателей, живущих в тесной связи с природой.

Женщин, привыкших кормить детей грудью три или, скажем, шесть месяцев, может шокировать мысль о том, что естественный возраст отнятия от груди составляет не менее трех лет. Возможно, потрясение будет не столь велико, если заметить, что речь идет о кормлении грудью вообще, а не о кормлении исключительно грудью. Судя по данным межкультурных исследований Дэниэла Селлена и других антропологов, кормление исключительно грудью у человека обычно длится от шести месяцев до года, а все остальное время, вплоть до отнятия от груди, младенец получает не только материнское молоко, но и дополнительную пищу. В 2005 году Отделение грудного вскармливания Американской академии педиатрии рекомендовало по возможности кормить детей исключительно грудью шесть месяцев и отнимать от груди в возрасте около года. Всемирная организация здравоохранения и Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ) тоже ратуют за кормление детей исключительно грудью до шестимесячного возраста, но отнимать от груди они теперь советуют в два года. Так что мы понемногу движемся в сторону той продолжительности кормления грудью, которую можно считать естественной, исходя из сравнительных

биологических и антропологических данных.

Некоторые сведения о биологических корнях особенностей заботы о потомстве у человека, в том числе взаимодействия матери и младенца, можно получить и из еще одного, несколько неожиданного источника – данных о составе молока. Молочные железы современных млекопитающих, развившиеся в ходе эволюции из кожных желез, теперь производят высокоспециализированное молоко. У каждого вида млекопитающих оно приспособлено к удовлетворению видоспецифических потребностей развивающихся детенышей. Кроме того, оно отражает характерный для данного вида распорядок кормления. Выработка молока в период от родов и до прекращения кормления претерпевает ряд тонко настроенных изменений, в ходе которых количество вырабатываемого в сутки молока вначале повышается, а затем снижается до нуля. У женщин выработка молока в норме запускается в полную силу примерно за первые пять дней после родов. Затем количество производимого в сутки молока постепенно возрастает примерно с 0,5 л до максимума – 1 л или более. Состав молока со временем тоже в некоторой степени меняется, но за исключением этих тонко настроенных изменений он сравнительно постоянен у каждого вида млекопитающих.

Молоко – это сложный коктейль из многих ингредиентов, который к тому же служит для младенца источником воды. Одни из составных частей молока появились в нем в результате адаптаций, другие не столь важны или представляют собой побочные продукты. Пользуясь простейшими диетологическими терминами, можно сказать, что молоко содержит три главных компонента: белки, углеводы и жиры. Грубо говоря, белки, такие как казеин, прежде всего обеспечивают рост, углеводы, такие как лактоза, служат кратковременным источником энергии, а жиры позволяют запастись энергией, а кроме того, тоже способствуют росту, в частности образованию клеточных мембран.

Сравнение белков, углеводов и жиров, содержащихся в молоке разных млекопитающих, открывает нам несколько важных закономерностей. Во-первых, у тех видов, у которых детеныши появляются на свет недоразвитыми, молоко богато белками, что способствует быстрому росту новорожденных. Так обстоят дела у хищных, насекомоядных, кроликов, грызунов и землероек. У тех видов, у которых детеныши появляются на свет хорошо развитыми, содержание белков в молоке, напротив, низкое. Это относится,

в частности, к слонам, копытным и приматам, в том числе и к человеку. Средняя концентрация белков в молоке приматов ниже 2,5 %, что отражает медленный рост их детенышей, даже по сравнению с другими млекопитающими, рождающими зрелое потомство. У человека концентрация белков в молоке ниже, чем у любых других приматов, – всего 1 %.

Как это ни удивительно, больше всего о свойственном виду характере кормления детенышей молоком говорит содержание жиров. Биолог Девора Бен-Шаул в ходе своего 12-летнего исследования, включавшего анализ состава молока разных млекопитающих в помощь тем, кто искусственно выкармливает их детенышей в зоопарках, обнаружила одно ключевое различие между видами. Поначалу она полагала, что состав молока должен отражать эволюционные отношения видов. Однако в итоге выяснилось, что главную роль здесь играет не эволюционное родство, а особенности поведения, связанные с кормлением детенышей молоком, и экологии. Выявленное исследовательницей различие определялось разницей между видами, кормящими детенышей молоком строго по расписанию, которое устанавливает мать, и видами, кормящими по требованию, так что частоту кормления определяет не мать, а детеныш. Кормление по расписанию в целом характерно для тех видов млекопитающих, у которых матери надолго расстаются с детенышами, а кормление по требованию – для тех, у которых матери и детеныши всегда вместе.

Распорядок кормления существенно различается у разных групп млекопитающих. У некоторых из них, в отличие от приматов, матери на удивление мало контактируют с детенышами, которых кормят молоком. Предельный случай кормления по расписанию являют собой тупайи, у которых расписание и время кормления определяет только мать. Раз в двое суток она кормит своих детенышей молоком, напоминающим по консистенции густые сливки. В этом отношении к тупайям среди всех незрелорождающихся млекопитающих хоть сколько-нибудь приближаются только дикие кролики. Крольчиха-мать держит своих детенышей в отдельной камере своей норы и кормит их лишь один раз в сутки. В широком спектре степеней заботы о потомстве тупайи и кролики занимают самые низкие места, а приматы – самые высокие.

Характерное для приматов кормление по требованию резко отличается от крайних форм кормления по расписанию, свойственных

тупайям и кроликам. У приматов время каждого кормления определяет сам детеныш. У большинства видов он постоянно ездит на матери, держась за ее шерсть, и может просто придвинуться к соску всякий раз, когда хочет молока. Кормление по требованию с давних пор было одной из главных особенностей заботы о детях у приматов и наверняка было свойственно еще общему предку всех приматов, жившему около 80 млн лет назад.

В этом свете предписания кормить младенцев грудью строго по графику, особенно популярные в США и в Европе с 1850 по 1940 год, просто шокируют. Любые соображения о естественном распорядке, который способствовал бы благополучию как матери, так и ребенка, отменялись из неуместной заботы о строгом режиме кормления.

Открытия Деборы Бен-Шаул, касающиеся связи способа кормления и состава молока, отражают фундаментальное различие между двумя типами развития. Кормление по распорядку характерно для таких млекопитающих, как тупайи, у которых незрелорождающиеся детеныши долгое время развиваются в гнезде. Матери обычно надолго оставляют таких детенышей одних, и богатое жирами молоко обеспечивает их запасами постепенно высвобождаемой энергии, помогая им не замерзнуть. Кроме того, такие детеныши обычно сравнительно малоактивны. У них нет особых потребностей в источниках быстро высвобождаемой энергии, поэтому концентрация углеводов в молоке, которым их кормят, обычно невелика. Кормление по требованию, напротив, преобладает среди зрелорождающихся млекопитающих, обычно не использующих гнезда. Эти детеныши часто весьма подвижны и способны с самого рождения следовать за матерью. Яркими примерами таких млекопитающих могут служить слоны, дельфины и большинство копытных, в частности коровы и лошади. Их детенышам необходима быстро высвобождаемая энергия, поэтому их молоко обычно богато углеводами, но небогато жирами.

Приматы по сравнению с другими зрелорождающимися млекопитающими необычны тем, что их детеныши начинают самостоятельно передвигаться лишь через долгое время после рождения. Пребывание детеныша в одном гнезде с матерью или езда на ней обеспечивает тесный физический контакт между ними, выгодный в том числе и тем, что позволяет матери согреть детеныша. Эта особенность сильно уменьшает его потребности в энергии для поддержания постоянной температуры собственного тела. В результате у приматов в целом концентрация жиров в молоке

исключительно низкая – в среднем меньше 4 %. Зрелорождающимся млекопитающим, кормящим детенышей по требованию, свойственны небольшие интервалы между кормлениями, и для приматов частое кормление детенышей молоком тоже весьма характерно. В связи с этим молоко у таких млекопитающих обычно негустое. Но поскольку их детеныши чаще всего активны с самого рождения, концентрация углеводов в их молоке обычно выше, чем у незрелорождающихся млекопитающих. Соответствует этой общей закономерности и молоко приматов, содержащее сравнительно мало белков и жиров, но много углеводов – в среднем почти 7 %.

Женское молоко очень похоже по составу на молоко других приматов. Это свидетельствует о том, что по своей биологической природе мы приспособлены к такому же, как и у других приматов, тесному контакту между матерью и младенцем, связанному с кормлением по требованию. И все же наши младенцы демонстрируют по меньшей мере одну необычную особенность, связанную с сосанием груди. Это так называемый «режим всплесков и пауз», о котором писал психолог Кеннет Кей в статье, посвященной сосанию молока младенцами. Обычно младенцы уже сразу после рождения демонстрируют характерный для нашего вида ритм сосания. За всплесками из двух десятков сосательных движений следуют отчетливые паузы, в течение которых младенец продолжает держать сосок материнской груди у себя во рту. Судя по всему, этот режим сосания – уникальная особенность человека. Как отметил Кей, он усиливает взаимодействие между матерью и ребенком, прильнувшим к ее груди. Такое поведение человеческих младенцев заставляет предположить, что фундаментальный для приматов тесный контакт матери и ребенка у человека не ослабился, а лишь усилился.

До сих пор мы обсуждали преимущественно питательные свойства молока, но функции молока отнюдь не исчерпываются питанием младенцев. У молока есть и дополнительные полезные свойства. В частности, вместе с молоком мать снабжает своего детеныша своего рода коктейлем из антибиотиков, обеспечивая ему пассивную временную защиту от микробов на тот период, пока его собственные активные механизмы защиты еще не сформировались. Вполне возможно, что защита от инфекций была одним из первых предназначений кормления детенышей молоком. Педиатр Армонд Голдман отметил, что жироподобный секрет сальных желез (из которых, по-видимому,

и развились молочные железы) содержит у млекопитающих иммунные факторы, похожие на те, что содержатся в молоке. Диетолог Бо Лённердаль проанализировал несколько важных свойств женского молока и установил, что большинство входящих в его состав специфически активных ингредиентов – белки, хотя в нем имеются и такие иммунные факторы, как антитела и клетки иммунной системы.

Кроме того, в молоке содержатся полезные бактерии, которые поселяются в пищеварительном тракте детей. Новорожденные младенцы стерильны и нуждаются в том, чтобы набрать из окружающей среды нужных бактерий. Естественным источником таких бактерий служит кормящая мать. Поэтому младенцы, которых кормят грудью, отличаются от младенцев, выкармливаемых молочной смесью, по составу безвредных бактерий, населяющих кишечник (хотя соответствующие добавки к молочным смесям и позволяют решать эту проблему).

В статье, вышедшей в 1995 году, педиатр Джек Ньюман, основавший знаменитую клинику грудного вскармливания при детской больнице в Торонто, проанализировал состав содержащихся в молоке защитных компонентов, противодействующих болезнетворным микробам. При этом Ньюман отметил, что в некоторых странах матери непосредственно используют свое грудное молоко для лечения глазных инфекций у младенцев. Собственная иммунная система ребенка начинает работать в полную силу только примерно к пятилетнему возрасту, так что необходимость в защите, обеспечиваемой материнским молоком, крайне велика. Врачи давно заметили, что младенцы, которых кормят грудью, реже болеют инфекционными заболеваниями и меньше, чем младенцы, которых кормят молочной смесью, страдают от менингита и от инфекций, поражающих кишечник, уши, дыхательную и мочевую системы, причем даже в том случае, если молочную смесь перед употреблением стерилизуют.

Любой человеческий младенец получает от матери некоторую защиту еще до рождения. Во время беременности через плаценту к плоду поступают антитела, которые продолжают циркулировать в крови ребенка в течение нескольких недель или даже месяцев после его появления на свет. Младенцы, которых кормят грудью, с самого рождения получают некоторую дополнительную защиту за счет содержащихся в молоке антител, других белков и клеток иммунной системы. Некоторые белки связываются с бактериями, находящимися в полости кишечника, не позволяя им проходить через его стенки,

некоторые уменьшают запасы определенных минеральных веществ и витаминов, необходимых для выживания попадающим в кишечник бактериям. В частности, особый связывающий белок снижает количество доступного витамина В12, а белок лактоферрин улавливает ионы железа. Бифидофактор активно способствует размножению полезных бактерий в кишечнике младенца.

Наряду с основными разновидностями антител женское молоко содержит множество клеток иммунной системы, в том числе таких, которые непосредственно атакуют микробов. Самая многочисленная группа антител в женском молоке – секреторный иммуноглобулин IgA, один из компонентов которого предотвращает его переваривание в кишечнике младенца. Младенцу, которого выкармливают молочной смесью, трудно противостоять некоторым болезнетворным микробам, пока в его организме не начнет выделяться собственный секреторный IgA, что происходит обычно лишь через несколько недель или месяцев после рождения. В заключение своей статьи Ньюман писал: «Грудное молоко – поистине интереснейшая жидкость, снабжающая младенцев отнюдь не только пищей. Оно защищает их от инфекций, пока они сами не могут себя защитить».

К моменту родов у матери выделяется особое желтоватое молоко с низким содержанием жиров – молозиво. Эта особенность широко распространена среди млекопитающих и, возможно, свойственна им всем. Изначальная и исключительно важная функция молозива состоит в том, чтобы сразу же после рождения потомства передать ему материнский иммунитет. В молозиве в больших концентрациях содержатся клетки иммунной системы и противовирусное средство интерферон, а кроме того, в нем имеются факторы роста, способствующие развитию желудочно-кишечного тракта. Поэтому для новорожденных, в том числе человеческих, особенно важно получить самую первую порцию вырабатываемого матерью молока. Кстати, молозиво коров уже давно применяют как пищевую добавку, способствующую выздоровлению спортсменов после травм, а также (к сожалению) и в качестве допинга. И все же значение молозива для здоровья человеческих младенцев получило признание в западном обществе лишь в конце XVII века. До этого бытовало представление о том, что молозиво даже вредно. Это странное мнение, которое высказывал еще греческий врач II века Соран Эфесский, было, судя по всему, широко распространено в доиндустриальных обществах и сохранилось в средневековой Европе. Данный случай может служить

красноречивым примером того, как культурные нормы порой входят в прямое противоречие с биологическими реалиями.

Лет двадцать пять назад я выступал на семинаре в Кембриджском университете с докладом, посвященным эволюции мозга приматов, и на собственном печальном опыте убедился в том, что не стоит преувеличивать отрицательные эффекты кормления младенцев молочной смесью. В своем докладе я доказывал, что уникальные нужды роста человеческого мозга после рождения наверняка должны требовать особых адаптаций, определяющих состав женского молока. Затем я по неосторожности добавил к этому вполне обоснованному выводу импровизированное замечание о том, что у людей, которых выкармливают искусственной молочной смесью, развитие мозга должно нарушаться. После моего доклада председательствовавший на том семинаре Николас Дэвис (несомненно, талантливый и выдающийся биолог) встал, чтобы начать обсуждение, и тут же сбил с меня спесь, начав свою благодарность докладчику со слов: «Как младенец, вскормленный молочной смесью, я хочу сказать...»

Так что стоит подчеркнуть, что человеческие младенцы могут вырасти вполне здоровыми, даже если выкармливать их молоком, во многих отношениях отличающимся от натурального материнского. Недостатки искусственного вскармливания имеют статистический, а не всеобщий характер. Кроме того, важно не забывать о неизбежной временной задержке, проявляющейся в результатах исследований, посвященных сравнению грудного и искусственного вскармливания. Многие исследования показывают воздействие искусственных молочных смесей, которые использовались десятки лет назад. Несомненно, что за прошедшее с тех пор время качество таких смесей постепенно улучшалось.

Искусственное выкармливание младенцев началось с использования молока домашних животных, так что появилось оно сравнительно недавно. Животные, дающие молоко, были независимо одомашнены в нескольких регионах мира не раньше 10 000 лет назад. По-видимому, люди начали кормить младенцев молоком животных довольно скоро после начала одомашнивания. Более того, керамическая посуда, использовавшаяся для кормления младенцев, относится к числу древнейших сосудов, известных археологам. Самые древние из них были изготовлены почти 4000 лет назад.

Антрополог Тоша Дюпра изучала кормление младенцев в оазисе

Дахла в Египте в период римского владычества – около 2000 лет назад. Документальные и другие прямые свидетельства об этом периоде истории Египта немногочисленны, поэтому исследовательница и ее коллеги воспользовались анализом стабильных изотопов. По изотопному составу азота и углерода, содержащихся в скелетах, можно судить об особенностях кормления младенцев и отнятия их от груди. Оказалось, что матери, жившие в тот период в оазисе, начинали прикармливать младенцев дополнительной пищей приблизительно в возрасте шести месяцев и переставали кормить их грудью к трехлетнему возрасту. Анализ состава изотопов, содержащихся в растительных и животных остатках, обнаруженных при раскопках расположенной неподалеку деревни, позволил получить еще некоторые ценные сведения: примерно с шестимесячного возраста младенцев начинали прикармливать козьим или коровьим молоком.

Дополнительные подтверждения распространенности подобной практики в древности, содержащиеся в египетских документах периода правления фараонов (2686–332 годы до н. э.), также свидетельствуют о кормлении младенцев грудью до трехлетнего возраста. Младенцев постарше в этот период иногда прикармливали и молоком других млекопитающих. Изучение изотопного состава азота в скелетах детей из раскопок двух неолитических поселений в Малой Азии (Турция) позволило получить данные о еще более древнем периоде – около 10 000 лет назад. Археолог Джессика Пирсон использовала изотопный анализ для получения данных о рационах древних популяций этого региона и связи состояния их здоровья с особенностями питания. Кроме того, она изучала скелеты, найденные во время раскопок археологами, в поисках признаков, свидетельствующих о разных формах деятельности древнего человека. Согласно данным ее группы, кормление исключительно грудью длилось от одного до двух лет, а отнимали ребенка от груди между двумя и тремя годами. Обе исследованные популяции как раз переходили от охоты и собирательства к сельскому хозяйству: они уже выращивали несколько видов культурных растений и содержали некоторых животных, еще по-настоящему не одомашненных.

Но в современных обществах искусственное вскармливание получило столь широкое распространение, что о биологических истоках кормления грудью почти перестали вспоминать. Для многих женщин, особенно работающих, вскармливание младенца искусственной молочной смесью из бутылки часто оказывается не только удобным,

но и едва ли не единственным возможным решением. Однако это лишь результат сравнительно недавнего массового распространения практики, возникшей еще в древности. Несомненно, люди начали вскармливать младенцев искусственно уже вскоре после одомашнивания первых копытных, используя при этом молоко разных млекопитающих. Возможно, искусственное вскармливание, подобно использованию кормилиц, первоначально возникло как чрезвычайная мера для спасения младенцев, лишившихся матери.

При всех преимуществах грудного вскармливания оно далеко не всегда оправдывает возлагаемые на него надежды. Более того, в целом ряде случаев оно категорически противопоказано по медицинским причинам. Например, с грудным молоком может передаваться вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), поэтому для кормления незараженных младенцев ВИЧ-инфицированным матерям рекомендуют искусственное вскармливание. В наше время многих младенцев приходится вскармливать искусственно по множеству разных причин. Вместо того чтобы сетовать на эту необходимость, нам следует использовать данные эволюционной биологии, выясняя, как лучше удовлетворять потребности искусственно вскармливаемых детей в пище и антибиотиках, производя искусственные молочные смеси, которые были бы как можно ближе к натуральному материнскому молоку.

Один из важных вопросов, на которые следует ответить, решая, стоит ли переводить младенца на искусственное вскармливание, состоит в том, содержит ли молочная смесь все ингредиенты, необходимые ребенку. Чтобы в этом разобраться, нужно, очевидно, начать с анализа состава женского молока. Но в молоке содержится множество разных веществ, в том числе не менее 200 жирных кислот, лишь немногие из которых, по-видимому, специфически приспособлены для удовлетворения потребностей младенца. Как бы то ни было, произвести искусственную смесь, в точности соответствующую женскому молоку по химическому составу, почти невозможно. К счастью, эту проблему можно отчасти обойти, приняв во внимание ценные сведения о кормлении потомства молоком у млекопитающих в целом и приматов в частности. Сравнение множества разных видов должно позволить нам выделить особенно важные для развития ингредиенты молока. Кроме того, необходимо учитывать особенности человеческих младенцев, с которыми могут быть связаны их

потребности в определенных веществах. Ярким примером такой особенности могут служить большие размеры мозга новорожденного и его последующее стремительное увеличение на протяжении первого года жизни. В связи с этим уникальным человеческим свойством ингредиенты молока, связанные с развитием мозга, судя по всему, должны быть особенно важны для наших младенцев.

Однако, как это ни удивительно, сравнение с другими видами не играло существенной роли в истории искусственного вскармливания. Разработка молочных смесей велась преимущественно методом проб и ошибок. Поначалу человеческих младенцев вскармливали непосредственно молоком тех домашних животных, которые имелись в распоряжении. Затем чужое молоко постепенно стали подвергать различным преобразованиям, стараясь тем самым решать возникавшие проблемы. Традиционно для искусственного вскармливания человеческих младенцев использовали в основном молоко парнокопытных млекопитающих – прежде всего коровье, но также бизонье, козье, овечье и верблюжье, а также молоко лам. У всех этих животных, как и у приматов, детеныши появляются на свет хорошо развитыми, поэтому и состав молока у них в целом сходен с составом женского молока. Этим фактом мы обязаны скорее счастливой случайности, чем осознанному решению, потому что крупные млекопитающие, рождающие зрелых детенышей, наиболее перспективны в плане одомашнивания для сельскохозяйственных целей. Незрелорождающиеся млекопитающие меньших размеров, такие как кошки, собаки и крысы, больше годятся на роли друзей и врагов человека, чем выючных животных и источников пищи.

Как мы уже говорили, приматы занимают особое положение среди зрелорождающихся млекопитающих. В частности, молоко у приматов не такое концентрированное, как у парнокопытных. Люди, вероятно, быстро заметили, что для искусственного вскармливания молоко любого жвачного животного следует разбавлять, чтобы оно не было слишком густым. Считается, что, пока младенец не достигает примерно годовалого возраста, кормить его необработанным коровьим молоком или молоком какого-либо другого жвачного животного небезопасно, потому что это может приводить к кишечным кровотечениям. Кроме того, выяснилось, что к разбавленному коровьему молоку, чтобы сделать его более похожим на женское, нужно добавлять углеводы. Интересно, что по общему составу кобылье молоко, по-видимому, намного ближе к женскому, чем молоко любого парнокопытного, в том

числе коровье. Однако регулярно доить кобылу намного труднее, чем корову, козу или овцу: соски у лошадей располагаются прямо между их мускулистыми задними ногами.

Производители молочных смесей для искусственного вскармливания в промышленно развитых странах год за годом постепенно корректировали состав таких смесей. И все же огромное число младенцев по-прежнему вскармливают различными разновидностями разбавленного коровьего молока. Общий предок копытных и человека жил около 100 млн лет назад. Учитывая, как давно разошлись эти эволюционные ветви, удивительно, насколько неплохо наши младенцы могут развиваться на эрзац-рационе из коровьего молока. На первый взгляд может даже показаться, что искусственные молочные смеси ничем не хуже натурального женского молока. Пищеварительной системе человеческих младенцев свойственна поразительная врожденная пластичность, позволяющая им извлекать нужные вещества из искусственных смесей, состав которых определяется компромиссом между адекватным удовлетворением потребностей младенцев и рентабельностью производства.

Как отмечала биолог Кэролайн Понд в своей интереснейшей книге «Жиры жизни» (The Fats of Life), вышедшей в 1998 году, одна из причин этой пластичности может состоять в том, что жиры, содержащиеся в молоке млекопитающих, используются во многом не для роста, а в качестве топлива. Младенцу может быть не так уж важно, какой именно набор жиров содержится в молоке. Но как далеко заходит эта пластичность пищеварения у человеческих младенцев? Очень важно знать, действительно ли дети, вскармливаемые искусственно, развиваются не хуже детей, которых кормят грудью.

Ясно, что, если между грудным и искусственным вскармливанием и есть ощутимая разница, она обычно не связана с серьезной угрозой для жизни. Если бы такая угроза была, это давно привлекло бы внимание и вызвало соответствующие ответные меры. Ясно, что в среднем младенцы развиваются на молочных смесях достаточно хорошо и искусственное вскармливание не наносит существенного вреда их здоровью. Об этом красноречиво свидетельствует отсутствие групповых исков к производителям молочных смесей в США. Однако широкий диапазон естественной изменчивости в развитии младенцев вполне может маскировать довольно тонкие различия. Лишь тщательное изучение и методичный статистический анализ могут позволить нам выявить небольшие недостатки искусственного вскармливания.

Один из возможных недостатков состоит в том, что у детей, которых вскармливают искусственно, могут возникать трудности с регуляцией количества потребляемой пищи, приводящие к перееданию и увеличивающие риск развития детского ожирения. Мы еще вернемся к этому вопросу. Кроме того, искусственное вскармливание может вызывать дополнительные неприятности, связанные с использованием загрязненной воды, чрезмерным разбавлением молочных смесей и несвоевременным прекращением молочного вскармливания. Можно было бы подумать, что проблема загрязнения молочных смесей должна встречаться только в странах третьего мира, но, как недавно выяснилось, в промышленно развитых странах бутылочки для кормления младенцев иногда содержат потенциально вредное вещество бисфенол А (БФА). В главе 1 я уже обращал внимание на этот коварный химикат в связи с его влиянием на снижение числа сперматозоидов в эякуляте. По-видимому, контакт с БФА может также приводить к нарушениям развития мозга и щитовидной железы, поэтому опасность для младенцев могут представлять даже сами бутылочки, из которых их кормят искусственной молочной смесью. Возможно, что проблемой загрязнения отчасти объясняется повышенная заболеваемость диабетом, раком и расстройствами сердечно-сосудистой системы, выявляемая некоторыми эпидемиологическими исследованиями у взрослых, в свое время вскормленных на искусственных молочных смесях.

В ходе поисков ключевых ингредиентов человеческого молока немало внимания уделялось особому классу сложных, но жизненно важных жиров – длинноцепочечным полиненасыщенным жирным кислотам (ДЦПНЖК). Грубо говоря, ненасыщенные жирные кислоты отличаются от насыщенных тем, что могут образовывать новые химические связи. Особенности строения их молекул имеют одно практическое следствие: полиненасыщенные жирные кислоты плавятся при низкой температуре и остаются жидкими при температуре тела. По-видимому, именно благодаря этому ДЦПНЖК служат важными структурными компонентами клеточных мембран.

ДЦПНЖК особенно хорошо представлены в нервных клетках. Для оптимального развития и функционирования нервной системы организм должен получать их в достаточном количестве. Диетологи, такие как Сьюзан Карлсон, Майкл Крофорд и Стивен Куннейн, подчеркивают необходимость этих жирных кислот для нормального

развития мозга в ходе внутриутробного развития и кормления молоком. Два ярких примера ДЦПНЖК – арахидоновая кислота (АК) и докозагексаеновая кислота (ДГК). АК и ДГК – важные ингредиенты пищевых добавок, содержащих омега-6– и омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты соответственно. Это ключевые компоненты нервных клеток, а ДГК, кроме того, необходима для светочувствительных клеток сетчатки глаза.

Неясно, способен ли организм растущего человеческого младенца производить все нужные ему ДЦПНЖК или же ему необходимо получать их от матери. Учитывая уникальные потребности развития человеческого мозга после рождения, эти жирные кислоты, по-видимому, относятся к числу важнейших ингредиентов женского молока. Точно известно, что они хорошо представлены как в молоке приматов в целом, так и в человеческом молоке в особенности. Не исключено, что особые потребности растущего человеческого мозга можно удовлетворить, просто обеспечивая младенца молоком в достаточном объеме, чтобы его организм получал достаточно ДЦПНЖК. Но коровье молоко содержит эти жирные кислоты лишь в следовых количествах.

Вероятно также, что в развитии человеческого мозга после рождения участвуют ДЦПНЖК, запасаемые в ходе развития плода. Как мы уже знаем из предыдущей главы, Стивен Куннейн и Майкл Крофорд предположили, что именно с этим связана необычная пухлость человеческих новорожденных: запасенный в их организме жир может обеспечивать ДЦПНЖК, способствуя развитию мозга. Не исключено, что раннее получение подходящей дополнительной пищи, богатой этими жирными кислотами, тоже помогает развитию мозга у человеческих младенцев.

Поскольку в коровьем молоке ДЦПНЖК содержатся лишь в следовых количествах, уместно предположить, что искусственное вскармливание может приводить к нарушениям развития нервной системы младенца. Известно, что концентрация ДЦПНЖК у младенцев, которых кормят грудью, выше, чем у младенцев, вскармливаемых искусственно. Косвенные данные также указывают на то, что искусственное вскармливание может отрицательно сказываться на развитии нервной системы. Результаты исследований младенцев, рождающихся в срок, неоднозначны, но исследования недоношенных младенцев убедительно показывают, что недостаток ДЦПНЖК в молочной смеси, используемой для их вскармливания, может иметь

плачевные последствия для их развития. Окончательных выводов о необходимости включения этих жирных кислот в смеси для искусственного вскармливания нам придется еще подождать, но уже ясно, что в молоке, которым выкармливают недоношенных младенцев, ДЦПНЖК должны содержаться в достаточном количестве.

Жир запасается у человеческого плода только в течение последних трех месяцев беременности. Поэтому младенцы, появляющиеся на свет задолго до нормального срока, не отличаются обычной для наших новорожденных пухлостью и имеют очень ограниченные запасы жира, в связи с чем и их потребность в ДЦПНЖК, получаемых с молоком, намного выше. Накопление новых и новых данных, свидетельствующих о том, что ДЦПНЖК, содержащиеся в молоке, могут играть важную роль в нормальном развитии нервной системы, привело к тому, что в искусственные молочные смеси, производимые в разных странах, постепенно начали добавлять АК и ДГК. В 2002 году добавление этих двух жирных кислот в смеси для искусственного вскармливания было запоздало одобрено и Управлением пищевых продуктов и медикаментов США. Однако усовершенствованные таким образом молочные смеси не предназначены для недоношенных младенцев, несмотря на то что именно они более всех нуждаются в дополнительном получении ДЦПНЖК. Проблема здесь прежде всего в том, что о жизненной важности для нашего развития присутствия в молоке достаточного количества АК и ДГК свидетельствуют в основном косвенные данные, хотя эти свидетельства и весьма красноречивы. Ясно, что такая актуальная проблема настоятельно требует специальных медицинских исследований.

Начиная с 1970-х исследователи стали обнаруживать определенные нарушения развития у детей, вскармливаемых искусственно. Одно из важнейших исследований, посвященных этой проблеме, проведенное медиком Брайаном Роджерсом, было основано на анализе данных о родившихся в 1946 году людях, за состоянием здоровья и достижениями которых следили в ходе Национального обзора здоровья и развития, проводившегося в Великобритании. В 8-летнем и 15-летнем возрасте 2000 таких детей проходили тесты достижений. Приняв во внимания различия между семьями, исследователи установили, что дети, которых в младенчестве кормили исключительно искусственно, показывали достоверно более низкие результаты таких тестов, чем дети, которых кормили только грудью, хотя разница между

этими двумя категориями была и невелика.

Несколько последующих исследований дали похожие результаты, подтвердив, что дети, вскормленные искусственно, демонстрируют *в среднем* более низкие результаты тестов на интеллект и чаще страдают из-за проблем в учебе. Хотя эти эффекты и незначительны, судя по полученным данным, они статистически достоверны.

Вместе с тем все подобные исследования сталкиваются с проблемой вмешивающихся факторов, которую мы рассмотрели на примере с младенцами и аистами, разобранным в главе 2. Разберем теперь реальный случай из области кормления младенцев. Все мы знаем, что на умственное развитие влияют финансовые обстоятельства семьи. Дети из семей, имеющих более высокие доходы, в среднем демонстрируют лучшие результаты тестов на уровень умственного развития, чем дети того же возраста из менее состоятельных семей. Однако, судя по некоторым данным, более состоятельные женщины чаще выкармливают своих детей грудью, чем менее состоятельные. Поэтому не исключено, что кормление грудью лишь кажется связанным с результатами тестов и на деле между этими факторами нет причинно-следственной связи. Проводя статистический анализ таких данных, необходимо учитывать подобные мешающие факторы.

Накопление данных о том, что умственное развитие все же связано с кормлением грудью, постепенно привело к тому, что места для сомнений почти не осталось. К 1999 году подобных данных накопилось уже так много, что это позволило специалисту по клинической диетологии Джеймсу Андерсону и его коллегам провести подробный анализ совокупности результатов 20 работ, посвященных этой проблеме. Исследователи приложили все усилия, чтобы исключить влияние вмешивающихся факторов, таких как социально-экономическое положение и уровень образования матери, чтобы быть уверенными в том, что выявляемые эффекты действительно связаны с кормлением грудью как таковым. Анализ показал, что кормление грудью действительно дает детям достоверные преимущества. Результаты тестов на умственное развитие, проводимых в шестилетнем возрасте, оказались в среднем неизменно выше у детей, вскормленных грудью, чем у детей, вскормленных искусственно, причем среди недоношенных детей эта разница оказалась больше, чем среди детей, рождающихся по достижении нормального для новорожденных веса. Таким образом, польза материнского молока для умственного развития у недоношенных младенцев еще больше, чем у младенцев,

родившихся в срок.

Еще один впечатляющий факт, установленный Андерсоном и его коллегами, состоит в том, что чем дольше младенцев кормят грудью, тем полезнее это для их умственного развития. Судя по всему, материнское молоко полезнее для развития умственных способностей младенца, чем молочные смеси, и польза от кормления грудью в течение трех лет должна быть еще больше, чем от кормления в течение нескольких месяцев. При этом младенцев, которых при проведении сравнительных исследований рассматривали как вскормленных грудью, матери нередко кормили грудью лишь в течение нескольких месяцев или даже недель. В действительности нам следовало бы сравнивать младенцев, вскормленных исключительно искусственно, с младенцами, которых кормили грудью в течение «естественного» периода, составляющего около трех лет. Важный шаг в этом направлении сделали Уолтер Роган и Бет Гладен, опубликовавшие в 1993 году новаторскую работу, посвященную связи кормления грудью с развитием когнитивных способностей. Исследователи протестировали около 800 детей разного возраста (от шести месяцев до пяти лет) и установили, что средние результаты тестов на уровень когнитивного развития у детей, вскормленных грудью, достоверно выше, чем у детей, вскормленных искусственно, хотя разница опять же была небольшой. Но самое интересное было то, что результаты прохождения тестов оказались тем лучше, чем дольше младенцев кормили грудью (продолжительность кормления грудью, проанализированная в данном исследовании, составляла от нескольких недель до года или более).

Почти все имеющиеся у нас данные, указывающие на пользу кормления грудью для умственного развития младенца, имеют косвенный характер. Это неизбежно, потому что почти никакие эксперименты в данной области недопустимы из этических соображений. Но результаты одной важной экспериментальной работы убедительно свидетельствуют о том, что добавление в молочную смесь полиненасыщенных жирных кислот ДГК и АК действительно способствует умственному развитию. В 2000 году группа исследователей под руководством биолога Айлин Бирч оценила эффект от добавления в течение четырех месяцев ДГК и АК к обычной молочной смеси, которой кормили детей. Этот экспериментальный подход позволил исключить многие вмешивающиеся факторы, постоянно затрудняющие сравнение вскармливания грудью с искусственным вскармливанием. Группа Айлин Бирч оценивала

развитие детей в возрасте четырех месяцев, года и полутора лет с помощью стандартных тестов. Исследователи установили, что добавление ДГК и АК к молочной смеси приводит к повышению результатов теста на уровень умственного развития в возрасте полутора лет в среднем на 7 баллов. При этом никакого достоверного влияния этих добавок на мышечную активность или общие поведенческие реакции выявлено не было. Это свидетельство не просто красноречиво: оно почти не оставляет места для сомнений.

Хотя и показано, что дети, вскормленные грудью, в среднем демонстрируют более высокие результаты тестов на умственное развитие, чем дети, вскормленные искусственно, исследователи редко задавались вопросом о том, сохраняется ли это преимущество и у взрослых. Данный пробел восполнили Эрик Мортенсен и его коллеги, опубликовавшие в 2002 году результаты многолетнего исследования связи грудного вскармливания с коэффициентом интеллекта (IQ) у трех с лишним тысяч человек. Продолжительность грудного вскармливания разделили на пять категорий (меньше месяца, от двух до трех месяцев, от четырех до шести месяцев, от семи до девяти месяцев и больше девяти месяцев) на основании информации, предоставленной матерями годовалых детей. Тесты на интеллект проводили, когда эти дети стали взрослыми. Исследователи исключили не менее 13 потенциальных вмешивающихся факторов: социальное положение и уровень образования родителей, семейное положение, рост матери, возраст матери, увеличение веса матери во время беременности, курение в течение последнего триместра беременности, число беременностей, предполагаемый внутриутробный возраст новорожденного, его длину и массу, а также признаки осложнений в ходе беременности и родов. Даже с поправкой на возможное влияние всех этих факторов было установлено, что результаты тестов на интеллект достоверно выше у людей, которых в младенчестве дольше кормили грудью.

Между младенцами, которых кормят грудью, и младенцами, которые находятся на искусственном вскармливании, есть и другие важные различия. В частности, Бо Лённендаль установил, что первые в любом возрасте весят в среднем меньше последних. Матери нередко замечают, что через некоторое время после начала искусственного вскармливания младенцы обычно становятся немного более пухлощекими. Одна из причин этого состоит в том,

что при искусственном вскармливании детей часто перекармливают, особенно если отверстие в соске слишком велико и молоко вытекает из него свободно, а не по капле. Эти наблюдения подтверждаются данными, свидетельствующими о том, что искусственное вскармливание может быть связано с повышенным риском развития ожирения в более зрелом возрасте.

Ученые провели ряд исследований, посвященных этой проблеме, но полученные данные поначалу казались противоречивыми. Это кажущееся противоречие удалось успешно разрешить, проанализировав опять же совокупность данных многих работ. В статье, опубликованной в 2005 году, акушер Томас Хардер и его коллеги представили результаты анализа данных 17 исследований, удовлетворявших строго определенным критериям. Эти результаты убедительно подтвердили вывод о том, что увеличение продолжительности грудного вскармливания приводит к снижению риска развития ожирения впоследствии. В среднем каждый месяц кормления грудью снижает этот риск на 4 %.

Кормление грудью приносит человеческим младенцам и другую пользу. В частности, оно создает у них ощущение комфорта. Педиатр Ларри Грей и его коллеги показали, что младенец слабее реагирует на боль, когда мать держит его на руках и кормит грудью. В ходе одной из распространенных больничных процедур у младенца с помощью ланцета берут из пятки образец крови на анализ. Исследователи случайным образом разделили испытуемых детей на две группы: у 15 из них кровь брали, пока мать держала ребенка на руках и кормила грудью, а у других 15 – пока ребенок лежал спеленатым в своей кроватке, как предписывали больничные правила. Дети из первой группы намного меньше плакали и гримасничали, чем дети из второй группы, и реагировали на процедуру менее значительным повышением частоты сердечных сокращений. Таким образом, кормление грудью явно уменьшает болевые реакции младенцев.

Еще поразительнее данные, указывающие на то, что младенцы, которых кормят грудью, реже внезапно умирают во сне, чем младенцы, которых кормят искусственно. Это явление, впервые официально признанное в 1969 году, назвали синдромом внезапной смерти младенца (СВСМ). Неожиданная смерть внешне здорового младенца – страшное испытание для родителей. В былые времена, когда матери часто спали вместе со своими детьми, внезапную смерть младенцев обычно объясняли тем, что мать «заспала» ребенка, непреднамеренно задушив

его во сне. Родители и сегодня нередко испытывают острое чувство вины, когда такое происходит, но на самом деле они обычно ни в чем не виноваты. Теперь понятно, что СВСМ – это настоящий патологический синдром, хотя его причины и остаются невыясненными. Исследования показали, что кормление грудью снижает риск такой смерти, хотя еще предстоит выяснить, играет ли в этом эффекте какую-либо роль связь между составом молока и развитием мозга. Возможно, здесь задействованы и некоторые другие факторы, связанные с искусственным вскармливанием, такие как сопряженная с ним повышенная скорость потребления молока.

Специалисты по экологическому здравоохранению Аймин Чен и Уолтер Роган изучили связь риска внезапной смерти младенца с кормлением грудью в США. Они проанализировали результаты проведенного в 1988 году Национального исследования здоровья матери и ребенка, сравнив данные о тысяче с лишним внешне здоровых детей, умерших в возрасте от одного месяца до года, и о 8000 детей, проживших не меньше года. Риск смерти в течение первого года жизни оказался на 20 % ниже у младенцев, которых хоть какое-то время кормили грудью. Более того, этот риск оказался тем ниже, чем продолжительнее было грудное вскармливание. Правда, риск смерти от инфекционных заболеваний для детей, которых кормили грудью, был на 25 % ниже, а риск смерти от СВСМ – лишь на 16 % ниже и на грани статистической достоверности различий. Авторы исследования пришли к заключению, что поощрение грудного вскармливания может позволить каждый год избегать семи с лишним сотен смертей американских младенцев, не достигших годовалого возраста.

Связь искусственного вскармливания с риском СВСМ анализировали также специалистка по судебной медицине Мехтильда Веннеманн и ее коллеги. В основу их анализа были положены данные проведенного в Германии исследования внезапной смерти младенцев, позволившего сравнить более 300 детей, умерших от СВСМ, с 1000 их выживших ровесников. Анализ показал, что кормление исключительно грудью в месячном возрасте вдвое снижает риск СВСМ в течение всего младенчества. Авторы работы пришли к выводу, что медицинские рекомендации, нацеленные на снижение риска СВСМ, должны включать совет кормить грудью по меньшей мере шесть месяцев.

Разные виды синтезируют разные белки, и степень различий между видами по составу белков тем выше, чем в более дальнем родстве они

состоят. Попадание в организм чужеродных белков стимулирует работу защитных механизмов. Поэтому не исключено, что какую-то роль во внезапной смерти младенцев могут играть аллергические реакции на белки, содержащиеся в используемом для искусственного вскармливания молоке таких эволюционно далеких видов, как коровы. Как бы то ни было, судя по некоторым данным, искусственное вскармливание может вызывать у некоторых младенцев аллергические реакции. Специалист по здравоохранению Майкл Берр и его коллеги исследовали встречаемость хриплого дыхания и аллергии у почти 500 детей, в семьях которых отмечались случаи аллергии. Хрипы наблюдались лишь у половины детей, которых в течение хотя бы какого-нибудь времени кормили грудью, и у 2/3 детей, которых вскармливали исключительно искусственно, причем разница сохранялась даже с учетом влияния нескольких возможных вмешивающихся факторов. Исследователи пришли к выводу, что кормление грудью может надолго защищать детей от респираторных инфекций. Вот еще один пример пользы грудного вскармливания.

Кормление грудью приносит реальную пользу не только младенцу, но и матери. Если мать начинает кормить ребенка сразу после родов, это снижает кровопотери за счет увеличения темпа сокращений матки. Учитывая тот факт, что при кормлении новорожденных грудью женщины могут испытывать послеродовые схватки, гинеколог Селина Чуа и ее коллеги исследовали влияние кормления и стимуляции сосков на активность матки после родов и показали, что частота сокращений матки в результате кормления возрастает почти вдвое. Стимуляция сосков тоже повышает частоту сокращений, хотя и в меньшей степени. Послеродовые кровотечения остаются одной из распространенных причин смерти рожениц в развивающихся странах, поэтому из данного открытия вытекают важные практические выводы. В целом кормление грудью способствует более быстрому заживлению матки и помогает организму женщины восстанавливаться после родов.

Существуют и другие, еще более впечатляющие выгоды, получаемые матерью от кормления грудью. По-видимому, оно оказывает защитное воздействие на организм, в частности, снижает риск развития рака груди и яичников. Данные о млекопитающих, содержащихся в неволе, свидетельствуют о том, что у самок, никогда не кормивших детенышей молоком, чаще развивается рак молочных желез. Аналогичные данные были получены в 1920-х годах и касательно

человека: исследование показало, что у женщин, никогда не кормивших грудью, чаще развивается рак груди. В книге «Со времен Адама и Евы» (Ever Since Adam and Eve) специалисты по репродуктивной биологии Малькольм Поттс и Роджер Шорт отмечают, что в промышленно развитых обществах рак груди встречается примерно в 120 раз чаще, чем у охотников и собирателей. В США в настоящее время рак груди развивается у каждой 11-й женщины и оказывается причиной смерти каждой 16-й. При этом, как показывает статистический анализ, риск развития этой формы рака тем ниже, чем больше детей женщина выкормила грудью. Объединенная группа исследователей роли гормональных факторов в развитии рака груди подтвердила этот вывод в ходе масштабного глобального проекта, результаты которого были опубликованы в 2002 году. В этой работе были проанализированы данные 47 эпидемиологических исследований, проводившихся в 30 странах и относящихся к 50 000 женщин, страдавших раком груди, и 100 000 женщин, не подверженных этому заболеванию.

Однако есть один фактор, который затрудняет анализ результатов подобных исследований. Известно, что некоторую защиту от рака груди женщинам дает беременность как таковая. Эти данные подтвердились и в ходе вышеупомянутого глобального исследования, показавшего, что женщины, страдающие раком груди, в среднем родили на 15 % меньше детей, чем женщины, у которых это заболевание не развивается. Кроме того, это же исследование показало, что среди рожавших женщин, заболевших раком груди, кормили младенцев грудью чуть больше 70 %, а среди рожавших, но не заболевших, хотя бы в течение нескольких месяцев грудью кормили почти 80 %. Еще одно выявленное различие между заболевшими и не заболевшими касалось средней суммарной продолжительности кормления грудью на протяжении всей жизни. Женщины, заболевшие раком груди, в среднем кормили детей грудью лишь на протяжении 10 месяцев, в то время как не заболевшие кормили на протяжении 15,5 месяца.

Самое важное открытие, сделанное в ходе данного исследования, состояло в том, что рождение каждого ребенка снижает риск развития рака груди на 7 %, а кормление грудью в течение каждого года – более чем на 4 %. Объединив данные по разным странам, исследователи рассчитали суммарную частоту развития рака груди к 70 годам у женщин из разных стран. Эти расчеты показали, что, если бы все женщины рожали столько же детей и кормили бы грудью так же долго, как это недавно было в странах третьего мира, они бы почти вдвое реже

умирали от рака груди, который приводил бы к смерти не каждой 16-й, а каждой 37-й. Почти на 2/3 этот защитный эффект связан именно с кормлением грудью.

Кроме того, исследования, проводившиеся начиная с 1970-х годов, показали, что кормление грудью связано также с пониженным риском развития рака яичников. Опубликованные в 1993 году результаты международного исследования, в котором сравнивались данные о почти 400 случаях рака яичников и о более чем 2500 должным образом отобранных случаях, когда эта болезнь не развивалась, свидетельствуют о том, что кормление грудью в течение хотя бы двух месяцев снижало риск развития рака яичников примерно на четверть.

Как мы могли убедиться из этой главы, наши младенцы приспособлены эволюцией к тесному контакту с матерью и кормлению грудью по требованию. При этом не стоит забывать о том, что забота матери о ребенке отнюдь не исчерпывается кормлением грудью. Следующая глава посвящена другим аспектам этой заботы. Один из них – это тесный физический контакт матери с младенцем, необходимый, в частности, потому, что без такого контакта младенца трудно было бы кормить по требованию. Помимо кормления этот контакт связан с возможностью переносить младенца с места на место. Кроме того, существуют и другие аспекты материнской заботы, которую следует рассмотреть в более широком контексте.

Глава 7

Забота о младенцах: общая картина

У человека материнская забота о ребенке отнюдь не ограничивается кормлением молоком. Она включает в себя и многое другое, в том числе теснейший контакт и всепоглощающее внимание матери, направленное на благополучие своего потомства. Такое фундаментальное свойство приматов, как кормление по требованию, предполагает постоянное присутствие матери рядом. Из этого простого факта вытекают многие особенности материнского поведения приматов.

Нельзя забывать и о том, что у нас, как и у других животных, исключительно важную роль в заботе о потомстве играет окружающая среда. Как и все живые существа, мы были сформированы эволюцией в естественных условиях, что следует учитывать, если мы хотим по-настоящему разобраться в самих себе. Для этого необходимо принимать во внимание те обстоятельства, в которых жили и эволюционировали наши предки. Существование в постоянных поселениях стало характерно для человека сравнительно недавно, возникнув лишь около 10 000 лет назад. До этого наши предки были охотниками и собирателями и намного больше зависели от природной среды. В течение более 99 % времени, прошедшего с тех пор, как наша эволюционная ветвь отделилась около 8 млн лет назад от родственной ветви, ведущей к шимпанзе, наши предки жили преимущественно охотой и собирательством.

У большинства приматов мать носит детеныша, ухватившегося за ее шерсть, на себе. Такое поведение составляет одну из главных особенностей заботы о потомстве, свойственной приматам. Ездить на матери детенышу позволяет способность крепко держаться не только руками, но и ногами: большой палец ноги противопоставлен у них другим пальцам, давая возможность хвататься ногами примерно так же, как мы это делаем руками. Поскольку эволюция приспособила наших предков к прямохождению, их ноги постепенно утратили эту способность, сделав нас в этом отношении уникальными среди приматов. При этом хватательная способность рук, напротив, усилилась, изменив ситуацию на противоположную: у других приматов особенно

заметно умение хвататься ногами, а у нас – руками. Когда вы в следующий раз будете в зоопарке, обратите внимание на то, как детеныши обезьян держатся за шерсть своих матерей, и вы увидите, что во многом они делают это именно с помощью ног.

Обычно детеныша носит на себе только мать. Однако у некоторых приматов, в том числе у многих обезьян Нового Света, носить детеныша помогает и отец, а иногда и другие члены группы. У игрунок и тамаринов обычно рождаются двойни. С помощью остроумных экспериментов с использованием дополнительных грузов специалисты по поведению животных Густль Анценбергер и Конрад Шрадин показали, что у живущих в Бразилии обыкновенных игрунок энергетические затраты матерей существенно снижаются, если в переноске двойняшек принимают участие отцы и другие члены группы. Но у большинства обезьян мать носит на себе единственного детеныша почти все время с его рождения и до его перехода к самостоятельному передвижению, причем и после этого он иногда все же ездит на ней ради дополнительного питания молоком или ради защиты от опасностей.

У всех приматов, кроме человека, младенец всегда остается рядом с матерью, пока она спит: либо держась за ее шерсть, либо прижимаясь к ней в гнезде. Постоянное ношение детеныша на себе после его рождения гарантирует долгий период тесного контакта между матерью и детенышем, дающий к тому же особые возможности для обучения потомства. У всех обезьян мать почти круглосуточно сохраняет непосредственный контакт с детенышем, так что это наверняка было свойственно и их общему предку. Эволюционная история ношения младенцев на себе продолжительна, и нашим древним предкам такое поведение наверняка тоже было свойственно.

Как известно всем, у кого есть дети, носить их не так-то просто и по мере роста младенца становится все сложнее. Энергетические затраты матери на ношение ребенка уступают только ее затратам на обеспечение его молоком. У наших высокоподвижных предков – охотников и собирателей – необходимость носить младенцев наверняка поглощала значительную часть энергетического бюджета любой матери. Но трудно точно оценить, сколько именно составляли эти расходы. К счастью, здесь нам помогают некоторые косвенные данные, восходящие к тому простому факту, что, пока младенец питается исключительно материнским молоком, всю энергию он получает напрямую от матери. Поэтому для эффективного использования

энергетических ресурсов требуется, чтобы мать носила на себе младенца во всех случаях, когда ее дополнительные энергетические затраты на такое ношение будут меньше, чем были бы ее затраты на обеспечение ребенка энергией, необходимой ему для самостоятельного преодоления того же расстояния. Если ребенок может преодолеть это расстояние с меньшими затратами энергетических ресурсов матери, тогда нести его на себе было бы расточительно.

Эта идея легла в основу интереснейшего исследования, которое провели в национальном парке Амбосели в Кении полевые биологи Джин Альтманн и Эми Сэмюэлс, подробно регистрировавшие, как матери у бабуинов носят на себе детенышей. Данные этого исследования показали, что при кормлении и перемещении с места на место самки бабуинов, как и следовало ожидать, постоянно носят маленьких детенышей на себе. В течение первых двух месяцев жизни детеныша мать носит его на себе в течение примерно трети суток, преодолевая за это время расстояние в 8–10 км. После этого время ношения детеныша постепенно уменьшается, к восьмимесячному возрасту практически сходят на нет. В течение первых месяцев жизни быстрое перемещение требует от младенца особенно высоких энергозатрат, поэтому вполне закономерно, что в этот период мать так часто носит его на себе.

Антрополог Патрисия Креймер применила похожий подход в теоретическом исследовании, в ходе которого она рассчитала энергозатраты как матери, так и ребенка при ходьбе. Как ни удивительно, у людей энергия расходуется особенно эффективно при медленной ходьбе. Передвигаясь с малой скоростью, мы тратим энергию намного экономнее, чем другие млекопитающие похожих размеров. Однако с повышением скорости затраты на ходьбу резко возрастают, и при быстром передвижении другие млекопитающие тратят энергию намного эффективнее, чем мы. Таким образом, энергетические преимущества человеческой ходьбы ограничиваются медленными передвижениями, то есть именно такими, которые характерны для матерей, носящих на себе своих младенцев. У людей, как и у бабуинов, мать эффективнее расходует энергию при передвижении, чем младенец на ранних этапах развития. Однако дополнительные энергозатраты на переноску тяжести зависят от того, каким образом мать носит на себе младенца. Если ноша располагается вблизи от центра тяжести материнского тела, дополнительные энергозатраты не так велики, как при любых других способах переноски.

(Как бы ни приятно было носить ребенка на закорках, в биологическом плане это не оптимальное решение.) Кроме того, судя по некоторым данным, расход энергии на переноску тяжестей может снижаться в ходе привыкания.

У людей, как и у бабуинов, разница в энергозатратах между матерью и младенцем тем больше, чем выше скорость передвижения, поэтому при быстрой ходьбе матери должны особенно часто носить детенышей на себе. Интересно, что, судя по расчетам Патрисии Креймер, мать должна заставлять ребенка большую часть времени передвигаться самостоятельно, начиная с возраста около трех лет. Однако при обычных скоростях передвижения для энергетического бюджета матери было бы выгодно, если бы дети начинали самостоятельно ходить в возрасте меньше двух лет. Одна из проблем здесь может быть связана с конфликтом матери и младенца. Для минимизации энергозатрат младенцу всегда выгодно, чтобы мать носила его на себе, и даже при самостоятельном передвижении предпочтительная для младенца скорость ходьбы может отличаться от предпочтительной для матери. Поэтому матери и младенцу приходится идти на компромиссы. Патрисия Креймер в своей работе делает вывод о том, что полученные ею данные указывают на вероятную оптимальную продолжительность промежутка между родами, составляющую около четырех лет.

Эволюция заставила человеческих матерей столкнуться еще с одной проблемой: младенцу постепенно становилось все труднее держаться за мать. На каких-то этапах эволюции наших предков волосяной покров, за который так удобно хвататься детенышам других приматов, существенно сократился. Анализ генов, связанных с ростом волос, свидетельствует о том, что утрата густого волосяного покрова у предков человека могла произойти около 2 млн лет назад. С течением времени в результате исчезновения нательных волос и способности хвататься ногами у человеческих младенцев не осталось ни физической возможности самостоятельно держаться за мать при передвижении, ни того, за что они могли бы при этом держаться.

Таким образом, нашим предкам потребовалось альтернативное решение проблемы переноски младенцев без использования рук, которым лучше оставаться свободными для добывания пищи и иной деятельности. Наши предки научились делать первые слинги из природных материалов, таких как лианы или шкуры животных. Высказывалась даже идея, что именно изготовление слингов и привело к изобретению одежды, которое, судя по последним оценкам, могло

произошли почти 200 000 лет назад. Исходя из генетических данных, примерно в то время от головных вшей отделилась эволюционная ветвь платяных вшей, которые, в отличие от головных, живут не среди волос, а на одежде. Как бы то ни было, те или иные приспособления для переноски младенцев в ходу даже в тех современных человеческих популяциях, где не принято носить никакой или почти никакой одежды. Древняя практика ношения младенцев на себе, несомненно, осталась частью нашего эволюционного наследия, равно как и характерное для приматов сильное взаимодействие младенца и матери, которому способствует тесный контакт между ними. Однако, как нам предстоит убедиться, из практики постоянного ношения младенцев на себе вытекает и еще одна проблема: необходимость что-то делать с отходами жизнедеятельности ребенка.

У большинства млекопитающих проблема отходов жизнедеятельности детенышей решается остроумным (хотя и неаппетитным) способом: мать просто поглощает эти продукты, в том числе мочу и фекалии. К счастью, у людей эту проблему принято решать иначе. Проще всего она решается у охотников и собирателей, образ жизни которых позволяет матери без труда избавляться от отходов жизнедеятельности младенца по ходу передвижений. Однако, когда люди перешли к оседлому образу жизни, этот способ стал непригодным, и возникла потребность в альтернативе, в конечном итоге вылившаяся в изобретение пеленок и подгузников. Те или иные аналоги пеленок и подгузников использовались на протяжении всего исторического периода развития человечества. Подгузники упоминаются в нескольких древнеегипетских текстах, посвященных медицине, в которых даже содержатся рекомендации по лечению возникающей под подгузниками опрелости. По мере распространения подгузников перед родителями все острее вставала проблема приучения младенцев к самостоятельному избавлению от отходов жизнедеятельности.

У тех млекопитающих, детеныши которых рождаются недоразвитыми и долгое время остаются в гнезде, мать обычно поглощает продукты их жизнедеятельности, поддерживая гнездо в чистоте. Например, у мышей и крыс мать нередко чистит детенышей, вылизывая их с ног до головы и при этом проглатывая их мочу и фекалии. Более того, такое вылизывание, судя по всему, служит детенышам стимулом к мочеиспусканию и дефекации, а у некоторых млекопитающих, рождающихся недоразвитыми (например, у ряда видов

из отряда хищных), мочеиспускание и дефекация происходят вообще только при вылизывании. Этот факт имеет ключевое значение для успешного искусственного выкармливания детенышей таких видов, при котором мочеиспускание и дефекацию необходимо стимулировать, массируя нижнюю часть брюшка детеныша влажной тряпочкой. Без этой процедуры в организме детеныша может происходить опасное для жизни накопление мочи и фекалий. На первый взгляд может показаться странным, что детеныши хищных млекопитающих так неохотно избавляются от отходов жизнедеятельности. Но можно предположить, что у хищных давление естественного отбора особенно сильно работает против загрязнения гнезда, поощряя избавление от отходов лишь тогда, когда мать находится рядом и может позаботиться о поддержании чистоты.

Хотя у всех приматов детеныши появляются на свет довольно зрелыми, их матерям обычно тоже свойственна подобная забота о туалете своего потомства. Матери видов, живущих в гнездах, также поддерживают гнездо в чистоте, поглощая отходы жизнедеятельности детенышей. Это относится, в частности, и к мышинным лемурам. В ходе своих исследований я выкормил несколько их детенышей, каждый из которых был меньше моего мизинца, пользуясь при этом вышеописанным приемом с влажной тряпочкой, чтобы стимулировать у них дефекацию и мочеиспускание.

У тех видов приматов, которые постоянно носят детенышей на себе, матери избегают загрязнения шерсти похожим способом, поглощая мочу и фекалии детенышей, по крайней мере в течение некоторого времени после их появления на свет. Такое поведение свойственно даже нашим ближайшим родичам – современным гоминидам. Следовательно, на каком-то этапе человеческой эволюции эта распространенная у млекопитающих форма поведения должна была исчезнуть. У нас, разумеется, сама мысль о поглощении мочи и фекалий младенцев вызывает отвращение, но неясно, когда и как наши предки отказались от этой древней практики.

Перед другими приматами непростая проблема приучения детеныша к самостоятельному избавлению от отходов жизнедеятельности просто не встает: их поглощает мать. Становясь старше, детеныш постепенно начинает самостоятельно избавляться от отходов жизнедеятельности, отлучаясь от матери. Детеныши, как и взрослые, просто мочатся и испражняются там, где у них возникает такая потребность. Я имел случай непосредственно в этом убедиться,

когда наблюдал за ревунами на острове Барро-Колорадо в Панаме. Время от времени, пока я сидел под деревом и делал записи, над моей головой начинала испражняться группа ревунов, и их моча и фекалии с шумом скатывались вниз сквозь листву. Как я вскоре убедился, в сложной сети взаимосвязей дождевого тропического леса мало что пропадает. Прошло лишь несколько минут, и на обильный урожай слетелись навозные жуки, которые принялись лепить из фекалий небольшие шарики и укатывать их прочь. Всего час спустя от груды экскрементов не осталось и следа.

На каком-то этапе эволюции наши предки стали придирчиво относиться к утилизации отходов жизнедеятельности и отказались от характерной для других приматов раскованности в этом вопросе. В итоге это привело к такому сравнительно недавнему побочному эффекту оседлого образа жизни, как приучение к горшку. Сегодня многие дети в промышленно развитых странах носят подгузники на протяжении всего младенчества и раннего детства. О том, когда младенца следует приучать к горшку, нет единого мнения: одни считают, что здесь необходим строжайший распорядок, другие ратуют за крайнюю толерантность в этом вопросе.

Чтобы получить общее представление о том, как менялись взгляды на приучение к горшку за последние несколько десятилетий, можно сравнить разные издания брошюры «Забота о младенце», публиковавшейся Бюро по делам детей при правительстве США. Этот рекордный бестселлер был впервые напечатан в 1914 году. С тех пор было продано более 50 млн экземпляров данной брошюры. В издании 1935 года особо оговаривалась рекомендация рано начинать приучение к горшку: «Тренировку кишечника можно начинать уже в конце первого месяца жизни. Ее следует всегда начинать до третьего месяца и можно завершать в течение восьмого месяца». Издание советовало матерям ежедневно в определенное время вводить в прямую кишку младенца мыльную палочку. Изображением часов на иллюстрации с матерью и младенцем подчеркивалось нелепое требование строжайшего режима проведения этой процедуры, от которого разрешалось отклоняться не более чем на пять минут. Кстати, Лютер Эммет Холт (тот самый, который ратовал за кормление младенцев строго по распорядку) также отмечал, что приучение к горшку можно начинать на втором месяце после рождения. В своей книге «Забота о детях и их кормление», вышедшей в 1894 году, Холт тоже предлагал использовать кусочек

мыла, чтобы стимулировать дефекацию.

Однако впоследствии широкое признание постепенно получило представление о том, что принудительные меры по приучению детей ходить на горшок строго по распорядку, вплоть до наказаний за его нарушение, могут иметь серьезные психологические последствия. В 1942 году психиатр Мейбл Хушка предположила, что с принудительным приучением к горшку могут быть связаны детские неврозы. Она особо раскритиковала совет, который давался в брошюре «Забота о младенце» 1935 года издания. Многие фрейдисты отмечали, что столь раннее, строго регламентированное приучение к горшку ведет к эмоциональным расстройствам и неврозам в более позднем возрасте. В конце концов авторитетные специалисты, такие как педиатры Бенджамин Спок и Берри Брэзлтон, заставили маятник качнуться в противоположную сторону, введя понятие ориентированного на ребенка подхода к приучению к горшку. В итоге сегодня в США преобладает убеждение, согласно которому дети должны сами решать, когда им пора начинать ходить на горшок.

В настоящее время на сайте Американской академии семейных врачей рекомендуется начинать приучение к горшку тогда, когда ребенок научится сам сигнализировать, что подгузник пора менять, или даже говорить, что хочет на горшок, то есть обычно в возрасте от полутора до двух лет. При этом иногда он может нуждаться в подгузниках вплоть до трехлетнего возраста. В 1950-х годах лишь 3 % детей в США к трехлетнему возрасту не были приучены проситься на горшок в дневное время, теперь же таких детей уже около половины. Отчасти эта перемена связана с легкой доступностью одноразовых подгузников, позволяющих родителям экономить время и силы. Для окружающей среды все это имеет весьма печальные последствия: миллионы использованных подгузников составляют до 10 % всех бытовых отходов в США.

Сегодня большинство американских и европейских педиатров полагают, что до третьего года жизни ребенок в принципе не может успешно контролировать работу сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки. Однако сравнение разных культур показывает, что представления о готовности к приучению к горшку связаны не с ограничениями, накладываемыми особенностями развития, а с социальными нормами. В редко цитируемой статье 1977 года, написанной антропологами Мартеном и Рейчел де Фрис и посвященной кенийской народности диго, говорящей на одном из языков группы банту, показано, что диго

начинают приучать детей контролировать мочеиспускание и дефекацию уже в первые недели их жизни. Без всяких насильственных мер и наказаний заботливое обучение приводит к тому, что дети приобретают способность круглосуточно контролировать работу сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки уже к пяти- или шестимесячному возрасту.

Обучение начинается с того, что мать садится на землю, вытянув ноги вперед, и сажает ребенка на колени лицом от себя. Затем она издает особый звук («шу-ус»), который ребенок уже научился ассоциировать с мочеиспусканием. Успех вознаграждается кормлением или объятиями. Дефекацию стимулируют, применяя аналогичный метод, который отличается положением, в котором мать держит ребенка. Этот пример показывает, что ребенка вполне можно приучить к горшку еще в младенчестве, если усердно применять подходящий метод обучения.

Пример с обучением детей у народности диго в Кении отнюдь не уникален. Поступающие в последнее время сообщения свидетельствуют о том, что в Китае матери тоже обычно начинают приучать детей к туалету рано и обычно преуспевают в этом в течение первого года жизни младенца. Как и у диго, у китайцев мать подает ребенку звуковой сигнал, держа его над отверстием в уборной или над землей. Голландская писательница Лори Баукке в своей книге «Приучение младенцев к горшку», впервые опубликованной в 2000 году и выдержавшей уже два переиздания, приводит не только эти примеры, но и несколько других. Лори Баукке и Кэтлин Чин написали доступный в Интернете текст, озаглавленный «Приучение к горшку» (Potty Training), где утверждается, что человеческим младенцам свойственно некое «окно обучения», открытое от рождения и примерно до шестимесячного возраста. Если родителям удастся воспользоваться этим окном, пока оно еще открыто, ребенка обычно удается успешно приучить к горшку. Чин и Баукке пишут: «В западном мире восторжествовала догма, согласно которой детей никаким способом нельзя рано приучать к туалету. <...> Но миллионы счастливых китайских младенцев не могут ошибаться!»

Человеческий младенец не может самостоятельно висеть на теле матери, и ее забота о нем уже не включает поглощения отходов его жизнедеятельности. Однако у женщин никуда не исчезла глубоко укорененная у всех приматов склонность носить младенца на себе. Тесный физический контакт между матерью и ребенком остается одним

из ключевых условий здорового развития. Он не только обеспечивает тепло и безопасность, но и исключительно важен для формирования взаимной привязанности матери и ребенка. В тех родильных отделениях, которые не обошло стороной влияние просвещения, этот факт уже признают на деле. Новорожденного ребенка стараются не держать в изоляторе, а как можно скорее вручить матери, чтобы она обняла его и прижала к себе.

Человеческие младенцы, как и детеныши других видов приматов, несомненно, обладают врожденной программой, заставляющей их ожидать тесного физического контакта с матерью. Отсутствие такого контакта вызывает в организме ребенка серьезный шок. Помещение новорожденного младенца в отдельную кроватку или тем более в отдельную комнату на значительную часть дня и на всю ночь грубо нарушает фундаментальные принципы материнского поведения, унаследованные нами еще от древнейших приматов, живших около 80 млн лет назад.

Что происходит, если что-то идет не так? У всех млекопитающих, если мать не может как следует кормить детеныша, это ставит под угрозу его выживание, а значит, и ее репродуктивный успех. Можно подумать, что естественный отбор должен поощрять любые адаптации, способствующие успешному выращиванию потомства. Может показаться закономерным, что после того, как мать уже вложилась в беременность, она должна оберегать и поддерживать свои вложения после родов. Но все не так просто. В определенных условиях матери млекопитающих способны минимизировать свои потери от гибели потомства. В некоторых крайних случаях мать может даже поедать своих детенышей вскоре после их появления на свет. Эта практика распространена у таких млекопитающих, как грызуны и тупайи, детеныши которых рождаются крошечными и недоразвитыми. Маленькие дети нередко приходят в ужас и получают серьезную психологическую травму, увидев, как милая пушистая самка хомячка рождает целый выводок детенышей и тут же их пожирает. Но все же это естественная реакция матери на неблагоприятные условия.

Во время кормления потомства молоком мать ежедневно вкладывает в него даже больше ресурсов, чем во время беременности. Поэтому отказ от выращивания детенышей при неблагоприятных условиях вполне может быть успешной стратегией экономии расходов, поскольку в такой ситуации бывает предпочтительнее поставить крест

на нынешнем выводке и сберечь ресурсы для потомства, которое родится впоследствии, когда условия будут благоприятнее. С этой точки зрения пожирание собственных детенышей можно интерпретировать как жуткую разновидность утилизации отходов. Такое поведение встречается редко или никогда не встречается у тех видов млекопитающих, которые производят на свет высокоразвитое потомство, в том числе у приматов. Матери таких видов могут бросать или даже убивать своих детенышей, но почти никогда их не поедают. Возможно, материнский вклад в потомство, вносимый за время продолжительной беременности, просто слишком велик, чтобы пожирание детенышей было успешной стратегией экономии расходов. Если так, то можно ожидать, что матери детенышей, рождающихся зрелыми, будут обладать адаптациями, позволяющими их потомству выживать даже при неблагоприятных условиях. И дела действительно обстоят именно так.

К неблагоприятным условиям из всех репродуктивных функций особенно чувствительно кормление молоком. Результаты многих исследований показывают, что оно уязвимо для стресса, вызываемого отрицательными факторами физической или социальной среды. В этом можно наглядно убедиться на примере тупай. В природе они моногамны и хорошо живут в неволе, только если держать их парами. Если в одной и той же клетке держать двух или нескольких взрослых тупай одного пола, у них могут возникать проблемы, связанные со стрессом, вызываемым социальными факторами. Специалист по физиологии поведения Дитрих фон Хольст провел исследование, специально посвященное этому эффекту. Оказывается, тупайи как нельзя лучше подходят для таких исследований: они тем сильнее распушают хвост, чем больше гормонов стресса циркулирует у них в крови. Поэтому степень распушенности хвоста тупайи можно использовать для визуальной оценки уровня стресса. Воспользовавшись этим подходом, не предполагающим непосредственного вмешательства в жизнь тупай, фон Хольст показал, что из всех репродуктивных функций самок именно кормление молоком нарушается под действием стресса в первую очередь. При более высоких уровнях стресса наблюдаются другие нарушения: пожирание детенышей, выкидыши, а в самых крайних случаях – даже полное прекращение работы яичников.

Как я узнал из случайного наблюдения, сделанного в ходе изучения размножения тупай в колонии, содержащейся в Университетском колледже Лондона, в некоторых случаях стресс у тупай снижает

количество вырабатываемого молока, но не сводит его на нет. Детеныши тупай как нельзя лучше подходят для изучения количества потребляемого ими молока, поскольку мать навещает их лишь раз в два дня. Поэтому я стал измерять этот показатель, взвешивая детенышей до и после каждого посещения их матерью для кормления. Все шло по плану, пока я не заметил странную аномалию в одном из гнезд. В двух случаях, разделенных промежутком в одну неделю, я отмечал нарушения обычного режима кормления раз в два дня. В обоих случаях мать посещала гнездо даже чаще двух раз в сутки, но количество молока, получаемого ее детенышами, сократилось, в результате чего их вес оказался существенно ниже нормы.

Я забеспокоился и спросил заведующего виварием, не замечал ли он чего-нибудь необычного. Виварий использовался преимущественно для разведения мышей и крыс, и я хотел узнать у заведующего, не случалось ли чего-нибудь необычного и с этими животными. Его глаза загорелись, и он тут же мне все объяснил. Ему уже доводилось замечать, что к аномалиям в размножении мышей и крыс может приводить учебная пожарная тревога – минутный рев мощной сигнализации. Поэтому он договорился о том, что его всегда будут заранее предупреждать об учебных тревогах, чтобы он мог вовремя снимать с сигнализации в виварии металлический колпак. Однако новый не в меру ретивый сотрудник службы по технике безопасности провел учебную тревогу, не предупредив заведующего виварием, и даже повторил ее неделю спустя. Сроки обеих учебных тревог в точности совпадали со сроками появления аномалий, которые я заметил у своих тупай. Затем заведующий виварием показал мне свои данные о размножении мышей и крыс за тот же период. Как и можно было ожидать, во время каждой учебной тревоги отмечаемая рождаемость резко падала. Детенышей, по-видимому, рождалось столько же, сколько обычно, но многие из них умирали или оказывались съеденными. Ясно, что внезапный стресс, например вызываемый неожиданным громким шумом, может приводить к нарушениям размножения даже у давно одомашненных лабораторных грызунов.

Приматы (с их хорошо развитыми новорожденными) реагируют на стресс похожим образом, хотя и демонстрируют ряд важных отличий. У приматов, размножающихся в неволе, нередко не получается выкормить свое потомство. По крайней мере отчасти это случается из-за недостатка молока. Детеныш просто умирает от недоедания, если вовремя не отделить его от матери и не выкормить искусственно.

Биолог Кристофер Прайс, работавший у меня в Лондоне в аспирантуре, изучал материнскую заботу о потомстве у краснобрюхих тамаринов – небольших обезьян Нового Света, живущих в бассейне Амазонки и обычно производящих на свет двойню. Как это обычно и бывает в колониях приматов, некоторые матери выкармливали своих детенышей, а некоторые не выкармливали. В ходе своих исследований Прайс выявил гормональное отличие между успешными и неуспешными матерями. Поразительно то, что разницу между ними можно было обнаружить уже на середине беременности. Иными словами, по уровню гормонов в крови уже на середине беременности можно довольно точно прогнозировать, станет ли самка выкармливать своих детенышей. Это открытие было одним из первых свидетельств того, что неуспех материнства у приматов может иметь гормональную основу.

Ученым необходимо знать, влияют ли гормоны на материнскую заботу о потомстве у приматов, потому что от этого могут зависеть важные для людей выводы. Часто принимается за аксиому, что материнская забота у приматов (по крайней мере у обезьян и людей) во многом, если не полностью, зависит от обучения. Например, в некоторых зоопарках шимпанзе и гориллам в их клетках демонстрируют видеозаписи, показывающие, как матери кормят детенышей грудью, в надежде на то, что просмотр таких записей поможет самкам научиться правильно заботиться о своем потомстве. Подобные действия связаны с распространенным убеждением в том, что неспособность матери выкормить свое потомство обычно связана с влиянием социальных факторов. В тех случаях, когда у самок приматов не получается выкармливать детенышей, стресс редко рассматривают как одну из возможных причин.

Распространенное убеждение в том, что забота о потомстве у приматов зависит преимущественно от обучения, объясняется просто. Оно восходит к тому твердо установленному факту, что мать часто лучше заботится о потомстве после каждого следующего родов, особенно после вторых. Общее для приматов правило состоит в том, что самки, уже рожавшие детенышей, чаще успешно заботятся о потомстве, чем самки, рожающие в первый раз. Это улучшение обычно связывают с обучением, но возможны и другие объяснения. В частности, есть все основания полагать, что у любой матери первые роды вызывают особенно сильный стресс, и что физиологические механизмы родов и заботы о потомстве могут нуждаться в дополнительной настройке. Исходя из эволюционных соображений, представляется

маловероятным, чтобы материнская забота о потомстве, имеющая принципиальное значение для репродуктивного успеха, зависела исключительно от обучения и не обеспечивалась никакими надежными физиологическими механизмами.

Начиная с 1957 года психолог Гарри Харлоу из Висконсинского университета в Мэдисоне провел ряд спорных в этическом и методологическом планах экспериментов на макаках-резусах. Результаты этих экспериментов, превосходный обзор которых представлен в книге Деборы Блум «Любовь в парке Громил» (Love at Goon Park,), оказали огромное влияние на интерпретации материнского поведения у приматов. Исследователи отнимали новорожденных макак у матерей, чтобы выяснить, как это влияет на детенышей. Некоторым из таких детенышей Харлоу предоставлял изготовленную им примитивную «суррогатную мать», к которой детеныш мог прижиматься. В одном известном эксперименте он отделял новорожденного детеныша от матери, помещал его в отдельную клетку и предоставлял ему выбор между двумя суррогатными матерями: состоящей из одного лишь проволочного каркаса и состоящей из такого же каркаса, но покрытого мягкой тканью. Время от времени на одном из каркасов, выбранном случайным образом, устанавливали бутылочку, из которой детеныш мог сосать молоко. Эксперимент показал, что детеныши прижимались преимущественно к каркасу, покрытому тканью, независимо от того, была ли на нем установлена бутылочка с молоком. Если бутылочка была установлена на голом каркасе, детеныш забирался на него лишь ненадолго – чтобы попить молока. Когда его что-то пугало, он всегда возвращался к каркасу, покрытому тканью, даже если бутылочка с молоком была на голом каркасе.

Харлоу сделал вывод, что покрытый тканью каркас дает изолированному от матери детенышу некоторое, хотя и недостаточное для нормального развития, ощущение комфорта. У детенышей, имевших доступ только к голому каркасу, возникали проблемы с перевариванием молока и чаще наблюдался понос. Когда детенышей, выращенных с суррогатными матерями, впоследствии подсаживали к другим макакам, они оказывались не приспособленными к нормальной социальной жизни. Такие макаки были замкнуты и недружелюбны и нередко бились головой о стены и раскачивались из стороны в сторону. В итоге, когда они становились половозрелыми, они не могли

нормально спариваться. Поэтому Харлоу вмешался в этот процесс. Воспользовавшись устройством, которое он цинично назвал «дыба для изнасилования», он ограничивал движения взрослых самок, давая возможность самцам насильственно спариваться с ними. Если лишенные матери обезьяны беременели и сами становились матерями, они пренебрегали своими детенышами или даже мучили их. Харлоу объяснял такое поведение тем, что отсутствие взаимной привязанности к матери во время развития самих этих самок не позволяло им правильно взаимодействовать со своими собственными детенышами. Привязанность к детенышам у них не формировалась, что отрицательно сказывалось и на кормлении молоком. Однако в некоторых случаях после рождения нескольких детенышей материнское поведение таких самок все же улучшалось. Многие критиковали эксперименты Харлоу и сделанные им выводы, но широкое признание получил его вывод о том, что стать успешной матерью невозможно, если расти без соответствующей материнской заботы.

Приматолог Марибет Шампу вернулась к вопросу о выросших без матери матерях у макак-резусов в своей статье 1992 года, в которой отметила, что проблемы с материнством, выявленные Харлоу, могут иметь и иное объяснение. На материнском поведении могут отрицательно сказываться последствия не только отсутствия материнской заботы, но и социальной изоляции в младенчестве. Даже выросшие в нормальных условиях самки макак совсем по-разному заботятся о своих детях. Более того, выросшие без матери макаки могут научиться нормально заботиться о детенышах, получив опыт взаимодействия с ними. Марибет Шампу сравнила нормальных макак, выращенных матерью, с макаками, отделенными от матерей, но выращенными в группах, и с макаками, выращенными в полной изоляции. Самки, выращенные в группах, меньше контактировали со своими детенышами, чем самки, выращенные матерью, но самки, выращенные в изоляции, чаще полностью отказывались заботиться о своих детях. Таким образом, наихудшие последствия изоляции от матери можно отчасти смягчить, выращивая детенышей в компании других таких же сирот.

В 1980-х мне довелось познакомиться с борцом за охрану дикой природы Пегги О'Нилл, участвовавшей в летней школе при Джерсийском фонде охраны дикой природы Джеральда Даррелла, в организации которой я принимал участие. В ее распоряжении оказались макаки-резусы, выжившие в ходе экспериментов Харлоу, и ей удалось

сделать из них процветающую колонию, живущую в просторном вольере под открытым небом. В этих новых условиях лишенные матерей самки преодолели многие из своих былых социальных дефектов. Оказалось, что они могут совсем неплохо заботиться о своих детенышах. Из этой истории я понял, что в подходящих условиях можно, по крайней мере отчасти, преодолеть проблемы, вызываемые ранней изоляцией от себе подобных и сопутствующим ей стрессом.

Мои собственные многолетние наблюдения за приматами убедили меня в том, что отказ от заботы о детенышах у обезьян может быть связан скорее с избытком стресса, чем с недостатком обучения. Проведенные в 1980-х годах масштабные исследования шимпанзе, горилл и орангутанов в неволе показали, что только половину рождающихся у этих обезьян детенышей успешно выкармливают их матери. В связи с этим многих детенышей отнимают от матерей и выкармливают искусственно. Данная проблема по-прежнему остро стоит перед зоопарками и другими учреждениями, где разводят обезьяногоминид. Ее принято объяснять тем, что многие из обезьян, которых держат в зоопарках, были пойманы в природе или изолированы от матери еще в раннем возрасте и выращены в неподходящих социальных условиях, в результате чего они не смогли освоить навыков, необходимых для успешной заботы о потомстве. Согласно этой версии, отделение от матери и искусственное выкармливание детенышей обезьян создает порочный круг, приводящий к передаче плохих материнских навыков из поколения в поколение.

Однако некоторым шимпанзе, гориллам и орангутанам удается совершенно безупречно выращивать своих детенышей в неволе. Ясно, что успешной матерью вполне может стать даже обезьяна, выросшая вне социальной группы. Я начал подозревать, что наблюдаемые проблемы с материнской заботой могут быть отчасти связаны с жизнью обезьян в тесных, не оборудованных должным образом клетках. Это подозрение усилилось, когда в ходе своих многолетних исследований размножения горилл в Джерсийском фонде охраны дикой природы я стал свидетелем следующего интересного случая. Две зрелые самки, которых держали в одной клетке со зрелым самцом, беременели по три раза. Через несколько дней после каждых родов детеныша приходилось отнимать от матери, потому что она не заботилась о нем как следует. Затем горилл перевели из их довольно тесного жилища в оборудованную по последнему слову техники, намного большую

клетку с выходом в просторный вольер, снабженный всем необходимым. Вскоре после этого обе самки снова родили детенышей, но на этот раз с самого начала заботились о них безупречно. Ни у одной из них не было никакой возможности научиться правильной заботе о потомстве до того, как они родили детенышей в новых условиях. Что же произошло? Весьма правдоподобное объяснение состоит в том, что исходная тесная клетка была источником стресса, а новое просторное жилище избавило обезьян от этого стресса и его возможных гормональных последствий.

Впоследствии я некоторое время вынашивал замысел исследования гормональных изменений, происходящих у горилл на поздних этапах беременности и в первые недели после родов, которое позволило бы выяснить, имеются ли между успешными и неуспешными матерями какие-либо заметные гормональные отличия. В конце концов моя аспирантка Нина Бар из Цюрихского университета осуществила проект, который позволил достичь этой цели. Нина в течение нескольких недель до и после родов кропотливо собирала образцы мочи и кала у девяти горилл, содержащихся в неволе, а затем попыталась выявить возможную связь между уровнями гормонов и заботой о потомстве. Оказалось, что качество материнской заботы действительно связано с уровнем стероидных гормонов эстрогена и прогестерона, а также индикатора стресса кортизола. Чтобы выяснить, какие причинно-следственные связи в действительности существуют между стрессом, гормонами и заботой о потомстве у обезьян-гоминид, требуется немало потрудиться. Но эта гипотеза, судя по всему, ничуть не менее правдоподобна, чем традиционное представление о том, что успех заботы о потомстве отчасти или полностью зависит от социального обучения.

Некоторые работы, в частности статья, которую опубликовали в 1997 году психолог Элисон Флеминг и ее коллеги, показали наличие подобных связей между гормонами и взаимодействием матери и ребенка и у женщин. Группа Флеминг преследовала две цели: выяснить посредством анкетирования, происходят ли у женщин на поздних этапах беременности, перед самыми родами, перемены в реакциях, сопряженных с материнством, как это отмечено для других млекопитающих, и определить, существует ли какая-либо связь между гормональными изменениями и изменениями эмоций и ощущений будущей матери. Для этого, в частности, использовали данные анализов на уровень различных стероидных гормонов. Было отмечено, что в ходе

беременности материнские чувства усиливаются, а после родов становятся еще сильнее. Кроме того, выяснилось, что чувство материнской привязанности связано с изменениями соотношения эстрадиола и прогестерона на переходном этапе между ранними и поздними стадиями беременности. Исследователи отметили, что связь гормонов и привязанности можно объяснить двумя способами: непосредственным влиянием на материнские чувства и опосредованным воздействием на общее ощущение благополучия. Чтобы установить, имеется ли здесь прямая причинно-следственная связь, тоже требуется дальнейшая работа.

Ощущение эмоционального упадка, возникающее после родов, нередко оказывается неприятным сюрпризом для рожениц. К счастью, обычно оно бывает легким и непродолжительным, хотя от него страдает больше половины женщин, впервые становящихся матерями. Однако у некоторых женщин развивается длительная послеродовая депрессия, настолько тяжелая, что требует обращения к врачу. Ее симптомы обычно начинают проявляться вскоре после родов, но иногда развиваются лишь спустя месяцы. Помимо усталости и бессонницы эти симптомы включают необъяснимую грусть, приступы плача, асоциальное поведение, потерю аппетита, тревогу и раздражительность. Послеродовая депрессия – расстройство тяжелое и весьма распространенное. Хотя оно впервые было признано медиками как комплекс жалоб еще в 1850-х годах, методичные исследования этого расстройства ведутся лишь в последние 20 лет. В промышленно развитых странах послеродовой депрессии подвержена каждая седьмая новоиспеченная мать. Еще хуже то, что страдающие послеродовой депрессией женщины нередко испытывают чувства вины и стыда, иногда до такой степени, что это вызывает у них склонность к самоубийству. Беспочинный стыд нередко мешает им обращаться за профессиональной помощью, которая им так неотложно необходима.

«Жила-была девочка, которая мечтала стать матерью. Больше всего на свете она хотела, чтобы у нее был ребенок. <...> В один прекрасный день она наконец забеременела. Это привело ее в полный восторг. Беременность прошла совсем легко, и у нее родилась самая лучшая дочка на свете. Так сбылась ее давняя мечта стать мамой. Но вместо того, чтобы почувствовать облегчение и радость, она могла только плакать». Так начинается свой откровенный, глубоко личный рассказ о послеродовой депрессии Брук Шилдс в своей трогательной книге

«И хлынул дождь», вышедшей в 2005 году. Брук Шилдс нашла в себе смелость рассказать эту историю всем, чтобы предупредить других о расстройстве, которое может постигнуть любую женщину.

Данные разных исследований указывают на целый ряд факторов риска, с которыми может быть связана послеродовая депрессия. К таким факторам относятся, в частности, бедность, недостаток социальной поддержки, проявлявшаяся ранее склонность к депрессии, проблемы в браке или статус матери-одиночки, незапланированная беременность, низкая самооценка, трудные роды, использование анестезии при родах, гормональный дисбаланс, стресс и курение. В этом списке есть и искусственное вскармливание, используемое вместо грудного.

В статье, опубликованной в 2006 году, гинеколог Сара Бриз Маккой и ее коллеги сравнили данные о 81 женщине, получившей диагноз «послеродовая депрессия», и 128 женщинах, у которых признаков депрессии не обнаружили. Среди проанализированных факторов риска самым сильным оказался эффект искусственного вскармливания. При искусственном вскармливании риск развития послеродовой депрессии был более чем вдвое выше, чем при кормлении грудью. Существенно повышенным – почти на 90 % – был этот риск и у женщин, ранее уже страдавших депрессией. У курящих он был повышен почти на 60 %. Кесарево сечение тоже было сопряжено с несколько повышенным риском, но разница оказалась статистически недостоверной. При этом эффекты некоторых из выявленных факторов риска суммировались.

Связь между искусственным вскармливанием, гормонами и послеродовой депрессией уже была выявлена ранее группой медиков из Объединенных Арабских Эмиратов под руководством Мохаммеда Абу-Салеха. Исследователи проанализировали данные об уровне гормонов у 70 женщин, родивших за несколько недель до взятия у них образцов крови. По сравнению с контрольной группой небеременных у этих женщин наблюдался повышенный уровень эстрогена, пролактина и кортизола. Однако у тех женщин, у которых была диагностирована послеродовая депрессия, уровень пролактина оказался достоверно ниже, чем у недавно рожавших, но не страдавших депрессией. У тех женщин, у которых через шесть – десять недель после родов развилась депрессия, также оказался существенно повышенным уровень прогестерона. У матерей, кормивших детей молочной смесью, уровень пролактина был ниже, чем у матерей, кормивших грудью, и среди вторых достоверно реже встречалась послеродовая депрессия. Кроме

того, Абу-Салех и его коллеги установили, что у женщин, ранее уже страдавших депрессией, уровень пролактина был достоверно понижен, а риск развития послеродовой депрессии – повышен.

Теперь многими признано, что послеродовую депрессию непосредственно вызывают существенные гормональные изменения, происходящие на поздних этапах беременности и после родов. Имеющиеся в нашем распоряжении данные указывают на то, что материнские чувства и эффективность материнской заботы о детях могут быть связаны с балансом гормонов, особенно эстрогена, прогестерона и пролактина. Эти гормоны уже некоторое время удается небезуспешно использовать для лечения послеродовой депрессии. Отрадно еще и то, что исключительно эффективным часто оказывается лечение, сочетающее в себе прием медикаментов и психотерапию. Такое лечение занимает некоторое время, но пациентки в итоге обычно выздоравливают.

Все, что я узнал из своих исследований других приматов, привело меня к убеждению, что определенную роль в развитии послеродовой депрессии у женщин тоже должен играть стресс. Он нарушает гормональный баланс, что, в свою очередь, может сказываться на физиологических основах материнского поведения. Если это действительно так, то нужно принимать меры по снижению уровня стресса у молодых матерей. Имеющиеся данные отчетливо указывают на то, что вероятность послеродовой депрессии уменьшается, если мать кормит ребенка грудью, но не стоит забывать и о том, что на выработке молока тоже может отрицательно сказываться стресс. Так что борьбу с этой проблемой необходимо вести широким фронтом.

Стресс – не единственный фактор, который здесь следует учитывать. Есть и еще один поразительный пример жизненно важного, но часто не учитываемого естественного механизма, в котором задействовано кормление грудью. Между грудным вскармливанием и фертильностью существует тонкая обратная связь. Народная мудрость, восходящая по меньшей мере к временам Аристотеля, гласит, что во время кормления грудью у женщины меньше шансов зачать следующего ребенка. Если этому верить, то кормление грудью должно, по-видимому, подавлять овуляцию. Но женщин, которые забеременели, кормя грудью, так много, что эту идею нередко отвергали с порога. Научные расследования, в частности, проведенные специалистами по репродуктивной биологии Питером Хауи и Аланом Макнилли,

в конечном итоге позволили разобраться в этой проблеме. Оказывается, кормление грудью действительно эффективно подавляет овуляцию у женщин, но только в том случае, если мать кормит ребенка регулярно и круглосуточно. Кормление по требованию в норме занимает все 24 часа. Если же человеческого младенца не кормят грудью в ночное время, эффект подавления овуляции существенно слабеет. Так что надежное, долговременное подавление овуляции после родов обеспечивается лишь круглосуточным кормлением грудью.

Подавление овуляции с помощью кормления грудью позволяет просто связать фертильность с качеством питания матери. Если мать сама получает достаточно пищи, ее молоко будет богато питательными веществами. Ребенок, которого она кормит, быстро насытится и, вероятно, подождет некоторое время, прежде чем снова проголодается. Если же мать получает недостаточно пищи, ее молоко будет менее концентрированным, а значит, младенец, скорее всего, будет при каждом приеме пищи сосать грудь дольше и быстрее проголодается вновь. В итоге недоедающая мать будет кормить ребенка чаще, чем мать, питающаяся полноценно, а значит, и подавление овуляции после родов продлится у недоедающей матери дольше – до тех пор, пока она не перестанет круглосуточно кормить ребенка грудью. Вот один из поистине красивых механизмов обратной связи, работающих в природе.

Реальность подобного механизма продемонстрировали также эксперименты с благородным оленем, результаты которых были опубликованы Эндрю Лаудоном и его коллегами в 1983 году. Детенышей, матери которых держат на богатых пастбищах, кормят молоком реже, и их матери быстрее вновь становятся фертильными после родов по сравнению с теми матерями, которых держат на бедных пастбищах. Механизмы кормления грудью у человека явно связаны с похожей адаптацией. Если мать кормит младенца грудью не только днем, но и ночью, такое кормление действует как естественное противозачаточное средство, работающее в течение года после родов или даже дольше. Более того, в статье, вышедшей в 1976 году, британский биолог Роджер Шорт утверждал, что кормление грудью предотвращает во всем мире больше зачатий, чем все другие противозачаточные средства вместе взятые.

Теперь, когда мы начали обсуждение темы естественных противозачаточных механизмов, пора рассмотреть и те разнообразные средства, которые мы используем сегодня, вмешиваясь в собственные

репродуктивные процессы. Вооружившись общими представлениями о биологических основах репродуктивных особенностей человека, мы можем увереннее пытаться разобраться в проблемах, связанных с нашими искусственными манипуляциями в этой области.

Глава 8

Как мы вмешиваемся в свое размножение

В 1798 году британский богослов и математик Томас Мальтус опубликовал работу, озаглавленную «Опыт закона о народонаселении в связи с будущим совершенствованием общества». Эта работа помогла как Чарльзу Дарвину, так и Альфреду Расселу Уоллесу разобраться в явлении естественного отбора и проложила дорогу к созданной ими теории эволюции. Мальтус отметил, что в отсутствие сдерживающих факторов народонаселение растет в геометрической прогрессии, то есть как сложные проценты, начисляемые и на исходную сумму депозита, и на проценты, начисленные ранее. Скорость такого роста постоянно увеличивается. При этом запасы ежегодно добываемой людьми пищи могут в лучшем случае увеличиваться лишь в арифметической прогрессии, как простые проценты, начисляемые только на исходную сумму депозита. При неограниченном росте население любой территории будет увеличиваться вдвое примерно каждые 25 лет и рано или поздно перерастет запасы добываемой пищи, что неизбежно приведет к жестокой борьбе за ресурсы, вызывающей бедность, голод, а во многих случаях и вооруженные конфликты. Дарвин и Уоллес поняли, что борьба за существование, постоянно происходящая в природе, возникает именно оттого, что любой популяции животных или растений свойственна естественная тенденция к росту в геометрической прогрессии и перерастанию доступных ресурсов. В условиях такой борьбы и возникает естественный отбор, благоприятствующий тем наследуемым признакам, которые повышают шансы организма на выживание.

Мальтус был противником как контрацепции, так и абортов. Он предлагал ограничивать рост народонаселения посредством поздних браков и воздержания. Но, несмотря на его собственный похвальный пример (женитьбу в 38 и только троих детей), человечество в целом по-прежнему страдает от фундаментальной проблемы, на которую он так проницательно указал. Без искусственного вмешательства народонаселение продолжало бы расти как сложные проценты, неизбежно перерастая доступные ресурсы. Необузданный рост народонаселения уже сегодня приводит к катастрофическим

последствиям, связанным с загрязнением окружающей среды. Население Земли, увеличившееся за последнее столетие в четыре раза, составляет уже больше 7 млрд. По прогнозам экспертов ООН, в ближайшие десятилетия этот показатель увеличится еще на 30 % и к 2050 году перевалит за 9 млрд.

Благодаря Мальтусу и многочисленным продолжателям его дела, трудившимся на протяжении последних двух столетий, угроза перенаселения сегодня получила широкое признание. Безнравственно бездействовать, пока народонаселение продолжает расти, и люди платят за это дорогой ценой, страдая от бедствий и загрязнения среды. И все же правительства разных стран (за редким исключением) неохотно вмешиваются в эту сферу из-за серьезных затруднений, связанных с религиозными убеждениями, экономическими факторами и политическими выгодами. В конечном счете кризис народонаселения поднимает важный вопрос о том, что «естественно» для человека. Естественно ли было бы допустить ситуацию, при которой народонаселение продолжит расти в геометрической прогрессии до тех пор, пока все мы не падём жертвами голода, бедности и вооруженных конфликтов? Или же естественно использовать наш исключительно большой мозг, чтобы решить проблему регуляции численности населения и тем самым сократить нагрузку человечества на окружающую среду?

Преднамеренное вмешательство в собственное размножение – уникальное свойство людей, история которого охватывает не одну тысячу лет. В отличие от явлений, которые мы обсуждали в предыдущих главах, регулирование рождаемости не имеет эволюционных корней. Вмешиваться в репродуктивный процесс явно неестественно. И все же, как и во многих других случаях, исключительно важно понимать тот естественный фон, на котором возникло интересующее нас явление. Для успешного вмешательства в собственное размножение необходимо иметь хорошие представления о биологических процессах, лежащих в основе такого вмешательства, особенно в тех ситуациях, когда возможны негативные побочные эффекты. Кроме того, в данную область нередко вторгаются религия и политика, накладывая моральные или законодательные ограничения и регулируя ситуацию. Стороны, спорящие об этических аспектах размножения человека, нередко прибегают к аргументам о том, что предположительно естественно для людей. Но насколько такие предположения соотносятся

с биологическими реалиями? Вот один из основных вопросов, который мы будем обсуждать в этой главе.

У вмешательства в человеческое размножение есть две диаметрально противоположные стороны. Биологические знания применяются для разработки всевозможных методов ограничения рождаемости, но те же самые знания можно использовать и в борьбе с бесплодием. По злой иронии судьбы, пока одни бесчисленные человеческие пары всеми способами стараются избежать беременности, другие отчаянно пытаются сделать все возможное, чтобы завести ребенка.

Достижения медицины открыли массу возможностей как для регулирования рождаемости, так и для вспомогательных репродуктивных технологий. Однако многие люди частично или полностью отвергают доступные методы, часто из религиозных соображений. Не будем забывать, что свобода вероисповедания – одно из базовых прав человека, нуждающихся во всесторонней защите. В то же время из столкновения религиозных убеждений и биологических реалий возникают серьезные дилеммы.

В одних случаях религиозные возражения против контрацепции и вспомогательных репродуктивных технологий постепенно смягчились, но в других оказались неколебимы. Например, в 1920 году Ламбетская конференция англиканских церквей еще осуждала любые «противоестественные средства избегать зачатия», но всего 10 лет спустя та же инстанция одобрила регулирование рождаемости супружескими парами. Федеральный совет церквей США последовал ее примеру через 11 лет. Однако папа римский в 1930 году издал энциклику *Casti Connubii*, в которой категорически осуждал любые «искусственные» методы контрацепции. Римско-католическая церковь придерживается данной позиции и по сей день. В этой главе мы вначале рассмотрим методы контрацепции, а затем перейдем к вспомогательным репродуктивным технологиям. Обе темы поднимают фундаментальные биологические и моральные вопросы, но выбранная мною последовательность связана с желанием закончить эту главу на оптимистической ноте, подчеркнув, что искусственные методы вмешательства в размножение могут приносить счастье людям, стремящимся стать родителями.

Самые простые (и исторически самые древние) методы контрацепции основаны на том, чтобы не давать сперматозоидам

достигнуть яйцеклетки. Самый простой из этих методов – воздержание. Полное воздержание от секса на протяжении всей жизни – самый суровый и самый надежный метод контрацепции, сводящий к нулю генетический вклад индивидуума в следующее поколение. Другой, не столь радикальный метод – частичное воздержание – можно считать довольно безвредным и естественным способом ограничения рождаемости. Мальтус полагал, что половую жизнь можно начинать как можно позже и ограничивать ее случаями, когда зачатие желательно. Но в реальном мире этот подход не работает. Простейший способ избежать зачатия, не практикуя воздержание, состоит в том, чтобы прерывать половой акт до эякуляции (это так называемый прерванный коитус – *coitus interruptus*), но этот способ ненадежен и очень часто дает сбой. Каждая четвертая из женщин, полагающихся на данный метод, беременеет в течение года.

Еще один распространенный подход к контрацепции не требует ни воздержания, ни прерванного полового акта и основан на создании физического барьера, улавливающего сперматозоиды до того, как они достигнут яйцеклетки. Важнейшие методы, основанные на этом подходе, включают презервативы, надеваемые на пенис, а также колпачки, диафрагмы или губки, вставляемые во влагалище. Презервативы (современные аналоги тех трусиков из тафты, которые Спалланцани надевал на самцов лягушек) используются уже не меньше четырех столетий. Вначале их делали из мембран животного происхождения, главным образом из кишечников или мочевого пузыря ягненка. Первые достоверные письменные свидетельства использования презервативов относятся к пропитанным химическим раствором изделиям из ткани, которые изготавливал в середине XVI века итальянский анатом Габриэль Фаллопий. (Именно в его честь яйцеводы и назвали фаллопиевыми трубами.) В течение XIX века презервативы получили столь широкое распространение, что сделались самым популярным противозачаточным средством в мире. Первые резиновые презервативы были изготовлены в 1855 году, а в 1920-м появилась новая их разновидность – презервативы из латекса, хотя презервативы из кишечников ягнят по-прежнему есть в продаже.

Однако со всеми простыми барьерными методами связаны две проблемы: они мешают ощущению близости и на практике нередко дают сбой.

О чем говорит частота подобных сбоев? Современная статистика выделяет две их разновидности: при идеальном использовании

(совершенно правильном и последовательном применении соответствующего метода) и при обычном использовании (во всех случаях, в том числе, когда противозачаточное средство применяется неправильно и/или непоследовательно). Идеальное использование отражает недостижимый идеал, а обыкновенное – реальную практику. Демограф Джеймс Трасселл и его коллеги сообщали в 1990 году, что при обычном использовании частота сбоев составляет 12 % для презервативов и около 18 % для диафрагм, колпачков и губок, а при идеальном использовании – 3 % и 6 % соответственно. Эффективность всех барьерных методов можно несколько повысить, применяя их наряду с убивающими сперматозоиды средствами (спермицидами). Сами по себе спермициды дают исключительно высокую частоту сбоев – до 30 %, но в сочетании со стандартными барьерными методами весьма эффективны.

У презервативов есть одно полезное побочное свойство, значение которого в последнее время значительно возросло: они препятствуют заражению заболеваниями, передающимися половым путем. В прошлом главным бичом среди подобных заболеваний был, несомненно, сифилис, но в последнее время он, к счастью, стал намного менее смертоносным. Первый известный штамм возбудителя сифилиса вызвал эпидемию в Европе в 1490-х годах. Симптомы были ужасны, и заболевание часто приводило к смерти больного всего через несколько месяцев после заражения. Фаллопий, опубликовавший трактат о сифилисе в 1564 году, сообщал о результатах опытов, показавших, что его презервативы из ткани препятствуют заражению мужчин этим заболеванием. Полученные с тех пор данные свидетельствуют о том, что презервативы по меньшей мере снижают частоту передачи заболеваний данного типа. Сегодня главный бич из их числа – СПИД, и презервативы эффективны как средство, снижающее заболеваемость этим недугом.

Существует и еще одна, особая разновидность барьерного противозачаточного средства для женщин – внутриматочная спираль (ВМС). В отличие от других барьерных контрацептивов, ВМС требует непростой процедуры установки, для которой необходима помощь врача, а также регулярных осмотров. Любое инородное тело, введенное в матку, вызывает воспалительную реакцию, создающую неблагоприятную среду для сперматозоидов. Принцип действия ВМС, по-видимому, основан преимущественно на предотвращении оплодотворения. Одним из ранних вариантов ВМС было гибкое шелковое кольцо с основой из золотой проволоки, изобретенное

в 1928 году гинекологом Эрнстом Грэфенбергом. Впоследствии более эффективные модели такого кольца делали из серебряной проволоки, но их повышенная эффективность на самом деле была связана с примесью меди в серебре, достигавшей почти четверти. Современные ВМС, вопреки названию, чаще всего имеют Т-образную форму. Они обычно сделаны из пластика и нередко покрыты медью. Сегодня это самое популярное в мире противозачаточное средство с обратимым действием: ВМС установлены приблизительно у 160 млн женщин. Две трети из них проживают в Китае, где ВМС пользуются около половины замужних женщин. Частота сбоев при обычном использовании у ВМС совсем невысока: где-то от 1 до 2 % в год. Однако в тех редких случаях, когда зачатие все же происходит, ВМС нужно как можно скорее удалять, потому что ее наличие повышает риск выкидыша и преждевременных родов.

Барьерные методы контрацепции, несомненно, неестественны и нередко вызывают возражения. По мнению многих, использовать презервативы, прибегать к прерванному половому акту и мастурбировать «грешно». Такую растрату сперматозоидов высокопарно называют «излиянием семени на землю», что вызывает ассоциации с какими-то неумелыми садоводами. Особенно недопустимой формой поведения часто считают мужскую мастурбацию, с которой в былые времена нередко предписывали всеми силами бороться. Однако это вполне обычное явление среди приматов, особенно обезьян. Самцы многих видов время от времени мастурбируют, что не вызывает со стороны других членов той же группы никаких очевидных реакций. В книге «Сексуальность приматов» (Primate Sexuality) Алан Диксон перечисляет не менее 35 видов обезьян, у которых отмечалась мастурбация, у 20 из них – в природе. Высказываемое иногда утверждение, что мастурбация для обезьян представляет собой аномалию, наблюдаемую лишь в неволе, не соответствует действительности.

На самом деле мужчины постоянно «изливают на землю» сперматозоиды в огромных количествах вместе с мочой. Кроме того, длительное воздержание обычно приводит к спонтанному семяизвержению во сне (поллюциям). В самой по себе растрате сперматозоидов, не имеющей репродуктивного смысла, нет ничего неестественного. Более того, результат у воздержания и мастурбации один и тот же. Физиолог Рой Левин опубликовал в 1975 году

интересный очерк, в котором высказал предположение о том, что мастурбация и поллюции играют важную роль в поддержании объема запасенной семенной жидкости в пределах нормы и снижении частоты встречаемости аномальных сперматозоидов. Левин отметил, что мастурбация или спонтанное семяизвержение свойственны не только приматам, но и многим другим млекопитающим как в неволе, так и в природе, например землеройкам, хомякам, крысам, кошкам, псам, оленям, быкам, коням и китам. Результаты недавнего исследования, проведенного в Австралии, свидетельствуют о том, что регулярное семяизвержение играет у мужчин важную роль в поддержании качества спермы.

Моральные принципы, касающиеся растраты сперматозоидов и яйцеклеток, тесно связаны с представлением о святости человеческой жизни. Не так уж трудно понять, почему сперматозоиды воспринимаются как живые существа, учитывая, что они находятся у истоков тех сложных процессов, которые в конечном итоге приводят к рождению ребенка. Принятые в западном обществе воззрения на этот предмет имеют долгую историю, на заре которой один сперматозоид считался более или менее соответствующим одному человеческому индивидууму. Три столетия назад, когда микроскопия еще только зарождалась, некоторые исследователи утверждали, будто в каждом сперматозоиде содержится крошечный человек – гомункул. В 1694 году голландский математик и физик Николаас Хартсукер опубликовал получивший широкую известность рисунок гомункула, свернувшегося в головке сперматозоида. При этом он сам откровенно признавал, что на этом изображении было показано не то, что он видел, а то, что, по его мнению, должно было там находиться. Согласно возникшему в то время учению спермизма, яйцеклетка играет в оплодотворении, по сути, пассивную роль, а зародыш развивается из гомункула, доставляемого в яйцеклетку в головке сперматозоида. Эта трактовка была многим обязана устоявшимся представлениям о мужчинах как носителях активного начала и женщинах как носителях пассивного – не только в размножении, но и в жизни в целом.

Но мужским шовинистам того времени не всех удалось убедить в своей правоте. Приверженцы альтернативного учения – овизма – придерживались диаметрально противоположной точки зрения. По мнению овистов, именно яйцеклетка содержит активное начало развития, а сперматозоид играет лишь скромную роль катализатора этого процесса, запускаемого в момент оплодотворения. Сторонники

обоих учений (вместе называемые преформистами) полагали, что миниатюрные человеческие существа, заключенные в сперматозоидах или яйцеклетках, порождены еще исходным божественным творением. Однако они отмахивались от фундаментальной и неизбежной проблемы их логики – проблемы бесконечного уменьшения. Если в сперматозоиде или яйцеклетке содержится заранее сформированное миниатюрное существо, в нем, в свою очередь, должны, по-видимому, содержаться сперматозоиды или яйцеклетки еще меньшего размера, и так далее до бесконечности. В своей книге «Яичники Евы» (The Ovary of Eve), вышедшей в 1997 году, биолог Клара Пинто-Коррейя метко сравнила преформистскую модель развития с набором матрешек. Хотя в яйцеклетке места намного больше, чем в головке сперматозоида, даже овистам было непросто представить себе поистине огромное число вложенных друг в друга человечков, якобы находящихся в каждой яйцеклетке. В 1766 году Альбрехт фон Галлер рассчитал, что если оценивать возраст Земли в 6000 лет, то в яичниках Евы должно было содержаться около 200 млрд заранее сформированных человеческих существ. Кроме того, преформизм сталкивается с классической проблемой межвидовых гибридов. Если в сперматозоидах или яйцеклетках лошадей и ослов содержатся миниатюрные представители этих видов, то как в результате их скрещивания получают мулы?

Но в спермизме трудно найти какие-либо достоинства, даже если отвлечься от парадокса матрешки и проблемы гибридизации. В эякуляте человека содержится в среднем около четверти миллиарда сперматозоидов, и каждый мужчина вырабатывает за свою жизнь многие их триллионы, зачиная в любом случае ничтожное по сравнению с этой цифрой число детей. Из 250 млн сперматозоидов, в среднем содержащихся в одном эякуляте, лишь несколько сот в итоге достигают того участка яйцевода, где может произойти оплодотворение. Учитывая эти ничтожные шансы, было бы немыслимо расточительно, если бы в каждом сперматозоиде содержалось нечто большее, чем самое необходимое для передачи следующему поколению. Оплодотворение оказывается для сперматозоидов колоссальной лотереей. В подавляющем большинстве случаев, независимо от обстоятельств, выигрыш в этой лотерее не достается вообще никому. В тех редких случаях, когда половой акт все же приводит к зачатию, выигрывает лишь один из четверти миллиардов участников.

В книге «Постельные войны»^[3] (Sperm Wars), вышедшей в 2006 году, специалист по репродуктивной биологии Робин Бэйкер пишет, что на каждого рождающегося ребенка приходится около 500 половых актов. Иными словами, на каждое успешное зачатие тратится около 125 млрд извергаемых сперматозоидов. Общее число сперматозоидов, так или иначе пропадающих впустую в течение жизни каждого мужчины, в любом случае оказывается огромным. Если бы спермисты были правы, это означало бы, что за жизнь каждого человека трагически гибнут триллионы содержащихся в нем гомункулов. И все же отголоски этой концепции по-прежнему живы в распространенном представлении о том, будто растрата сперматозоидов посягает на святость человеческой жизни. Такая растрата происходит постоянно, это непреложный факт, она естественна. Подробные исследования с использованием все лучших микроскопов в конечном итоге, разумеется, показали, что сперматозоиды и яйцеклетки не содержат заранее сформированных человечков, терпеливо ожидающих сигнала к началу развития. Вместо этого в каждом сперматозоиде и каждой яйцеклетке содержится половина ДНК, необходимой для оплодотворения, которое восстанавливает полный комплект генетического материала, требуемый для развития зародыша. В этом смысле сперматозоиды и яйцеклетки нельзя считать полноценными существами. Их независимое существование, так или иначе, ограничивается лишь несколькими днями.

Один широко используемый метод контрацепции обычно все же не дает поводов для религиозных возражений – воздержание в тот период цикла, когда обычно происходит овуляция. Для этого, очевидно, необходимо установить, на какие сроки у женщины приходится «фертильное окно», а затем заниматься сексом лишь в оставшийся «безопасный период». Такое запланированное воздержание предполагает преднамеренную растрату сперматозоидов и яйцеклеток, но не требует особых приспособлений или процедур и поэтому обычно считается сравнительно естественным способом регулирования рождаемости. Это единственный метод контрацепции, который считается допустимым для католиков. Папа Пий XII официально одобрил его в 1951 году, и в некоторых странах он широко распространен.

Запланированное воздержание базируется на описанной в главах 1 и 3 общепринятой модели менструального цикла, работающего

«как часы», согласно которой овуляция должна происходить приблизительно посередине между двумя менструациями. Однако до 1920-х годов бытовало мнение, что самый фертильный период цикла совпадает с менструацией, а не приходится на его середину, и в целях контрацепции женщинам даже советовали заниматься сексом исключительно в середине цикла. Представление о том, что овуляция должна происходить в середине цикла, было впервые внесено в календари для отслеживания овуляций японским акушером Кюсаку Огино и австрийским хирургом и гинекологом Германом Кнаузом. Основанный на их идеях способ контрацепции впоследствии стали называть методом Огино – Кнауза или Кнауза – Огино (сокращенно ОК или КО). В 1930 году врач Джон Смалдерс, исповедовавший католицизм, опубликовал рекомендацию избегать зачатия посредством воздержания в середине цикла. Эта рекомендация отражала общепризнанное представление о том, что сперматозоиды могут сохранять жизнеспособность лишь в течение пары суток, а вышедшая из яичника яйцеклетка – не более суток. Под непосредственным влиянием Смалдерса Римско-католическая церковь одобрила этот метод. На это Генри Луис Менкен язвительно заметил: «У католичек теперь есть законное право избегать беременности с помощью математики, но делать это с помощью физики или химии по-прежнему запрещено».

Способ контрацепции, основанный на календаре менструальных циклов, называют также ритмическим. Такое название, по-видимому, восходит к классической книге чикагского врача Лео Лаца «Ритм фертильности и стерильности у женщин» (*The Rhythm of Fertility and Sterility in Women*), впервые опубликованной в 1932 году и выдержавшей 26 переизданий. В предисловии к этой книге Лаци рассказывает, как он внедрял данный метод в США, стремясь создать систему, которой любой профессиональный медик мог бы обучить за три минуты. Для этого Лаци разработал базовые правила, позволяющие выделять фертильные и стерильные фазы менструального цикла. В простейшем варианте этих правил базовым фертильным окном предлагается считать дни с 12-го по 19-й. Затем для большей надежности женщинам предлагается рассчитывать разницу между самым длинным и самым коротким из последних 8–12 циклов и включать это число дней в фертильное окно, добавляя их к предполагаемым срокам окна спереди. Например, если в течение года у женщины наблюдаются циклы продолжительностью от 26 до 32 дней, то к предполагаемому окну следует добавить пять дней и считать,

что оно приходится на дни с 7-го по 19-й. Если у вас возникли трудности с пониманием процедуры этих расчетов, знайте, что вы не одиноки.

Ритмический метод может показаться естественным, но у него есть один фундаментальный недостаток: при обычном использовании он оказывается ненадежным. Примерно каждая пятая из женщин, пользующихся этим методом, беременеет в течение года. По оценкам специалистов по репродуктивной биологии Роберта Камбика и Вирджинии Лампрехт, подготовивших в 1996 году обзор высококачественных клинических исследований этого вопроса, средняя частота сбоев данного метода контрацепции составляет около 15 % в год. При обычном использовании этот показатель иногда достигает 25 %, что делает этот метод ничуть не более надежным, чем прерванный половой акт. Неудивительно поэтому, что ритмический метод получил издевательское прозвище «ваатиканская рулетка». Некоторые специалисты, в частности врач Джон Биллингс, пытались различными способами повышать его эффективность. В своей статье 1981 года Биллингс отмечал, что выделение слизи шейкой матки служит надежным индикатором времени овуляции, дающим женщине потенциальную возможность выявлять фертильные и стерильные фазы каждого менструального цикла путем отслеживания влажности и скользкости матки и видимых выделений слизи. Утверждается, что Биллингс, убежденный католик, как и Кнаус и Лац, руководствовался при разработке своего метода религиозными соображениями, и в 1969 году был за свои усилия награжден папским орденом. Овуляционный метод Биллингса быстро привлек к себе немало сторонников, особенно в Австралии, и на посвященном этому методу официальном сайте в настоящее время утверждается, что частота его сбоев составляет лишь около 1,5 %. Однако в 2011 году авторитетный демограф Джеймс Трасселл опубликовал результаты исследования, согласно которому частота сбоев – 3 % для овуляционного метода при идеальном применении и в среднем 24 % для всех методов запланированного воздержания при обычном использовании на практике.

Несмотря на попытки усовершенствовать метод периодического воздержания, он упорно остается ненадежным способом регулирования рождаемости. Простейшие универсальные рекомендации по использованию этого метода предписывают воздержание в определенные дни цикла. Однако, как мы уже знаем, средняя

продолжительность цикла у разных женщин бывает разной, поэтому Лац советовал женщинам тщательно отслеживать свои менструальные циклы для выявления собственного базового ритма. В основе этого совета лежит представление о том, что циклы бывают медленными и быстрыми, но у каждой женщины работают более или менее как часы. Индивидуальное отслеживание работы этих часов называют календарным методом.

Как отмечалось в главе 1, результаты многих исследований свидетельствуют о том, что средняя продолжительность циклов подвержена сильной индивидуальной изменчивости, поэтому календарный метод должен повышать шансы успешного выявления фертильного окна. Но проблема осложняется тем, что у каждой женщины продолжительность цикла тоже непостоянна и от цикла к циклу может существенно меняться.

Полезным дополнением к календарному методу, разработанному около столетия назад, может служить измерение базальной температуры тела (БТТ) – минимальной температуры в состоянии покоя. После овуляции БТТ обычно повышается на 0,3–0,6 С, после чего остается повышенной до конца цикла.

К сожалению, повышение БТТ обычно происходит лишь через сутки или двое после овуляции, поэтому этот показатель нельзя использовать для прогнозирования овуляции в течение каждого конкретного цикла: он может служить лишь для отслеживания момента овуляции задним числом. Но результаты измерений температуры в течение нескольких циклов можно использовать как дополнительные данные, помогающие оценивать типичные сроки овуляции конкретной женщины. Однако такие оценки оказываются неточными, допускают ошибку до трех дней в ту или другую сторону и даже не всегда работают. Гинеколог Камран Могисси исследовал связь БТТ с уровнем гормонов в течение одного менструального цикла у 30 женщин с нормальными циклами и обнаружил, что у каждой пятой БТТ после овуляции не повышалась, несмотря на нормальную динамику уровня гормонов.

Многие зачатия происходят в течение предполагаемого безопасного периода, даже если строго придерживаться предписаний метода запланированного воздержания. Одна из причин этого заключается в том, что стандартная модель человеческого менструального цикла, работающего «как часы», представляет собой усредненную картину:

это статистическая абстракция, а не биологическая реальность. Кроме того, ритмический метод основан исключительно на воздержании в период, когда овуляция особенно вероятна, исходя из того, что зачатие возможно лишь в результате полового акта в период, близкий к овуляции. Но как мы знаем из главы 3, хотя овуляция обычно и правда происходит в середине цикла, про половые акты, приводящие к зачатию, этого сказать нельзя: зачатие может происходить в результате единственного полового акта почти в любой день цикла. При этом вероятность зачатия особенно высока в течение первой половины цикла (во время фолликулярной фазы) и сравнительно невысока в течение второй половины (во время лютеиновой фазы). Судя по данным о единственных половых актах, приводивших к зачатию, оно, по-видимому, особенно вероятно в районе 10-го дня, а не в середине цикла, на 14-й или 15-й день.

Другая, еще более актуальная проблема связана со старением половых клеток. Согласно модели цикла, работающего как часы, как овуляция, так и зачатие обычно происходят в середине цикла, в то время как секс возможен в любое время. Продолжительность жизни сперматозоидов и яйцеклеток ограничена, так что к зачатию должен приводить только секс, близкий по времени к овуляции. Если эта модель верна, в ходе каждого цикла должна регулярно возникать опасность участия в оплодотворении перезревших половых клеток: если половой акт происходит раньше, чем за два дня до овуляции, перезревший сперматозоид может оплодотворить яйцеклетку, только что вышедшую из яичника. Если же половой акт происходит позже, чем через день после овуляции, сперматозоид из свежего эякулята может оплодотворить перезревшую яйцеклетку, движущуюся в направлении матки. Результаты экспериментов с лабораторными млекопитающими свидетельствуют о том, что участие в оплодотворении перезревших яйцеклеток или сперматозоидов может приводить к выкидышам или аномалиям развития плода. Однако эта потенциальная проблема привлекала на удивление мало внимания ученых, изучавших размножение человека, хотя хорошо известно, что люди занимаются сексом на протяжении всего цикла.

Возможно, у людей (наряду с обезьянами, у которых копуляция обычно тоже может происходить на протяжении значительной части цикла) есть некая особая адаптация, которая каким-то образом снижает или устраняет риск участия в оплодотворении перезревшего

сперматозоида или яйцеклетки. Это может быть некий механизм фильтрации, выявляющий перезревшие сперматозоиды и яйцеклетки и не допускающий их к участию в оплодотворении, или же механизм, блокирующий развитие эмбриона, возникшего в результате оплодотворения с участием перезревшей половой клетки. Однако эти возможности остаются неисследованными. Мы вообще не знаем, происходит ли и у людей оплодотворение с участием перезревших половых клеток, и если происходит, то к каким оно может приводить последствиям. Налицо проблема, с которой могут быть связаны серьезные неприятности, в частности, касающиеся ритмического метода, но которой при этом упорно пренебрегают.

Если ритмический метод работает как надо и зачатия не происходит, то все в порядке. Но если метод дает сбой и происходит незапланированное зачатие, то существенный разрыв во времени между половым актом и оплодотворением почти гарантирован. Ограничение занятия сексом предположительно безопасным периодом неизбежно должно увеличивать вероятность того, что в оплодотворении, если оно все же произойдет, будет участвовать перезревшая половая клетка: либо сперматозоид, проживший достаточно долго, чтобы оплодотворить недавно вышедшую в яйцевод яйцеклетку, либо яйцеклетка, протянувшая достаточно долго, чтобы встретиться с недавно изверженным сперматозоидом. Обе эти возможности в любом случае представляют «ватиканскую рулетку» в невыгодном свете.

Колебания продолжительности циклов делают ритмический метод ненадежным способом контрацепции. Хотя имеющиеся данные и указывают на то, что овуляция обычно действительно происходит приблизительно в середине цикла, продолжительность цикла и сроки овуляции сильно варьируют. Однако стандартный способ представления динамики уровня гормонов создает иллюзию регулярности. Именно в связи с тем, что продолжительность циклов может сильно варьировать, кривую уровня гормонов рассчитывают не по дням после начала менструации, а опираются на время овуляции, которое обычно определяется по пику уровня лютеинизирующего гормона. Время овуляции определяют как нулевой день цикла, нумеруя остальные дни положительными и отрицательными числами. Этот способ создает видимость точного срока овуляции, которого на самом деле нет.

Гинеколог Мария Элена Аллиэнде решила сравнить индивидуальные уровни гормонов 25 женщин раннего репродуктивного возраста с усредненной картиной менструального цикла.

Она отслеживала ход трех или большего числа циклов с помощью измерения БТТ и выделений слизи и каждое утро брала образцы мочи для анализа на гормоны. Выявленный гормональный профиль в целом был очень близок к картине, полученной в ходе предшествующих исследований, а средняя продолжительность цикла составляла 28 дней. Но у трех из каждых четырех исследованных женщин индивидуальные гормональные профили существенно отличались от усредненного. Отчетливые пики уровня эстрогена и лютеинизирующего гормона наблюдались не всегда: в ходе одних циклов уровень этих гормонов оставался постоянно высоким, а в ходе других пиков было несколько, что затрудняло определение времени овуляции. Только профили прогестерона сохраняли относительную регулярность.

Но есть и еще одна, более серьезная проблема. Если сперматозоиды или яйцеклетки или и те и другие могут сохранять жизнеспособность дольше, чем обычно считается, то половой акт, приводящий к зачатию, может и не совпадать по времени с овуляцией. Представляется крайне маловероятным, что вышедшая из яичника яйцеклетка в состоянии оставаться жизнеспособной существенно дольше суток. Как мы уже знаем из главы 3, единственный половой акт, приводящий к зачатию, часто происходит во время фолликулярной фазы, но довольно редко приходится на лютеиновую фазу. Поэтому любые расхождения во времени между копуляцией и овуляцией должны быть связаны преимущественно или исключительно с длительным выживанием сперматозоидов. Если сперматозоиды могут жить дольше двух суток, как принято считать, они должны храниться где-то в матке или в яйцеводах. В шейке матки имеются слепо заканчивающиеся крипты, которые не только выделяют слизь, но и могут служить временным убежищем для сотен тысяч сперматозоидов. Пребывая в этих криптах, сперматозоиды остаются частично или полностью неподвижными. Затем они постепенно высвобождаются из крипт в течение по меньшей мере пяти дней, а возможно, и дольше. Однако хранение сперматозоидов в криптах мало изучено, и многие вопросы по-прежнему остаются без ответов. В частности, не известно, сохраняют ли фертильность сперматозоиды, высвобождаемые из крипт через несколько дней. Тщательного изучения заслуживает также возможность последующего кратковременного хранения сперматозоидов в яйцеводах.

Что касается ритмического метода как способа контрацепции, разница между общепринятой моделью цикла, работающего как часы,

и альтернативной моделью, предполагающей длительное сохранение жизнеспособности сперматозоидами, принципиально важна по одной причине. Если верна общепринятая модель, то воздержание в середине цикла должно увеличивать риск оплодотворения недавно образовавшейся яйцеклетки перезревшим сперматозоидом. Если же сперматозоиды могут долгое время сохранять жизнеспособность, то такой риск должен быть небольшим или отсутствовать. При этом проблем, связанных с перезревшей яйцеклеткой, можно ожидать в любом случае. Воздержание в середине цикла должно повышать риск зачатия в результате оплодотворения перезревшей яйцеклетки недавно образованным или некоторое время хранившимся в женских половых путях сперматозоидом.

Вот что действительно принципиально: можно ожидать, что ритмический метод как способ контрацепции увеличивает частоту случаев зачатия с участием перезревшей яйцеклетки а также, возможно, и перезревшего сперматозоида. Прогноз, вытекающий из общепринятой модели цикла, дает даже больше оснований для беспокойства. Если сперматозоиды могут какое-то время сохранять жизнеспособность в женских половых путях, то возможные последствия обсуждаемого метода контрацепции в виде увеличения частоты зачатий с участием перезревших половых клеток вызывают меньше тревоги. В этом случае такое увеличение ограничивается ситуациями, когда перезревшая яйцеклетка доживает до оплодотворения в результате полового акта, который должен был бы произойти за пределами фертильного окна. Из всего этого следует закономерный вывод, что воздержание в середине цикла в любом случае может повышать риск нарушений развития. Если верна общепринятая модель цикла, работающего как часы, с овуляцией в середине, такое повышение риска должно быть значительным. Но даже если сперматозоиды могут длительное время выживать в половых путях женщины, риск все равно должен повышаться, хотя и не столь значительно. К счастью, во втором случае вероятнее, что яйцеклетку оплодотворит один из высвободившихся сперматозоидов, сохранившихся после полового акта, предшествовавшего овуляции, чем один из сперматозоидов, попавших в женские половые пути в результате полового акта, совершенного после овуляции.

Одним из ожидаемых последствий оплодотворения яйцеклеток перезревшими сперматозоидами должна быть повышенная частота

выкидышей. Однако трудно получить надежные данные, которые позволили бы проверить этот прогноз, потому что выкидыш на ранних стадиях беременности, в течение первых четырех недель после зачатия, легко может пройти незамеченным. Сопровождающее такой выкидыш незначительное кровотечение нетрудно принять за отсроченную или несвоевременную менструацию. Как показали исследования лабораторных млекопитающих, перезревшим половым клеткам часто свойственны хромосомные аномалии. В 1970 году акушеры Родриго Герреро и Клод Ланкто сообщили о возможной связи между старением половых клеток и выкидышами у женщин. По их оценкам, почти 3/4 зачатий на каком-либо этапе беременности заканчиваются выкидышем. В большинстве случаев он происходит на ранних стадиях, и лишь в одном из десяти случаев наблюдаются клинически распознаваемые симптомы выкидыша.

Результаты опытов на животных указывают и еще на одну пугающую возможность: в тех случаях, когда беременность не прерывается преждевременно, воздержание в середине цикла может повышать риск аномалий развития. Это явление остается малоизученным, но ценная информация о нем содержится в статьях, которые опубликовал в 1960-х и 1970-х годах гинеколог Лесли Иффи. Движимый интересом к аномалиям беременности у человека, особенно к развитию плода в неправильном месте (внематочной беременности), Иффи изучил возможную связь таких случаев с вероятным временем зачатия. За недостатком прямых данных о датах зачатия Иффи воспользовался стандартными таблицами для оценки продолжительности беременности по степени развития зародыша. В 1963 году он опубликовал сообщение, что предполагаемые даты зачатий, приводящих к внематочной беременности, преимущественно группируются во второй половине цикла, то есть совпадают с лютеиновой фазой. Однако один результат оказался еще более неожиданным: в нескольких случаях предполагаемая дата зачатия приходилась на лютеиновую фазу цикла, предшествовавшего последней отмеченной менструации. Иными словами, зачатие, по-видимому, происходило во время цикла, предшествовавшего тому, которому оно было бы предположительно приписано. Похожие результаты получены и в исследованиях других аномалий развития плода.

Для объяснения этих результатов Иффи сформулировал концепцию, которую он назвал «теорией рефлюкса»: менструация, происходящая после зачатия, может привести к отрыву эмбриона от стенки матки уже

после имплантации и попаданию его в брюшную полость или закреплению ближе к шейке матки. Статья, опубликованная в 1970 году Лесли Иффи и Мартином Уингейтом, была посвящена именно проблеме рисков, которые могут быть связаны с ритмическим методом как способом контрацепции. Авторы статьи выявили статистически достоверную связь между использованием данного метода и повышенной частотой различных аномалий развития плода.

В другой важной статье, написанной Джеймсом Джерманом, отмечалась возможность связи между запоздалым оплодотворением и частотой встречаемости синдрома Дауна. Общеизвестно, что вероятность рождения ребенка с этим синдромом, вызываемым хорошо известной хромосомной аномалией, повышается у женщин старше 35 лет, что обычно объясняют возрастным снижением качества яйцеклеток. Джерман высказал интересное альтернативное объяснение, согласно которому здесь может быть задействована снижающаяся с возрастом частота половых актов. Анализ больничных записей подтвердил ожидаемую картину. Джерман не обсуждал возможную связь этого явления с ритмическим методом как способом контрацепции, но ясно, что любое повышение частоты аномалий в развитии плода, предположительно вызванное снижением частоты половых актов, может также возникать в результате преднамеренного воздержания в середине цикла.

Возможную связь возникновения дефектов развития с запланированным воздержанием изучил эпидемиолог Пит Йонгблут. Он проанализировал различные непрямые связи между сбоями данного метода контрацепции и рождением младенцев с аномалиями, особенно хромосомными абберациями, и пришел к выводу, что частота встречаемости синдрома Дауна у детей молодых католичек повышена почти вдвое. Самая высокая частота синдрома Дауна была отмечена в Республике Ирландии и в римско-католических семьях в Нидерландах и Австралии. Более того, в исследовании, результаты которого опубликовали в 1978 и 1981 годах генетики Ива Мильштейн-Москати и Вилли Бесак, было показано, что рождению детей с синдромом Дауна обычно предшествует продленный период воздержания. Результаты ретроспективного исследования, в котором умственно отсталых сравнивали с их братьями и сестрами, также показали, что эта аномалия чаще встречается в тех случаях, когда родители пользовались ритмическим методом и занимались сексом лишь после середины

каждого цикла. Йонгблут пришел к выводу, что полученные им данные подтверждают гипотезу, согласно которой «зачатия после середины цикла и другие сбои так называемых “естественных” методов контрацепции вредят рождающимся в результате этого детям».

Подобные проблемы могут возникать не только у католиков. Специалистка по репродуктивной биологии Тереза Шарав опубликовала статью, в которой представила результаты анализа влияния перезревших половых клеток на частоту встречаемости синдрома Дауна среди ортодоксальных иудеев, живущих в Иерусалиме. Ортодоксальные иудейки придерживаются в репродуктивной сфере очень строгих правил: они практикуют воздержание от начала менструации и до ритуального омовения в особой ванне (микве) через семь дней после исчезновения признаков кровотечения. При регулярном 28-дневном цикле это соответствует прекращению воздержания приблизительно на 12-й день, совсем незадолго до овуляции. Но если менструация затягивается, или фолликулярная фаза цикла оказывается короткой, или женщина запоздало проходит ритуал очищения, то зачатие может задерживаться. Этот ритуал дает исследователям уникальную возможность изучать влияние сроков зачатия на детей. Тереза Шарав обнаружила, что среди детей ортодоксальных иудеек моложе 37 лет синдром Дауна встречается достоверно чаще, чем среди детей их ровесниц, не соблюдающих ритуалов. Исследовательница пришла к выводу, что это может объясняться зачатиями в результате отложенных половых актов. Как бы то ни было, налицо еще один случай, когда предписания, касающиеся сроков воздержания в ходе менструального цикла, могут быть связаны с повышенной частотой дефектов развития.

Такой вывод хорошо согласуется с результатами, представленными в работе 1979 года специалистом по репродуктивной биологии Эрнестом Хуком и специалисткой по медицинским исследованиям Сьюзан Харлап. Эти авторы показали, что среди детей евреек азиатского и североафриканского происхождения частота встречаемости синдрома Дауна почти вдвое выше, чем в среднем по разным регионам. Упомянутой группе свойственно одно из самых высоких известных значений данного показателя. В то же время среди детей евреек европейского происхождения синдром Дауна встречается не чаще, чем в среднем по США или Северной Европе. Подобная разница может объясняться тем, что у европейских евреев традиционные ритуалы соблюдаются уже не так строго.

Все эти открытия поначалу вызвали бурный интерес, но дальнейших исследований в тех же направлениях проводилось мало. И все же имеющихся косвенных доказательств достаточно, чтобы они стали поводом для серьезного беспокойства. Из совокупности опубликованных данных напрашивается важный вывод: в случаях незапланированного зачатия преднамеренное воздержание, совпадающее по времени с овуляцией, может приводить к повышенной частоте выкидышей и аномалий развития плода.

В 1986 году акушер Джо Лей Симпсон начал масштабное исследование, цель которого состояла в том, чтобы проанализировать надежность календарного метода. В ходе этого исследования он сотрудничал, в частности, с шестью центрами, накопившими большой опыт в области естественного планирования семьи. Даты овуляций у обширной выборки женщин оценивали по данным о выделяемой маткой слизи и о повышении базальной температуры тела. Выводы о времени зачатия делали по индивидуальным таблицам, где каждая из женщин отмечала дни, в которые у нее был секс. Для простоты считалось, что зачатие всегда происходило в результате полового акта, наиболее близкого по срокам к овуляции, хотя это упрощение и могло привести к искажению данных. Все зачатия разделяли на связанные с сексом в «оптимальное» время и связанные с сексом в «неоптимальное» время. Оптимальным временем при этом считался только день перед овуляцией и сам день овуляции, а все остальные дни цикла считались неоптимальными.

В обобщающей публикации 1997 года группа Симпсона сообщала, что при неоптимальных и при оптимальных зачатиях частоты клинических случаев выкидыша и аномалий развития плода достоверно не отличаются. При этом одно достоверное отличие все же удалось выявить: при неоптимальном зачатии у женщин, у которых когда-либо ранее случалось самопроизвольное прерывание беременности, вероятность выкидыша оказалась втрое выше. Тем не менее авторы сделали следующий общий вывод: «Наши данные должны обнадежить приверженцев естественных методов планирования семьи». Этот вывод широко и позитивно освещался в СМИ, укрепляя представление о том, будто календарный метод контрацепции не связан с проблемой перезревших половых клеток. Но вывод был необоснованным, потому что неправильно ограничивать «оптимальные» половые акты всего двумя днями в районе вероятного времени овуляции: при использовании

календарного метода секса избегают в течение 10–14 дней, а вовсе не только двух. Проблема перезревших половых клеток может относиться к началу и концу этого продолжительного периода воздержания, а не к непродолжительному времени в непосредственной близости к овуляции. Группа Симпсона неправильно сформулировала вопрос, на который требовалось найти ответ.

В 2006 году профессор философии Люк Бовенс опубликовал хорошо продуманный очерк о возможных последствиях ритмического метода для эмбрионального развития. В своей работе он исходил из того факта, что противники абортов осуждают любые способы регулирования рождаемости, которые могут приводить к гибели эмбрионов. Исходным положением для его рассуждений послужило разумное предположение, что жизнеспособность эмбриона должна уменьшаться по мере увеличения промежутка между осеменением и овуляцией. Бовенс справедливо подметил, что зачатие, происходящее в результате осеменения в конце фертильного периода, особенно часто бывает связано с дефектами эмбрионального развития. Исходя из этого, можно ожидать, что ритмический метод, способствуя возникновению таких дефектов, будет приводить к повышению частоты выкидышей. Отсюда Бовенс сделал вывод, что «ритмический метод вполне может быть причиной намного большего числа случаев гибели эмбрионов, чем некоторые другие методы контрацепции».

Настоящая революция в женских противозачаточных средствах началась немногим больше 50 лет назад. Ее вызвало появление гормональных препаратов, которые удобно принимать внутрь в виде таблеток. Оральные контрацептивы (которые обычно называют противозачаточными таблетками или просто таблетками) позволяют ежедневно вводить в организм точно отсчитанные дозы стероидных гормонов. В большинстве таких таблеток содержатся как прогестероно-, так и эстрогеноподобные вещества. Давно известно, что большие дозы некоторых стероидных гормонов останавливают у млекопитающих овуляцию, нарушая естественный механизм обратной связи с яичником за счет блокировки выделения гипофизом фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов. Основной эффект при этом состоит в приостановке развития фолликулов и подавлении овуляции. Идея воспользоваться этим естественным механизмом для регулирования фертильности нельзя отказать в остроумности. Циркулирующие в крови женщины гормоны, особенно прогестерон, подавляют овуляцию на всем

протяжении беременности. Таким образом, если искусственно воспроизвести уровень гормонов, характерный для начальных стадий беременности, можно приостанавливать овуляцию и у небеременных женщин. Иными словами, противозачаточные таблетки обманывают женский организм, симулируя раннюю беременность. Это один из ярчайших примеров практического применения людьми естественных механизмов.

При этом у противозачаточных таблеток существуют и природные аналоги. Биолог Джеймс Хайам и его коллеги, изучая две стаи павианов, живущих в дикой природе в Нигерии, отмечали сезонные повышения концентрации прогестероноподобных побочных продуктов в их помете. Проведенное исследование показало, что концентрация этих продуктов повышалась лишь в тот период, когда павианы из обеих стай поедали определенную пищу, а именно плоды и молодые листья витекса (*Vitex doniana*). Лабораторные анализы подтвердили, что это растение в высоких концентрациях содержит прогестероноподобные вещества. В те периоды, когда самки павианов питались витексом, уровень данных побочных продуктов у них в помете повышался даже сильнее, чем уровень производных настоящего прогестерона во время беременности. Необычайно высокий уровень прогестероноподобных соединений в пище вызывал подавление набухания кожных покровов в анагенитальной области – внешнего индикатора активности яичников. Более того, в период особенно активного питания витексом у павианов вообще не происходило зачатий. Судя по всему, употребление данного растения в пищу имеет противозачаточное действие, симулируя беременность, как некоторые таблетки.

Подобные контрацептивы растительного происхождения находили и медицинское применение. В европейском Средиземноморье встречается другой вид витекса – витекс священный, или Авраамово дерево (*Vitex agnus-castus*), употребление плодов которого в пищу связывают с повышением уровня прогестероноподобных соединений в крови. В Средние века монахи и священнослужители использовали плоды этого дерева для подавления полового влечения. Но еще раньше, более 2000 лет назад, в Древнем Египте и Древней Греции Авраамово дерево начали использовать для лечения гинекологических заболеваний. В частности, препараты его плодов применяли для стимуляции менструаций, причем современные клинические исследования показывают, что такие препараты действительно могут быть полезны при терапии менструальных расстройств и бесплодия. Специалист

по истории медицины Джон Риддл ссылается на данные о том, что плоды витекса с давних пор используются и как противозачаточное средство. Диоскорид, ведущий специалист I века по медикаментам того времени, писал в своем трактате «О лекарственных веществах» (*De materia medica*), что витекс «подавляет способность к воспроизводству потомства и вызывает менструацию». Судя по всему, в небольших дозах препараты этого растения стимулируют менструацию, а в больших – препятствуют зачатию. Препараты витекса, растительные аналоги современных противозачаточных таблеток, принимаемые в небольших дозах, в свое время помогали монахам блюсти обет безбрачия. Казалось бы, что может быть естественнее?

Средневековые монахи, употреблявшие витекс, могли следовать советам Педру Жулиана – португальского врача, которого по иронии судьбы называют также Петром Испанским. В 1272 году Педру Жулиан написал книгу «Сокровище бедняков» (*Thesaurus pauperum*), ставшую необычайно популярной. В этой книге он описывал средства, предназначенные для подавления полового влечения, после чего переходил к советам беднякам о регулировании рождаемости, перечисляя различные растительные препараты для орального применения, в том числе плоды витекса. В 1276 году первый сторонник растительной контрацепции стал папой римским под именем Иоанн XXI. К сожалению, этот единственный врач на папском престоле прожил после своего избрания лишь восемь месяцев. Он настаивал на продолжении своих научных изысканий и велел возвести для них специальную пристройку к папскому дворцу. Однажды у нее обрушилась крыша, и от полученных травм папа скончался.

Итак, таблеткам предшествовали лекарственные растения. Но разработку современных противозачаточных таблеток затрудняли два обстоятельства. Важнейшее из них состояло в том, что для употребления стероидов в виде таблеток требуются немалые дозы. Выделение стероидных гормонов из тканей животных – слишком дорогостоящее дело. Необходимо было найти дешевые источники этих гормонов. Эту проблему удалось решить Расселлу Маркеру, химику-органику из Университета штата Пенсильвания, открывшему метод синтеза больших количеств прогестерона на основе растительных экстрактов. Принципиальное новшество заключалось в том, что такой экстракт, как выяснил Маркер, можно сравнительно дешево добывать из несъедобного дикого батата, растущего в мексиканских тропических

лесах в окрестностях Веракруса. Впоследствии несколько химиков, в том числе Карл Джерасси, разработали способы получения ряда синтетических прогестероноподобных соединений в лабораторных условиях. Вторым же препятствием на пути создания оральных контрацептивов было простое безразличие с оттенком предубеждения. Дело затягивали и государственные учреждения, и исследовательские отделения университетов, и фармацевтические компании. Например, Национальные институты здравоохранения вплоть до 1959-го запрещали финансировать исследования в области контрацепции.

Под влиянием Маргарет Сэнгер, основательницы американского движения за регуляцию рождаемости, специалист по репродуктивной физиологии Грегори Пинкус в 1951 году начал серьезную работу в этом направлении, не рассчитывая на финансирование национальных институтов. Вскоре у него появилась возможность перейти к испытаниям разрабатываемых препаратов. Капитал, вложенный в это предприятие филантропом Кэтрин Декстер Маккормик, позволил Пинкусу начать плодотворное сотрудничество с гарвардским профессором гинекологии католиком Джоном Роком, а также с его коллегой Минь-Цзюэ Чжаном. При этом поначалу Рок интересовался не столько противозачаточными средствами, сколько лечением женщин от бесплодия. Сотрудничество трех специалистов в очередной раз продемонстрировало, что знание репродуктивных механизмов можно использовать как для того, чтобы способствовать, так и чтобы препятствовать деторождению. Рок давал женщинам в течение нескольких месяцев пероральные препараты стероидных гормонов, поддерживая организм в состоянии, подобном беременности, а затем прекращал лечение. Благодаря особому эффекту («рикошету Рока») это позволяло забеременеть одной из шести женщин, ранее страдавших бесплодием. Подобным образом Рок испытал и первую разновидность разработанных Пинкусом противозачаточных таблеток, после прекращения приема которых удавалось забеременеть примерно такой же доле бесплодных женщин.

Хотя основной задачей Рока было лечение бесплодия, он подвергся ожесточенным нападкам со стороны некоторых католиков. Монсиньор Фрэнсис Карни из Кливленда назвал Рока «моральным насильником», а один американский акушер добивался от бостонского кардинала Ричарда Кушинга отлучения Рока от церкви. Больше 30 лет Рок преподавал клиническое акушерство в медицинской школе Гарварда в штате Массачусетс, в котором распространение контрацептивов было

поначалу запрещено законом. В 1963 году он опубликовал книгу «Настало время: врач-католик предлагает прекратить борьбу с регуляцией рождаемости» (The Time Has Come: A Catholic Doctor's Proposals to End the Battle over Birth Control), которую много обсуждали и нередко поносили.

Первые масштабные испытания оральных контрацептивов для женщин были проведены в Пуэрто-Рико в 1956 году с использованием таблеток, содержащих синтезированные Джерасси и другими химиками стероиды: прогестероноподобное соединение в сочетании с эстрогеном. Разрешение Федерального управления по контролю качества пищевых продуктов и медикаментов США на использование оральных контрацептивов было впервые получено в 1960 году. После этого противозачаточные таблетки быстро стали одним из наиболее популярных средств контрацепции по всему миру. В настоящее время их используют около 12 млн женщин в США и более 100 млн женщин на всей планете. В Великобритании их принимает четверть женщин в возрасте от 16 до 49 лет. Исследования показывают, что в тех странах, где применяются такие контрацептивы, рождаемость снижается примерно вдвое.

Чтобы добиться желаемых результатов, доза гормонов, принимаемых ежедневно в виде таблеток, должна быть подобрана очень точно. В большинстве случаев режим дозирования должен обеспечивать 28-дневный цикл. При этом в течение одной недели цикла обычно принимаются таблетки, не содержащие прогестерона, в результате чего у женщин происходят регулярные менструальные кровотечения, хотя медицинской необходимости в этом и нет. Как заметила антрополог Беверли Страссманн, к сожалению, многие гинекологи убеждены, будто женщинам нужны ежемесячные менструации.

Существует два основных способа приема противозачаточных таблеток. Если в упаковке 21 таблетка, их принимают по одной штуке ежедневно в течение трех недель, после чего в течение одной недели ничего не принимают. Когда же в упаковке имеется 28 таблеток, их принимают непрерывно, но лишь в 21 из них содержатся гормоны, а в остальных семи – только сахар, зато это помогает приучиться к ежедневному приему контрацептивов. При этом защита от нежелательной беременности в обоих случаях распространяется и на ту неделю, во время которой женщина не принимает гормонов. Еще один, не так давно разработанный вариант предполагает

трехмесячный прием таблеток, содержащих гормоны. В таком случае менструации происходят реже обычного.

Утверждение о том, что противозачаточные таблетки работают за счет стимуляции естественного механизма, прекращающего овуляции, вызывает немало споров. Все оральные контрацептивы, содержащие прогестероноподобные соединения, имеют один дополнительный эффект: они препятствуют проникновению спермы в матку посредством снижения количества слизи, выделяемой шейкой матки, и повышения ее вязкости. Поэтому оральные контрацептивы можно также рассматривать как препараты, препятствующие перемещению сперматозоидов. Высказывалось также предположение, что таблетки могут вызывать в слизистой оболочке матки изменения и мешать имплантации эмбриона. В связи с этим встречается утверждение, будто они могут способствовать ранним выкидышам. Однако оральные контрацептивы предназначены именно для того, чтобы содержащиеся в них стероидные гормоны препятствовали овуляции. Вероятность оплодотворения во время их приема ничтожно мала или равна нулю, и какие-либо сопряженные с ними затруднения передвижения сперматозоидов не имеют значения, а очень ранние выкидыши крайне маловероятны. Несмотря на это, папа Павел VI в своей известной энциклике «Humanae Vitae» от 1968 года (имеющей подзаголовок «О регуляции рождаемости») назвал применение оральных контрацептивов безнравственным. К горькому разочарованию Джона Рока, противозачаточные таблетки свалили в кучу с другими методами регуляции рождаемости, объявив их все «искусственными». В 2008 году папа Бенедикт XVI в очередной раз подтвердил эту официальную позицию Римско-католической церкви.

У противозачаточных таблеток есть одно несомненное преимущество перед многими другими методами контрацепции: они исключительно надежны. При обычном применении таблеток вероятность забеременеть в течение года составляет от 2 до 8 %, при идеальном – меньше одной трети процента. Так что этот метод однозначно надежнее всех методов барьерной контрацепции и любых форм планируемого воздержания. Польза от его надежности не ограничивается эффективным контролем размеров семьи. Поразительно, что за легализацией противозачаточных таблеток в любой стране вскоре следует заметное повышение доли женщин, поступающих в вузы и успешно получающих высшее образование.

Немало опасений вызывали утверждения о том, что использование противозачаточных таблеток может быть опасно для здоровья. В конце 1960-х появилось несколько сообщений о том, что противозачаточные таблетки повышают риск развития тромбоза, инсультов и сердечных приступов. В результате число американок, пользовавшихся таблетками, с 1975 по 1984 год сократилось вдвое. Судя по всему, оральные контрацептивы действительно могут оказывать вредное воздействие на свертываемость крови, способствуя образованию тромбов в легких и глубоких венах и повышая риск инсульта или сердечного приступа. В связи с этим таблетки обычно не прописывают женщинам, уже страдающим сердечно-сосудистыми заболеваниями или обладающим врожденной предрасположенностью к тромбозу или тяжелому ожирению или имеющим повышенный уровень холестерина в крови. Кроме того, считается, что их не следует использовать курящим женщинам старше 35 лет. Обеспокоенность вызывало также возможное влияние противозачаточных таблеток на массу тела. Окончательный вердикт по этому вопросу еще не вынесен: результаты одних исследований указывают на то, что использование таблеток действительно может приводить к незначительному увеличению массы тела, в то время как результаты других, напротив, указывают на возможность ее снижения.

Как бы то ни было, абсолютно ясно одно: риск, который может быть сопряжен с использованием таблеток, в любом случае намного меньше, чем риск, связанный с беременностью и родами без применения каких-либо методов регуляции рождаемости. Кроме того, противозачаточные таблетки приносят и некоторую пользу для здоровья. Одно заметное, хотя и незначительное, их преимущество состоит в том, что они снижают вероятность появления угрей. Более того, их даже иногда используют для лечения угревой сыпи у молодых женщин, так что контрацепция оказывается лишь побочным эффектом. Но есть и более серьезные показания к применению противозачаточных таблеток: известно, что они облегчают симптомы ряда заболеваний, таких как нерегулярные менструации, предменструальный синдром и воспаление тазовых органов. Что еще важнее, использование таблеток в течение пяти лет вдвое снижает вероятность развития рака яичников в более позднем возрасте, причем, если женщина принимает таблетки более 5 лет, этот риск снижается еще больше.

Немало споров вызывала возможность риска развития рака груди в связи с применением гормональных контрацептивов. Результаты

проводившихся в свое время исследований указывали на сложные взаимосвязи и нередко противоречили друг другу. Однако все прояснилось в 1996 году, когда были получены результаты масштабного повторного анализа данных, проведенного Объединенной группой по изучению гормональных факторов рака молочной железы на материалах 54 различных исследований, в которых участвовали более 150 000 женщин. Оказалось, что прием комбинированных оральных контрацептивов сопряжен с незначительным повышением риска постановки диагноза рака у женщин, принимающих такие таблетки. Однако рак, диагностируемый у женщин, принимающих или принимавших таблетки, в среднем выявляется на более ранних стадиях, чем у женщин, никогда не принимавших противозачаточных таблеток. Судя по всему, женщины, советующиеся с гинекологами по поводу регуляции рождаемости, просто чаще обследуются, и рак груди у них удается выявлять раньше.

Использование противозачаточных таблеток подвергали критике и еще по одной причине. Немало слов было высказано о возможных последствиях попадания в окружающую среду стероидов из миллионов таблеток, в конечном итоге оказывающихся в канализации. Как природные, так и синтетические стероиды, в частности эстрогены, выходят из организма с мочой и калом. Обсуждалось предположение, что это может вызывать гормональные нарушения в популяциях рыб, живущих в водоемах, в которые поступают очищенные сточные воды. Результаты некоторых исследований заставляли предположить, что эстрогены, попадающие в окружающую среду, приводят к феминизации рыб-самцов и снижению их плодовитости. Не удивительно, что убежденные противники противозачаточных таблеток указывали на загрязнение среды как на еще одно проявление зловредной сущности этих препаратов. Но не будем забывать и о том, что принимаемые орально эстрогены и прогестероноподобные соединения используются далеко не только для контрацепции, но также для лечения гормональных расстройств и для замещающей терапии в постклимактерический период. Кроме того, стероидные гормоны широко применяются в животноводстве, в частности, как стимуляторы роста. Следует также отметить, что на поздних этапах беременности организм женщины сам по себе вырабатывает в огромных количествах эстрогены и в ощутимых количествах прогестерон, постоянно выходящие наружу с мочой и калом. Те, кто поднимает шумиху вокруг загрязнения среды, связанного с использованием противозачаточных

таблеток, почти никогда не упоминают этого факта.

Как это часто бывает, подробные исследования позволили выявить сложную систему взаимодействий. Масштабное совместное исследование специалистов из Брунельского, Эксетерского и Редингского университетов в Англии показало, что загрязнение воды действительно приводит к нарушениям гормональной системы у рыб. Но при этом выяснилось, что работу тестостерона у рыб-самцов подавляют попадающие в реки и озера со сточными водами химикаты нестероидной природы. Именно эти вещества (антиандрогены), по-видимому, и играют ключевую роль в феминизации самцов у рыб. Результаты других исследований показали, что контакты с антиандрогенами могут также пагубно сказываться на репродуктивном здоровье человека. Теперь представляется, что за подобные гормональные нарушения отвечают не эстрогены и прогестероноподобные препараты сами по себе, но сложные коктейли из взаимодействующих друг с другом химикатов.

За исключением презервативов, разработка методов контрацепции для мужчин обычно полностью затмевалась контрацептивами, созданными для женщин. Как уже отмечалось в первой главе, один из простых подходов к мужской контрацепции, который, как считается, издавна применяют на Ближнем Востоке, особенно в Турции, состоит в нагревании яичек. В норме сперматозоиды вырабатываются и хранятся при температуре ниже внутренней температуры тела. Повышение температуры мошонки, даже непродолжительное, может в течение нескольких недель сказываться на плодовитости. Температуру мошонки можно повышать с помощью горячей воды, генерирования тепла ультразвуком или ношения специального нижнего белья, прижимающего яички к телу. Результаты разнообразных экспериментов, часть из которых провел Джон Рок, указывают на то, что нагревание яичек – метод безопасный, эффективный и обратимый. Однако мы не знаем, имеет ли долговременное применение этого метода какие-либо негативные последствия для здоровья и продолжает ли оно сказываться на качестве сперматозоидов после прекращения нагревания. Учитывая простоту этого подхода, можно только удивляться, что его так мало исследовали. Данный вопрос, несомненно, заслуживает серьезного внимания.

Возможность разработки мужских противозачаточных таблеток много обсуждалась, но практическое применение этого подхода

остаётся туманной перспективой. В комментарии, опубликованном в 1994 году в журнале *Nature*, Карл Джерасси и специалист по репродуктивной физиологии Стэнли Лейбо оценили шансы создания мужских таблеток до 2010 года как безнадежные. Разработка, испытание и законодательное одобрение метода использования нового контрацептива занимает от 15 до 20 лет, так что в этой области, вероятно, ещё долго ничего не изменится. Короче говоря, феминистки совершенно правы, когда жалуются на то, что разработка методов контрацепции сосредоточена на вмешательствах в функционирование женского организма.

Попытки исправить эту несправедливость все же предпринимались. В частности, был разработан метод, предполагающий инъекции синтетического прогестерона, препятствующего выработке сперматозоидов, в сочетании с нанесением геля, содержащего тестостерон и подавляющего побочные эффекты. К сожалению, это средство снижает половое влечение и имеет некоторые другие нежелательные последствия, такие как увеличение массы тела и повышенная утомляемость. Другие исследования были сосредоточены на процессе созревания сперматозоидов в придатках яичек. Было показано, что химическое соединение феноксифензамин подавляет эякуляцию, при этом не сказываясь на качестве спермы. Более того, когда применение препарата приостанавливают, его действие прекращается. Но дальнейшая разработка этого метода так и не состоялась, явно именно оттого, что он полностью подавляет эякуляцию. В 1929 году в китайской провинции Цзянси было проведено исследование, показавшее, что употребление пищи, приготовленной на нерафинированном хлопковом масле, коррелирует с пониженной мужской плодовитостью. Как выяснилось, противозачаточное действие данного метода связано с химическим соединением госсиполом, содержащимся не только в хлопчатнике, но и в бамии. Препараты госсипола в таблетках подавляют работу некоторых ферментов. В Китае в течение примерно 15 лет осуществлялась государственная программа испытаний этого средства. Как выяснилось, госсипол не только обладает надежным противозачаточным действием, но и серьёзно сказывается на здоровье, а 10–20 % пациентов навсегда делает бесплодными, поэтому в 1986 году было решено отказаться от дальнейших попыток разработать на его основе мужской контрацептив.

В последние годы специалист по биологии развития Майкл О'Ранд

изучил еще один возможный подход к обратимой мужской контрацепции. Вместе со своими сотрудниками он провел ряд экспериментов на макаках-резусах, которым делал инъекции антител к белку эпнину – специфическому компоненту клеточной мембраны сперматозоидов, в том числе человеческих. После этой процедуры самцы макак становились бесплодными. Более того, испытания показали, что у людей антитела к эпнину достоверно снижают подвижность сперматозоидов. Эти результаты открывают перспективы того, что рано или поздно в качестве мужского контрацептива можно будет применять инъекции соответствующих антител.

Обсуждавшиеся выше методы контрацепции в основном обратимы и обычно не приводят ни к каким существенным нарушениям плодovitости после прекращения их применения. Однако любой человек, решивший раз и навсегда отказаться от возможности иметь детей, может пройти процедуру стерилизации, которая, по сути, необратима. У мужчин можно перерезать семявыносящие протоки, ведущие от каждого яичка. Эту процедуру называют вазэктомией. Аналогичная операция для женщин основана на перевязке маточных труб.

Вазэктомия – несложная хирургическая операция, позволяющая исключить появление сперматозоидов в эякуляте. При этом яички остаются в мошонке и продолжают производить сперматозоиды, а также тестостерон и другие мужские гормоны. Насыщенная сперматозоидами жидкость, поступающая из яичек, в норме составляет менее 10 % эякулята, так что вазэктомия лишь ненамного уменьшает его объем, и все остальное остается, в общем, без изменений. Однако по меньшей мере у одного из десяти мужчин, прошедших вазэктомию, снижается половое влечение, и примерно столько же в итоге жалеют, что вообще решились на такую операцию. Как бы то ни было, врачи рекомендуют еще до прохождения вазэктомии сдать и заморозить образцы спермы. Частота сбоев вазэктомии как метода контрацепции очень низка. Вероятность незапланированной беременности партнерши через несколько месяцев после вазэктомии падает ниже 1 %. В настоящее время во всем мире около 6 % супружеских пар, практикующих регуляцию рождаемости, прибегают к этому методу.

Перевязка маточных труб у женщин тоже делает их бесплодными навсегда. Оба яйцевода при подобных операциях иногда действительно перевязывают, а иногда перерезают или наглухо затыкают. Задача

состоит в том, чтобы не допустить оплодотворения ни одной из яйцеклеток, выходящих из яичников. Как и в случае с вазэктомией, для этого обычно требуется операция, хотя существуют и методы, предполагающие довольно ограниченное хирургическое вмешательство с использованием лапароскопа. Такие операции могут сказываться и на выработке гормонов, и на менструальных циклах, и на половом влечении. Частота сбоев данного метода, подобно вазэктомии, составляет лишь около 1 % в течение первого года после операции. Однако со временем его эффективность может снижаться, потому что яйцеводы иногда восстанавливаются. К сожалению, если это происходит, то в одном случае из трех имплантация эмбриона будет происходить в неправильном месте, приводя к внематочной беременности. Среди супружеских пар всего мира метод контрацепции с помощью перевязки маточных труб примерно в пять раз более популярен, чем вазэктомия.

Хирургическое удаление обоих яичников (иногда вместе с яйцеводами) – так называемая овариэктомия – представляет собой более радикальный метод женской стерилизации, редко используемый для регуляции рождаемости. Удаление яичников приводит к существенным гормональным изменениям и сопровождается побочными эффектами, напоминающими усиленные симптомы менопаузы. После такой операции пациенткам обычно предписывают заместительную гормональную терапию. Особенно печально, что подобные операции в 7 раз повышают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Увеличивается также риск преждевременной утраты плотности костей (остеопороза).

В мировом масштабе хирургическая стерилизация теперь представляет собой один из самых распространенных методов регуляции рождаемости. В Китае почти у 40 % супружеских пар один из партнеров стерилизован. В некоторых других странах доля людей, проходящих стерилизацию, ниже. В США на женскую стерилизацию как средство контрацепции полагается каждая третья пара, так что это самый популярный метод регуляции рождаемости.

Самая крайняя форма постоянной стерилизации – бесспорно, кастрация. Часто этот термин используют только в отношении мужчин, потому что опустившиеся в мошонку семенники намного проще удалить, чем находящиеся в брюшной полости яичники. Однако в медицине принято различать мужскую кастрацию (орхиэктомию)

и женскую кастрацию (овариэктомию).

Сведения об использовании кастрации из религиозных соображений встречаются в древнейших археологических источниках. Находки из неолитического поселения Чатал-Хююк на юге Анатолии (Турция) свидетельствуют о том, что ритуальная самокастрация для служения богиням практиковалась почти 10 000 лет назад. Эта практика продолжалась и в Древнем Риме, а также некоторое время была распространена среди ранних христиан. Другие религии выступали против кастрации. Кастрация официально запрещена в иудизме и в исламе, как для людей, так и для животных.

Кастрация мужчин после полового созревания обычно сильно ослабляет или полностью уничтожает половое влечение. Таких мужчин называют евнухами. У них часто уменьшается мышечная масса, физическая сила и количество нательных волос. Самый известный пример кастрации мужчин – использование бесплодных евнухов в качестве слуг или стражников в гаремах для предотвращения измен. Однако в исторические времена евнухи намного чаще были обычными слугами или даже придворными и порой занимали высокое положение при дворе и бывали полководцами и даже правителями. Они ценились за свою сравнительную благонадежность.

Преднамеренная кастрация для получения евнухов впервые зафиксирована в шумерском городе Лагаш около 4000 лет назад. В Древнем Китае кастрацию не только использовали как традиционную форму наказания, она была также одним из требований для поступления на службу к императору. К закату династии Мин на службе у императора было около 70 000 евнухов, включая тех, которые служили в Императорском дворце. Традиция нанимать евнухов прекратилась в Китае лишь в 1912 году. В Индии также было принято использовать евнухов во дворцах правителей в качестве посыльных, прислужников и стражников для женщин царского рода. Они часто достигали высокого социального положения, потому что некоторые из них также были советниками государей.

Кастрация использовалась для различных целей: чтобы сделать рабов более покладистыми, для наказания преступников или врагов, для обезвреживания людей, совершавших преступления на сексуальной почве. В книге «Со времен Адама и Евы» (Ever Since Adam and Eve) Малькольм Поттс и Роджер Шорт пишут, что в первых десятилетиях XX века более чем в 20 штатах США в плановом порядке кастрировали мужчин, совершивших изнасилование, а также умственно

неполноценных. Хирургическая или химическая кастрация, называвшаяся «добровольной», практиковалась во многих регионах земного шара, в том числе в Северной Америке и Европе. Гораздо реже кастрация использовалась для регуляции рождаемости. Например, люди народности мориори, населявшей архипелаг Чатем у берегов Новой Зеландии, кастрировали часть младенцев мужского пола для того, чтобы поддерживать размер популяции на определенном уровне. Данная традиция возникла после того, как английские охотники на тюленей уничтожили колонию этих животных на островах – основной источник пищи и одежды для островитян.

Наименее оправданной, несомненно, была практиковавшаяся в Европе кастрация мальчиков, не достигших полового созревания, чтобы у них не ломался голос. У мальчиков, которых кастрировали до периода полового созревания, гортань не претерпевает изменений, характерных для этого периода, и в результате у них остается высокий голос, а также неразвитая мускулатура и маленькие гениталии. В те времена Римско-католическая церковь не разрешала женщинам петь в церковном хоре, и для исполнения высоких партий приходилось использовать кастрированных мальчиков. У кастратов необычный голосовой диапазон, сравнимый с диапазоном сопрано, меццо-сопрано или контральто. Самые ранние свидетельства, касающиеся певцов-кастратов, появляются в итальянских церковных архивах начиная с 1550-х годов; известно, что к 1558 году кастраты пели в хоре Сикстинской капеллы. В 1559 году папа Сикст V издал буллу «Cum pro nostri temporalis tempore» о реорганизации хора базилики Св. Петра в Риме, в явном виде приказав включать в него кастратов. Согласно одной из оценок, к 1720-м – 1730-м годам, когда мода на такое искусственное сохранение детского голоса достигла своего пика, каждый год кастрировали более 4000 мальчиков. Однако растущее сопротивление постепенно привело к исчезновению данной практики. Папа Бенедикт XIV предпринял шаги к запрещению использования кастратов в церквях еще в 1748 году, однако кастрация мальчиков продолжалась еще 130 лет, продлившись, таким образом, более трех столетий. В 1878 году папа Лев XIII наконец-то запретил нанимать новых кастратов в хоры Римско-католической церкви, и официальный конец этой практики был провозглашен в 1903 году следующим папой, Пием X. Последний певец-кастрат из хора Сикстинской капеллы, Алессандро Морески, умер в 1922 году.

Может показаться странным, что я заканчиваю обсуждение контрацепции рассказом об истории кастрации. Однако это

по большому счету правомочно, и вот почему: не укладывается в голове, что небольшие вмешательства в репродуктивную систему человека приводят религиозных людей в ярость, в то время как кастрация мальчиков только для того, чтобы украсить хор (и избежать использования женщин), считалась вполне допустимой и даже поощрялась в местах богослужения вплоть до начала XX столетия.

Теперь обратимся к вспомогательным репродуктивным технологиям, где понимание биологических процессов используется для стимуляции, а не для предотвращения размножения. Для лечения бесплодия необходимо полное понимание менструального цикла человека. Передовые для своего времени исследования менструального цикла, проведенные Германом Кнаусом, Кюсаку Огино и другими учеными, заложили основу для развития вспомогательных репродуктивных технологий, а также регуляции рождаемости. Более того, Огино разработал календарный метод отслеживания хода менструального цикла именно для того, чтобы помочь бесплодным парам повысить шансы зачатия, определяя период наибольшей фертильности. Огино был против использования этого метода для контрацепции, считая, что частота сбоев слишком высока. Он полагал, что соперничество календарного метода контрацепции с другими, более эффективными, может привести к большому числу нежелательных беременностей, заканчивающихся абортами. В свете вышесказанного совершенно неоправданно то, что календарный метод контрацепции в итоге стал известен как метод Огино – Кнауса.

Бесплодие – очень большая проблема. К 1985 году только в США на лечение примерно 2 млн бесплодных пар тратилось около 64 млрд долларов в год, причем лечение было успешным только в одном случае из семи. Хотя за последние 25 лет методы лечения значительно улучшились, низкий процент успеха по-прежнему остается проблемой. Вспомогательные репродуктивные технологии, несомненно, выиграют от лучшего понимания механизмов, определяющих динамику зачатий, особенно связанных со старением и отбором половых клеток, способных приводить к ранним выкидышам.

Самая незамысловатая из вспомогательных репродуктивных технологий – искусственная внутриматочная инсеминация (ВМИ), при которой для обеспечения зачатия сперма вводится непосредственно

в половые пути женщины. Первым удачное искусственное осеменение млекопитающих осуществил Ладзаро Спалланцани, изобретатель предотвращающих оплодотворение трусиков из тафты для лягушек. В 1784 году он сообщил о том, что искусственно осемененная собака родила трех щенков после обычной двухмесячной беременности. ВМИ имеет долгую историю использования в лабораторных исследованиях и при разведении животных, где она сейчас регулярно и широко применяется для избирательного скрещивания. Утверждают, что в Аравии искусственное осеменение использовалось в селекции лошадей еще в XIV веке, хотя надежных документов о начальном периоде использования этого метода не сохранилось.

Прошло больше века после опытов Спалланцани, прежде чем начали появляться сообщения об успешных опытах по искусственному осеменению кроликов, собак и лошадей. В частности, подобные опыты ставил, изучая возможные способы применения данного метода, специалист по репродуктивной биологии Уолтер Хип – автор термина «эструс».

В 1785 году известный шотландский хирург Джон Хантер совершил прорыв, впервые успешно применив метод искусственной инсеминации для человека, что привело к рождению ребенка. Однако, как и в случае с домашними животными, понадобилось больше века для введения этой техники в общепринятую практику. При искусственной инсеминации человека сегодня используется два метода: инсеминация спермой партнера и инсеминация донорской спермой. Если мужчина из пары, не способной достичь беременности, не полностью бесплоден, то используют его собственную сперму, которую сначала обрабатывают различными способами для увеличения фертильности, затем вводят в матку женщины. Если же мужчина из пары полностью бесплоден, то используют достоверно фертильную сперму от другого мужчины, донора. В обоих случаях инсеминация может проводиться как в момент естественной овуляции, так и с использованием гормональной стимуляции, приводящей к овуляции. Тот факт, что гинекологи предпочитают стимулировать овуляцию гормонально, а не подгадывать момент оплодотворения под естественную овуляцию, происходящую примерно в середине цикла, подтверждает сведения о большой вариативности менструальных циклов.

Несмотря на то что ВМИ уже широко используется, нам еще предстоит о ней многое узнать. Чтобы убедиться в этом, достаточно двух примеров. В 1984 году гинеколог Эстебан Кессерю опубликовал

данные о том, что вероятность зачатия при инсеминации донорской спермой повышается, если женщина занимается сексом со своим бесплодным партнером через несколько часов после ВМИ. Тайваньский гинеколог Фу-Жэнь Хуан, в свою очередь, сравнивал процент беременностей, происходящих при инсеминации спермой партнера, у пар, которые только что подвергались искусственной инсеминации, и похожих пар, которые занимались сексом примерно через 16 часов после ВМИ. В 1998 году Хуан и его коллеги опубликовали данные о том, что у пар, в которых мужчина имеет пониженное число подвижных сперматозоидов, благодаря занятию сексом процент беременностей увеличивается, однако у пар, где число подвижных сперматозоидов у мужчины нормальное, процент беременностей не изменяется.

ВМИ можно использовать в случае мужского бесплодия, с которым связаны проблемы примерно половины бесплодных пар. Однако женское бесплодие требует иного подхода. Достаточно частая причина бесплодия, примерно у одной из пяти бесплодных женщин, – непроходимость маточных труб (яйцеводов). У женщин, страдающих этим заболеванием, обычно все в порядке с менструальным циклом и овуляцией, однако физическая преграда на пути сперматозоидов препятствует оплодотворению. В таком случае можно извлечь яйцеклетки из яичников, добиться их созревания и оплодотворить *in vitro* (лат. «в стекле»)^[4]. Такое оплодотворение называется экстракорпоральным (ЭКО)^[5]. Потом получившиеся эмбрионы переносят в матку женщины. Детей, полученных с помощью ЭКО, обычно называют «детьми из пробирки», хотя на самом деле оплодотворение обычно проводят в плоской неглубокой чашке Петри.

Конечно, после ЭКО эмбрионы необходимо перенести в матку. Первым данную технику начал исследовать Уолтер Хип, который в 1890 году проводил эксперименты по переносу в матку эмбрионов кроликов. В конце концов первую оплодотворенную экстракорпорально яйцеклетку удалось получить Джону Року, исследовавшему возможность использования для ЭКО спермы, подвергнутой глубокой заморозке. Рок вместе с Артуром Хертигом и Мириам Менкин провел первые эксперименты по экстракорпоральному оплодотворению человека в США в 1944 году.

Первое успешное применение ЭКО с переносом эмбрионов в матку было осуществлено в Великобритании в 1977 году в ходе лечения

от непроходимости маточных труб 30-летней Лесли Браун. Процедура была проведена гинекологом Патриком Стептоу и физиологом Робертом Эдвардсом и привела к знаменитой беременности, в результате которой 25 июля 1978 года родился первый «ребенок из пробирки» – Луиза Браун. В 1981 году Эдвардс опубликовал данные о большом прогрессе в технологии ЭКО за прошедшие три года. В тот момент яйцеклетки получали с помощью пункции фолликулов яичников прямо перед овуляцией. Иногда использовали естественную овуляцию, временами ее стимулировали с помощью гормонов. В обоих случаях за созреванием фолликулов следили либо с помощью измерения уровня эстрогенов в крови, либо с помощью ультразвуковой диагностики. При стимуляции гормонами используется специальная схема стимуляции, при которой собственно овуляция обычно вызывается гормоном беременности – хориогоническим гонадотропином (ХГ). Если сперма партнера нормальная, то процент успешных беременностей при ЭКО довольно высок – около 90 %. Почти во всех случаях только один сперматозоид оплодотворяет яйцеклетку. Однако самым сложным и непредсказуемым процессом оказывается имплантация эмбриона после его переноса в матку. Успешно имплантируется лишь одна из каждых пяти бластоцист.

В 2010 году специалист по репродуктивной биологии Марк Коннолли с коллегами опубликовал данные о том, что между 1978 и 2008 годами на свет появилось более 3,5 млн детей, зачатых с помощью ЭКО и сходных вспомогательных репродуктивных технологий. В ознаменование этого замечательного достижения в 2010 году, через 30 лет после его первого успеха, Эдвардсу присудили Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

Однако у ЭКО есть свои недостатки. Примерно в одном случае из четырех при использовании ЭКО возникает многоплодная беременность, в то время как при естественном зачатии она наблюдается лишь в одном случае из ста. Кроме того, больший процент детей, зачатых с помощью ЭКО, рождается преждевременно, и перинатальная смертность среди подобных детей составляет почти 2 %, что в два раза больше, чем в контроле. Также у этих детей несколько чаще возникают уродства. Есть свидетельства, что ЭКО с последующим переносом эмбриона связано с повышенным риском возникновения врожденных пороков развития. В широкомасштабных исследованиях более 60 000 детей в Онтарио, проведенных Дарин Эль-Чаар из Оттавского университета, было выяснено, что риск возникновения пороков развития у «детей из пробирки» почти на 60 %

больше, чем у детей, зачатых обычным способом. Также Дженнита Рифьюз на основании данных Национального исследования методов предотвращения пороков развития в США показала, что некоторые типы пороков развития достоверно чаще возникают у детей, зачатых с помощью ЭКО. Причины этого пока не выяснены. Одна из возможных причин – препараты, применяемые для стимуляции овуляции. Некоторые исследования указывают на то, что повышенный риск может быть связан с теми самыми проблемами, которые и вызвали бесплодие. Определенную роль могут играть также лабораторные манипуляции, проводимые с яйцеклетками и спермой, и, наконец, ЭКО может позволять частично обходить естественные механизмы, которые в норме приводят к отбраковыванию дефектных эмбрионов на ранних стадиях.

Следующим шагом в развитии ЭКО было изобретение способа хранения человеческих эмбрионов ранних стадий развития в жидком азоте (криоконсервация эмбрионов) вместо того, чтобы сразу переносить их в матку. Первые удачные беременности с использованием криоконсервированных эмбрионов удалось получить специалисту по репродуктивной биологии Джерарду Зайлмейкеру в 1984 году. К 2008 году уже почти половина родившихся «детей из пробирки» развивались из предварительно замороженных эмбрионов. Если при выполнении процедуры ЭКО получают несколько эмбрионов и не все используются для переноса в матку, то пациенты могут воспользоваться услугой по долговременной криоконсервации дополнительных эмбрионов. Только в США на данный момент хранится около полумиллиона замороженных эмбрионов. Эмбрионы, полученные при лечении бесплодия, могут быть переданы другой женщине, а яйцеклетки и сперматозоиды можно использовать специально для получения подобных донорских эмбрионов. Однако с наличием запасных криоконсервированных эмбрионов связаны болезненные этические и юридические проблемы.

ЭКО позволяет женщинам забеременеть даже после менопаузы. Способность к вынашиванию ребенка после менопаузы полностью сохраняется, и благодаря использованию донорских эмбрионов женщина может забеременеть в 50 и даже 60 лет.

Одно серьезное опасение, связанное с криоконсервацией, вызывает возможная деградация эмбрионов. В 2010 году гинеколог Райан Риггс и его коллеги попытались выяснить, существует ли отрицательная

зависимость между временем хранения эмбрионов, процентом выживания эмбрионов и количеством удачных беременностей. Они проанализировали данные о примерно 12 000 замороженных эмбрионов, использованных в период с 1986 по 2007 год, и обнаружили, что время хранения не влияет на выживание эмбрионов после их переноса в матку. Более того, оно не влияет также на процент осложненных беременностей и выкидышей, на число имплантировавшихся эмбрионов и на число рождающихся нормальных детей. Основная сложность, возникающая при использовании криоконсервированных эмбрионов, – многоплодие. Это непосредственный результат сомнительной практики переноса в матку сразу многих эмбрионов для повышения вероятности успешной беременности.

Как и в случае искусственной инсеминации, ЭКО может проводиться с использованием как собственной яйцеклетки женщины, которая хочет забеременеть, так и донорской яйцеклетки другой женщины. Также можно взять яйцеклетку женщины, которая бесплодна, например, из-за проблем с маткой и сама не может вынашивать детей, и после искусственного оплодотворения перенести эмбрион для дальнейшего развития в матку плодовой женщины. В случае гетеросексуальных пар можно использовать как сперму партнера, так и донорскую сперму. Лесбийские пары для зачатия ребенка могут воспользоваться донорской спермой. Первый перенос эмбриона, полученного из яйцеклетки одной женщины, в матку другой женщины был произведен в июле 1983 года и привел к успешному рождению ребенка в 1984 году. Эта процедура, называемая «суррогатное материнство», производится при различных показаниях, и о ней есть много противоречивых отзывов, в особенности потому, что с ее использованием связаны сложные юридические проблемы. Так как суррогатная мать может получать плату за свои услуги, на «суррогатное материнство» иногда навешивают оскорбительные ярлыки вроде «матки напрокат» и «беременности на стороне». В некоторых странах «суррогатное материнство» запрещено законом, в других же официально разрешено.

Развитие технологии ЭКО позволило оплодотворять яйцеклетку одним сперматозоидом, вводимым в нее с помощью микроинъектора. Первыми эту процедуру, впоследствии названную «внутрицитоплазматическая инъекция сперматозоида» (метод ИКСИ,

интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида – от английского ICSI – intracytoplasmic sperm injection), провели эмбриологи Поль Деврой и Андре Ван Стейртегхем в 1992 году. ИКСИ в основном используется для лечения мужского бесплодия, но также в тех случаях, когда яйцеклетка плохо проницаема для сперматозоида. Иногда ИКСИ применяется просто для более надежного экстракорпорального оплодотворения, особенно с помощью донорской спермы. Использование ИКСИ вызывает озабоченность, так как при этом обходятся естественные способы отбраковывания сперматозоидов при оплодотворении. Сейчас появилась возможность проверять способность сперматозоидов прикрепляться к оболочке яйцеклетки для предварительного отбора перед использованием их для ИКСИ. Тем не менее постепенно накапливаются доказательства того, что при использовании ИКСИ, так же как и обычного ЭКО (когда к яйцеклетке просто добавляют сперму с большим количеством сперматозоидов), чаще появляются дети с пороками развития. Первое сообщение об этом было опубликовано в 2002 году специалисткой по здравоохранению Мишель Хансен. Исследовательница и ее команда пришли к выводу, что риск рождения ребенка с пороком развития при использовании ИКСИ в два раза превышает риск при естественном зачатии. Однако такой же результат получился при исследовании обычного ЭКО, так что ИКСИ не связан ни с каким дополнительным риском. В 2004 году изобретатели ИКСИ Деврой и Ван Стейртегхем опубликовали обзор, посвященный 10-летнему использованию ИКСИ. Они подчеркивали, что благодаря ИКСИ многие пары, которым до изобретения ИКСИ пришлось бы использовать донорскую сперму, смогли иметь своего собственного ребенка, с геномом обоих родителей. Они также подтвердили, что, хотя при использовании ИКСИ риск возникновения уродств выше, чем при естественном зачатии, он не выше, чем при использовании обычного ЭКО.

Казалось, можно было бы ожидать, что религиозные деятели будут возражать в основном или исключительно против противозачаточных средств и что вмешательства, направленные на помощь с зачатием, будут, напротив, приветствоваться. Но оказывается, что вспомогательные репродуктивные технологии также часто запрещаются религией, опять же на основании того, что они «неестественны». Например, в 1968 году Римско-католической церковью был выпущен циркуляр *Humanae Vitae*, осуждавший все формы

искусственной инсеминации, включая ЭКО, так как они отделяют зачатие от супружества. В 2008 году папа Бенедикт XVI в официальной инструкции *Dignitas personae* открыто осудил метод внутрицитоплазматической инъекции сперматозоидов (ИКСИ). Этические и религиозные возражения выдвигаются также против уничтожения эмбрионов, полученных с помощью ЭКО. Примечателен парадокс, на который указал философ Джон Харрис в своей статье 2003 года: если при использовании ЭКО на самом деле гибнет меньше эмбрионов, чем при естественном зачатии, тогда, по-видимому, использовать ЭКО для зачатия более этично, чем размножаться обычным способом.

Тема вмешательства в репродуктивные функции человека связана со многими болезненными проблемами. Однако имеются веские доводы как в пользу развития методов контрацепции (главным образом в целях предотвращения резкого роста населения Земли, что важно для нас всех), так и в пользу развития вспомогательных репродуктивных технологий, так как они помогают бездетным парам в их естественном стремлении завести ребенка. Мы прошли долгий путь с тех пор, как наш вид отделился от близкородственных, и сильно увеличившийся мозг помог нам изменить многие аспекты нашей жизни, в частности, связанные с размножением. Мы уже не можем вернуться к условиям, в которых жили наши далекие предки – охотники и собиратели. Но мы можем по крайней мере разобраться в естественных основах нашего размножения, чтобы любые вмешательства в этот процесс базировались на биологических знаниях.

В заключение этой, последней главы будет уместно сказать несколько слов о будущем репродуктивной функции человека, исходя из эволюционных данных.

В человеческом эякуляте содержится в среднем около четверти миллиардов сперматозоидов, из которых лишь один может оплодотворить яйцеклетку. Мы по-прежнему не знаем, зачем для этого необходимо такое огромное число сперматозоидов. Успешная работа механизмов фильтрации в женских половых путях позволяет сократить это число до горстки избранных, которым дозволено приблизиться к яйцеклетке. Мы знаем по меньшей мере один такой механизм: слизь, выделяемая шейкой матки, не допускает внутрь деформированные сперматозоиды. Кроме того, система связывания сперматозоидов со стенкой яйцеводов, по-видимому, лучше работает

с высококачественными сперматозоидами. Но можно ли считать остальной путь, проделываемый сперматозоидами, просто случайным процессом? Это еще одна область, где остро необходимы дальнейшие исследования. В свете убедительных данных о снижении среднего числа сперматозоидов в эякуляте игнорировать этот вопрос просто опасно.

Пожалуй, наибольшую тревогу вызывает вопрос о генетических манипуляциях и о возможности клонирования людей. В настоящее время в США и Европе разрешены некоторые формы строго регулируемых генетических манипуляций, хотя как прямое клонирование отдельных людей, так и преднамеренное вмешательство в зародышевую линию (особые клетки нашего организма, от которых происходят сперматозоиды или яйцеклетки) запрещены законом. Вместе с тем генетические манипуляции с клетками человека, не входящими в состав зародышевой линии, считаются вполне допустимыми. Однако можно ли гарантировать, что введение последовательностей ДНК в организм родителя с помощью какого-либо переносчика не будет иметь незапланированных последствий? Если случайно или специально ввести ДНК в зародышевую линию, ДНК автоматически станет без конца передаваться из поколения в поколение. Более того, хотя в некоторых странах и существует официальный запрет на преднамеренное вмешательство в зародышевую линию и клонирование, технологии, позволяющие это делать, вполне доступны.

Наш вид, как и все остальные, сформировался в ходе эволюции в естественных условиях, и чтобы хорошо разобраться в себе и обеспечить человечеству достойное будущее, необходимо изучать наши эволюционные истоки. Однако эволюция репродуктивных механизмов человека не так уж часто становится предметом глубоких исследований, несмотря на то что именно успех размножения лежит в самой основе естественного отбора. Надо признать, что для реконструкции эволюционной истории нашего собственного размножения палеонтологические данные могут дать лишь некоторое количество косвенных указаний. Но здесь многого можно добиться, изучая самих себя и сравнивая с другими современными видами в поисках общих принципов, которые можно будет надежно интерпретировать. Сравнение как с близкими, так и с далекими от нас ветвями и уровнями древа жизни нужно, чтобы ответить на многие фундаментальные вопросы, связанные с размножением человека. Эта идея служила мне путеводной звездой на протяжении всего моего 40-летнего пути, в ходе которого я пытался разобраться в истории

наших репродуктивных функций и в итоге написал эту книгу. Моя цель с самого начала состояла в том, чтобы стремиться к более глубоким знаниям и отыскать как можно больше способов их практического применения. Я руководствовался этой целью в процессе изучения всех обсуждаемых в настоящей книге вопросов – от фундаментальных биологических механизмов, давших нам сперматозоиды и яйцеклетки, до сложных проблем регуляции рождаемости и вспомогательных репродуктивных технологий. Я надеюсь, что эта книга поможет увидеть размножение человека в новом свете не только мне самому, но и ее читателям.

Глоссарий

Акушерство – раздел медицины, занимающийся женскими репродуктивными органами в состоянии беременности.

Амнион – одна из зародышевых оболочек, которой окружен развивающийся зародыш. Содержащаяся в ней жидкость защищает его от механических повреждений. При разрыве амниона во время родов амниотическая жидкость, которую называют околоплодными водами, вытекает.

Ампула – латеральный расширенный отдел **яйцевода** (от латинского слова, означающего сосуд).

Андрогены – **стероидные гормоны** естественного или искусственного происхождения, которые вызывают и регулируют развитие мужских половых признаков у млекопитающих и других позвоночных животных.

Андрология – раздел медицины, занимающийся анатомией, физиологией и патологией мужских половых органов и мужским бесплодием.

Арахидоновая кислота (АК) – одна из важнейших длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (ДЦПНЖК), играющая существенную роль в развитии мозга.

Агрезия фолликула – дегенерация не достигшего зрелости **фолликула** в яйцеводе.

Базальная температура тела – самая низкая температура тела в состоянии покоя, обычно во время сна. У женщин после овуляции, как правило, происходит небольшое повышение базальной температуры (примерно на 1,5–2 °С). Повышенная температура в большинстве случаев держится на протяжении всей второй (**лютеиновой**) фазы цикла. Изменения базальной температуры в течение менструального цикла тесно связаны с интенсивностью обмена веществ в организме женщины.

Бакулюм – кость, имеющаяся внутри пениса у многих видов животных.

Барьерные методы контрацепции – методы, связанные с использованием какого-либо физического барьера, препятствующего оплодотворению, например презерватива или диафрагмы.

Бесплодие – неспособность к размножению. По определению Всемирной организации здравоохранения, пару считают бесплодной,

если зачатие не наступает в течение года регулярной половой жизни без использования средств контрацепции.

Биологические часы – внутренние часы, которые подстраивают биологические процессы в организме под смену дня и ночи и времен года. Могут подводиться с помощью изменения освещенности в течение дня и изменения длины светового дня. Также называются циркадными часами (от лат. *circa* – около, кругом и *dies* – день).

Бластоциста – структура, образующаяся из оплодотворенной яйцеклетки на ранних стадиях развития большинства млекопитающих. У человека бластоциста начинает формироваться на пятый день после оплодотворения. В ней есть внутренняя клеточная масса, из которой впоследствии образуется эмбрион, и внешний слой клеток, имеющий форму полого шара, – **трофобласт**, который участвует в формировании плаценты после **имплантации**. Человеческая бластоциста состоит примерно из 80 клеток.

Вазэктомия – метод мужской стерилизации, основанный на перерезании **семявыносящих протоков**.

Вклад родителей – любой вклад родителя в своего детеныша (ребенка), повышающий его выживаемость и репродуктивный успех за счет траты родительской способности вкладываться в других своих детенышей (детей), или любые действия родителя, повышающие приспособленность потомства ценой снижения какой-либо составляющей приспособленности родителей.

Влагалище – отдел женских половых путей, в который во время совокупления вводится пенис.

ВМИ – внутриматочная инсеминация.

ВМС – внутриматочная спираль.

Внематочная беременность – беременность, при которой эмбрион прикрепляется и развивается в неправильном месте (в яйцевом или в брюшной полости).

Внутриматочная инсеминация (ВМИ) – одна из форм искусственного осеменения, при которой предварительно обработанная сперма вводится непосредственно в матку.

Внутриматочная спираль (ВМС) – метод контрацепции, при котором в матку вставляют небольшое приспособление, обычно содержащее медь. Одна из обратимых форм долговременной **контрацепции**. Хотя это приспособление и называется спиралью, теперь чаще бывает в форме буквы Т.

Вспомогательные репродуктивные технологии – любые

процедуры, используемые для борьбы с бесплодием, в том числе **ВМИ, ИКСИ, ЭКО и перенос эмбриона.**

Выкидыш – самопроизвольное прерывание беременности в течение первых 18 недель после зачатия.

Высшие приматы – обезьяны и человек, в целом более эволюционно продвинутые, чем **низшие приматы**, в частности, обладающие более высокоразвитым мозгом.

Гаметы – половые клетки, образующиеся из клеток **зародышевой линии** многоклеточного организма; у женщин – яйцеклетки, у мужчин – **сперматозоиды.**

Геном – полная генетическая информация, в большинстве случаев записанная в ДНК организма. Клетки эукариот (организмы, обладающие оформленным клеточным ядром) часто имеют два генома: ядерный, находящийся в ядре в виде хромосом, и митохондриальный, находящийся в каждой из **митохондрий** клетки.

Гермафродит – индивидуум, обладающий и женскими, и мужскими половыми органами.

Гестация – строго говоря, период между зачатием и рождением у млекопитающих. У человека гестационный период примерно на две недели короче, чем беременность, так как беременность принято отсчитывать от начала последней менструации.

Гинекология – раздел медицины, изучающий вопросы, касающиеся женских репродуктивных органов, не связанные с беременностью.

Гипофиз – небольшая эндокринная железа, расположенная на нижней стороне головного мозга. Гипофиз уподобляют дирижеру гормонального оркестра организма. В частности, гипофиз вырабатывает связанные с размножением гормоны **ФСГ, ЛГ и пролактин.**

Гистерэктомия – хирургическое удаление матки.

Годичный цикл – внутренний цикл организма, управляемый биологическими часами, имеющий период около года и подстраиваемый в соответствии с циклическими изменениями сигнальных факторов среды, в частности продолжительности светового дня.

Диафрагма – барьерное средство контрацепции, похожее на колпачок, сделанный из латекса или силикона и вставляемый во влагалище перед входом в шейку матки. По краю диафрагмы идет пружина, которая распирает ее во влагалище и не дает **сперматозоидам** проникать в матку.

Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты

(ДЦПНЖК) – жирные кислоты, содержащие цепочки не менее чем из 18 атомов углерода (длинноцепочечные), между которыми имеются две или более двойные связи (полиненасыщенные). Могут образовывать новые химические связи в местах, где связи двойные. Две очень важные ДЦПНЖК, которые присутствуют в человеческом молоке: **арахидоновая кислота** и **докозагексаеновая кислота**.

Докозагексаеновая кислота (ДГК) – одна из важнейших **длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот**, играет существенную роль в развитии мозга.

Доношенный ребенок – ребенок, родившийся в период от 37-й до 42-й недели беременности, отсчитанной от начала последней менструации, считается доношенным.

ДЦПНЖК – **длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты**.

Желтое тело – структура, которая образуется из остатков фолликула после **овуляции** и обычно выделяет **прогестерон** под действием **лютеинизирующего гормона**.

Живорождение – размножение посредством развития зародыша внутри организма матери. Детеныш сразу появляется на свет, а не остается какое-то время в отложенном матерью яйце. Среди млекопитающих живорождение свойственно всем плацентарным млекопитающим, а также некоторым рыбам, амфибиям и рептилиям.

Забота о потомстве – любая форма родительского поведения, повышающая приспособленность потомства.

Зародышевая линия – отдельная линия потенциально бессмертных клеток, из которых образуются половые клетки у многоклеточных организмов.

Зрелорождающиеся животные – млекопитающие, детеныши которых рождаются хорошо развитыми, покрытыми мехом, с открытыми глазами и ушами (например, копытные и приматы).

ИКСИ – аббревиатура для **интрацитоплазматической инъекции сперматозоида** (от английского ICSI – intracytoplasmic sperm injection).

Имплантация – процесс прикрепления эмбриона к стенке матки, происходящий на ранних стадиях беременности. У человека и человекообразных обезьян бластоциста внедряется глубоко в слизистую оболочку матки.

Индукцированная овуляция – овуляция, которая запускается спариванием.

Интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида (ИКСИ) –

процедура, используемая для **экстракорпорального оплодотворения**, при которой сперматозоид вводят непосредственно в цитоплазму яйцеклетки с помощью микроинъектора.

Искусственное осеменение (оплодотворение) – введение спермы самца животного в половые пути самки того же вида с целью оплодотворения ее яйцеклеток и получения потомства. У человека искусственное оплодотворение поначалу производилось путем введения спермы во влагалище или яйцевод, но в настоящее время все чаще применяется введение ее непосредственно в полость матки (**внутриматочная инсеминация, ВМИ**).

Казеины – тип белков, присутствующих в молоке всех млекопитающих. Казеины составляют примерно 4/5 всех белков, входящих в состав коровьего молока, и примерно 1/3 всех белков человеческого молока.

Календарный метод – то же, что **ритмический метод**.

Кесарево сечение – операция, при которой младенца и послед извлекают из тела матери через разрез в брюшной стенке и стенке матки.

Клонирование – размножение путем получения особей, генетически идентичных родительской особи, а не с помощью полового процесса.

Контрацепция – намеренное предотвращение зачатия при помощи использования различных сексуальных практик, приспособлений, химических веществ или хирургических вмешательств. Также называется регуляцией рождаемости и планированием семьи. Широко используемые способы контрацепции включают в себя барьерные методы, которые не дают **сперматозоиду** встретиться с **яйцеклеткой** (например, **презерватив, диафрагма**), разрушение сперматозоидов (**спермициды**), подавление **овуляции** (оральные контрацептивы), предотвращение имплантации (**внутриматочные спирали**) и устранение **сперматозоидов** из **семенной жидкости** (**вазэктомия**). Сексуальные практики включают **календарный метод (ритмический метод)** и метод прерванного полового акта.

Кортизол – стероидный гормон, вырабатываемый надпочечниками. Выделяется в ответ на стресс. Уровень этого гормона широко используют как показатель степени стресса. Основные функции – повышение уровня сахара в крови, подавление иммунной системы и активация метаболизма жиров, белков и углеводов.

Крипторхизм – неопущение одного или обоих яичек в мошонку. После формирования яички остаются в брюшной полости плода приблизительно до 7-го месяца беременности. В 97 % случаев они

опускаются в мошонку еще до рождения ребенка. Если этого не происходит, примерно в 80 % случаев яички опускаются в течение первого года жизни, обычно в первые три месяца. Соответственно, частота встречаемости крипторхизма в целом составляет около 1 %, а частота неопущения обоих яичек – около 0,15 %.

Лактация – выработка молока для кормления потомства, определяющий признак млекопитающих.

Лапароскоп – тонкая трубка, которая вводится через прокол брюшной стенки в брюшную полость и позволяет хирургу произвести осмотр внутренних органов.

ЛГ – лютеинизирующий гормон.

Ложная беременность – состояние, напоминающее беременность. Встречается у женских особей некоторых млекопитающих. Ложную беременность нередко вызывает присутствие желтого тела после безуспешного сокоупления, а иногда – опухоли, нарушающие нормальный гормональный баланс. Ложная беременность часто встречается, например, у собак, но у женщин редко.

Лютеинизирующий гормон (ЛГ) – один из гормонов **гипофиза**. Повышение уровня ЛГ инициирует овуляцию у млекопитающих. Также он стимулирует образование **желтого тела** в яичнике самок (женщин) и влияет на семенники у самцов (яички у мужчин).

Лютеиновая фаза – фаза менструального цикла высших приматов, продолжающаяся от овуляции до менструации. После овуляции лопнувший **фолликул**, из которого вышла яйцеклетка, формирует **желтое тело**, которое существует на протяжении всей лютеиновой фазы.

Мелатонин – гормон, вырабатываемый **эпифизом**, железой внутренней секреции в головном мозге млекопитающих. Образуется только в темноте и напрямую связан с регуляцией **биологических часов**.

Менархе – начало менструаций у девочек-подростков (от греч. *meno* – месяц и *arkhe* – начало).

Менопауза – полное прекращение менструаций и окончание репродуктивного периода у женщины, происходит примерно в 50 лет (от греч. *meno* – месяц и *pausis* – прекращение).

Менструальный цикл – название **яичникового цикла** у **высших приматов** и некоторых других млекопитающих, у которых этот цикл заканчивается **менструацией**.

Менструация – периодическое (ежемесячное) отслоение слизистой оболочки матки, сопровождающееся кровотечением. С первого дня менструации отсчитывают **менструальный цикл**.

Митохондрия – маленькая окруженная мембраной структура, находящаяся внутри большинства клеток, имеющих ядро. Митохондрии произошли от свободноживущих бактерий (родственных бактериям, вызывающим тиф), которые проникли в клетки других живых существ и стали их постоянными обитателями, превратившись в крошечные «силовые станции» и обеспечивая эти клетки энергией.

Многосамцовая группа – социальная группа, включающая двух или более взрослых особей мужского пола и двух или более взрослых особей женского пола.

Молозиво – особый вид молока, который вырабатывается молочными железами матери в течение первых трех-четырех дней после рождения ребенка. Молозиво содержит антитела, которые защищают новорожденного ребенка от инфекций. Обычно в нем меньше жиров и больше белков, чем в более позднем молоке.

Моногамия – система спаривания или форма брака, при которой одна взрослая особь мужского пола связана с единственной взрослой особью женского пола.

Мошонка – вместилище семенников (яичек) за пределами основной полости тела.

Недоношенный ребенок – ребенок, родившийся менее чем за три недели до ожидаемого появления на свет, т. е. после 37 недель внутриутробного развития, отсчитывая от первого дня последней менструации, или еще раньше.

Незрелорождающиеся животные – животные, чьи детеныши рождаются недоразвитыми, практически без меха, с глазами и ушами, закрытыми кожей (например хищники, грызуны и тупайи).

Нейрон – нервная клетка.

Низшие приматы – лемуры, лори и долгопяты, в целом более примитивные, чем высшие приматы, в частности, в отношении развития мозга. Их также называют **полуобезьянами**.

Обезьяны Нового Света – обезьяны, живущие в Центральной и Южной Америке.

Обезьяны Старого Света – обезьяны, живущие в Африке и Азии.

Овариэктомия – удаление одного или обоих яичников. Может использоваться как способ кастрации у женщин.

Овуляция – выход яйцеклетки из яичника.

Однопроходные – яйцекладущие млекопитающие (утконос, ехидна и проехидны).

Односамцовая группа – социальная группа, включающая одну

взрослую особь мужского пола и одну или более взрослых особей женского пола.

Окситоцин – гормон, вырабатываемый гипофизом, наиболее известен в качестве одного из регуляторов репродуктивной функции млекопитающих, особенно во время и после родов. Выделяется в больших количествах после расширения шейки матки во время схваток, способствует родам, формированию привязанности матери к ребенку и кормлению грудью (после стимуляции сосков). Иногда окситоцин называют «гормоном любви» за его роль в оргазме, формировании взаимной привязанности партнеров и материнском поведении.

Оогоний – клетка-предшественница в яичниках плода женского пола, из которой может развиваться **ооцит**.

Ооцит – созревающая яйцеклетка.

Орхиэктомия – мужская кастрация.

Остеопороз – снижение плотности костей.

Паховый канал – канал, по которому яички опускаются из брюшной полости в **мошонку**.

Педиатр – врач, специалист по детским болезням и уходу за детьми.

Перевязка яйцеводов – метод стерилизации, включающий перерезку, прижигание или пережатие обоих яйцеводов.

Перенос эмбриона – один из этапов вспомогательной репродуктивной технологии, используемой для людей или животных, при котором в матку помещают один или несколько эмбрионов. Широко используется при **экстракорпоральном оплодотворении (ЭКО)**.

Перешеек – узкий нижний участок **яйцевода**.

Плацента – структура, с помощью которой зародыш прикрепляется к стенке матки, служащая для снабжения его питательными веществами и удаления отходов обмена веществ. Название происходит от греческого *plakous* – плоский пирог. Плаценту вместе с оболочками плода также называют последом.

Плацентофагия – поедание плаценты после родов. Форма поведения, свойственная самкам большинства млекопитающих.

Плод – термин, которым называют развивающийся в матке зародыш после того, как у него сформировались основные органы – мозг, сердце, кишечник и мочеполовая система. В отличие от **эмбриона** плод уже в целом похож на новорожденного и различается с ним в основном размерами. В развитии человека стадия плода длится примерно 30 недель, начиная с восьмой недели после зачатия и заканчивая рождением.

ребенка.

Плодовитость – биологическая способность к зачатию.

Полиандрия – система спаривания или форма брака, при которой одна взрослая особь женского пола связана с двумя или более взрослыми особями мужского пола.

Полигиния – система спаривания или форма брака, при которой одна взрослая особь мужского пола связана с двумя или более взрослыми особями женского пола.

Половой диморфизм – морфологические отличия между взрослыми особями одного вида, относящиеся к мужскому и женскому полу и не связанные непосредственно с первичными половыми признаками, т. е. отличиями половых органов. Чаще всего касается размеров тела и внешнего облика.

Половые клетки – то же, что **гаметы**.

Полубезьяны – то же, что **низшие приматы**.

Послеродовая депрессия – непсихотическое депрессивное состояние, возникающее вскоре после рождения ребенка. Не сопровождается симптомами психотического расстройства..

Правило Негеле – стандартный способ вычисления ожидаемой даты родов. Согласно этому правилу, чтобы вычислить дату родов, к первому дню последнего менструального цикла нужно прибавить один год, затем вычесть три месяца, а затем прибавить семь дней. В результате получается примерно 280 дней (40 недель) со времени последней менструации.

Предстательная железа (простата) – железа размером с грецкий орех, входящая в состав репродуктивной системы и расположенная между мочевым пузырем и пенисом у большинства млекопитающих мужского пола, в том числе у мужчин. Простата вырабатывает похожую на молоко жидкость, составляющую около трети объема человеческой **спермы**, в состав которой входят также **сперматозоиды** и жидкость, выделяемая **семенными пузырьками**.

Преждевременные роды – роды, произошедшие на сроке до 37 полных недель беременности, отсчитываемой от первого дня последней менструации.

Презерватив – средство контрацепции, создающее барьер для **сперматозоидов** при совокуплении. Обычно так называют чехол, надеваемый на эрегированный пенис, но бывают и женские презервативы. Презервативы не только предотвращают оплодотворение, но и снижают вероятность заражения болезнями, передающимися

половым путем.

Преформизм – существовавшее в прошлом представление о том, что любой живой организм возникает в результате роста своего миниатюрного подобия, а не благодаря постепенному развитию его частей в ходе преобразований, следующих за оплодотворением яйцеклетки. Спермисты полагали, что в головке **сперматозоида** содержится крохотный гомункул, а овисты – что подобный гомункул содержится в **яйцеклетке**.

Прогестерон – **стероидный гормон**, играющий важную роль как в яичниковом цикле, так и в беременности. Обычно его вырабатывает **желтое тело** после **овуляции**, в течение лютеиновой фазы цикла. Если происходит зачатие, этот гормон оказывается непосредственно вовлечен в поддержание беременности вплоть до родов.

Прогестогены – химические вещества, обычно **стероидные гормоны**, похожие по действию на гормон **прогестерон**.

Пролактин – гормон, вырабатываемый и выделяемый **гипофизом** и связанный у млекопитающих с **лактацией**. Он также задействован в отцовском поведении и в реакциях на стресс.

Простагландины – сигнальные вещества местного действия, родственные жирным кислотам. Они выполняют разные функции, в частности управляют сокращением и расслаблением гладкой мускулатуры. Это не гормоны, потому что они вырабатываются во многих местах по всему телу, а не в каком-то одном конкретном месте. Простагландины были впервые открыты в семенной жидкости и получили такое название из-за предположения, что их вырабатывает **предстательная железа**. Теперь известно, что на самом деле простагландины, содержащиеся в семенной жидкости, производят **семенные пузырьки**.

Простата – то же, что **предстательная железа**.

Релаксин – гормон, вырабатываемый у женщин **желтым телом** в яичнике, **плацентой** и молочной железой. У мужчин его производит **предстательная железа**, также он содержится в **сперме**. Во время родов релаксин способствует размягчению связки, соединяющей две половинки таза в лобковой области, но выполняет он и другие функции.

Ритмический метод (календарный метод) – метод контрацепции, предполагающий периодическое воздержание и нередко называемый «естественным». В его основе лежит представление о наличии в менструальном цикле окна фертильности, только во время которого

и может происходить зачатие. Рекомендуется определить это окно и заниматься сексом только в другие дни цикла. Поскольку продолжительность цикла у разных женщин различна, для выявления средней продолжительности индивидуального окна фертильности рекомендуется вести личные записи (календарный метод). Этот метод был усовершенствован с помощью учета **базальной температуры тела** и регулярного контроля состояний **цервикальной слизи**.

Родовые схватки – периодические болезненные сокращения матки во время родов, уменьшающие ее объем и выталкивающие плод в родовую канал.

Самозарождение – распространенное некогда представление о том, что живые организмы могут возникать непосредственно из неживой материи, например, мыши из крупы или опарыши из мяса.

СВСМ – синдром внезапной смерти младенца.

Сезонное аффективное расстройство (САР) – расстройство, характеризующееся периодами депрессии, возникающими в определенное время года. Особенно часто проявляется зимой, но может возникать и в другое время года.

Семенная жидкость – переносящая **сперматозоиды** жидкость у млекопитающих, содержащая фруктозу. Большая часть семенной жидкости вырабатывается **семенными пузырьками**, но существенную ее часть составляет также секрет **предстательной железы**.

Семенники (у животных; у людей **яички**) – парные мужские половые органы, отвечающие за выработку сперматозоидов и выделение некоторых гормонов, в частности **тестостерона**.

Семенные пузырьки – пара простых трубчатых желез, расположенных в полости таза млекопитающих мужского пола, в том числе мужчин, за и под мочевым пузырем. Семенные пузырьки производят большую часть жидкости, входящей в состав **спермы**. У птиц тоже имеются структуры, которые называют семенными пузырьками, но они служат для хранения спермы.

Семеногелин – белок, в большом количестве содержащийся в сперме и задействованный в ее коагуляции после эякуляции.

Семявыносящий проток – часть мужской репродуктивной системы у многих млекопитающих, по нему запасенные сперматозоиды из хвостовой части **эпидидимиса** поступают в пенис в момент эякуляции. У мужчин длина каждого семявыносящего протока составляет около 30 см.

Синдром внезапной смерти младенца (СВСМ) – неожиданная

смерть младенца, которая остается необъясненной даже после тщательного медицинского расследования. Поскольку такая смерть особенно часто происходит во сне, ее также называют «смерть в колыбели».

Сперма – похожая на молоко белая жидкость, выходящая из пениса при эякуляции. Состоит из **сперматозоидов**, содержащихся в **семенной жидкости**.

Сперматозоид – мужская половая клетка (от греч. *sperma* – семя и *зоон* – живое существо).

Спермицид – химическое соединение, убивающее сперматозоиды.

Спонтанная овуляция – овуляция, для которой не требуется сокоупления. Ее вызывает выброс в кровь **лютеинизирующего гормона (ЛГ)**, вырабатываемого гипофизом. У людей, как и у других приматов, овуляция спонтанна.

Стероидный гормон – гормон, представляющий собой органическое вещество из группы стероидов. Среди этих гормонов есть играющие важную роль в репродуктивных процессах: **андрогены, эстрогены и прогестогены**.

Сумчатые – группа млекопитающих, для которой характерна короткая беременность, их детеныши рождаются очень маленькими и недоразвитыми, и развитие обычно продолжается в специальной сумке.

Суточный (циркадный) ритм – внутренний цикл организма, управляющий биологическими процессами с периодом около 24 часов и подстраиваемый в соответствии с циклическими изменениями уровня освещенности.

Тестостерон – самый известный **андроген, стероидный гормон**, способствующий развитию или регулирующий развитие и поддержание мужских половых признаков у млекопитающих и других позвоночных животных.

Трофобласт – наружный слой **бластоцисты**, образующийся вскоре после оплодотворения и участвующий в **имплантации** эмбриона и развитии **плаценты**.

УЗИ – ультразвуковое исследование.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) – безболезненное исследование внутренних органов с помощью ультразвуковых волн, позволяющих визуализировать внутренние органы и другие структуры организма. УЗИ нередко используется для отслеживания хода развития плода, а также применяется для особых целей, таких как мониторинг

овуляции.

Урология – раздел медицины, занимающийся болезнями органов мужской и женской мочевыделительной системы, а также мужской репродуктивной системой.

Фаллопиевы трубы – другое название **яйцеводов**.

Фертильность – способность забеременеть.

Фолликул – структура в яичнике, содержащая развивающуюся яйцеклетку.

Фолликулярная фаза – первая половина **яичникового цикла**, у высших приматов продолжается от менструации до овуляции. Во время этой фазы происходит созревание **фолликула**.

ФСГ – фолликулостимулирующий гормон, выделяемый передней долей **гипофиза**. Как можно понять из названия, этот гормон стимулирует рост фолликулов.

ХГЧ – хорионический гонадотропин человека.

Хорионический гонадотропин – гормон, образующийся во время беременности после имплантации **бластоцисты**. Впоследствии вплоть до момента родов его выделяет **плацента**. Гормон, вырабатываемый у женщин, называется хорионический гонадотропин человека (ХГЧ). По своей химической структуре сходен с лютеинизирующим гормоном.

Хромосомы – структуры в ядре клетки, состоящие из ДНК, несущей генетическую информацию, и различных белков. У животных большая часть генетической информации содержится в хромосомной ДНК, хотя часть информации закодирована в ДНК **митохондрий**.

Хронобиология – наука о биологических ритмах (циклах), свойственных живым организмам, и их связи с сигнальными факторами среды.

Центральная нервная система (ЦНС) – головной и спинной мозг.

ЦНС – центральная нервная система.

ЭКО – экстракорпоральное оплодотворение.

Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) – оплодотворение яйцеклеток вне тела женщины. Детей, полученных с помощью ЭКО, обычно называют «дети из пробирки», хотя на самом деле оплодотворение обычно проводят в плоской неглубокой чашке Петри. ЭКО используется для лечения бесплодия, если остальные методы **искусственного оплодотворения (осеменения)** не помогают.

Эмбриология – раздел биологии, изучающий ранние этапы роста и развития животных и растений.

Эмбрион – у животных эмбриональной стадией развития называют

период развития, во время которого образуются основные ткани и определяется общий план строения организма. Этот период начинается с момента зачатия и продолжается до начала обмена веществами с организмом матери через плаценту. При развитии человека эмбриональная стадия длится первые 8 недель после зачатия, а затем наступает стадия **плода**.

Эндометрий – слизистая оболочка матки, выстилающая ее полость.

Эпидемиология – отрасль медицины, изучающая распространение заболеваний среди человеческих популяций.

Эпидидимис – придаток яичка (семенника), длинный скрученный проток, отходящий от заднего края яичка человека (а также семенника млекопитающих). Служит для хранения, созревания и продвижения по нему **сперматозоидов**, впадает в **семявыносящий проток**. Длина человеческого эпидидимиса составляет около 6 м, и сперматозоидам нужно от 12 до 21 дня, чтобы пройти через него.

Эпизиотомия – рассечение промежности и задней стенки влагалища, которое делают для расширения влагалища во время сложных родов.

Эпифиз – крошечная железа, расположенная в глубине головного мозга млекопитающих, рудимент третьего глаза, имевшегося некогда на темени древних рептилий. Эпифиз выделяет гормон **мелатонин**, непосредственно участвующий в регуляции биологических часов.

Эстрогены – **стероидные гормоны** естественного или искусственного происхождения, которые вызывают и регулируют развитие женских половых признаков у млекопитающих и других позвоночных животных. Три основных эстрогена млекопитающих: эстрадиол, эстриол и эстрон.

Эструс – период полового возбуждения у самок млекопитающих, когда они наиболее восприимчивы к спариванию. Широко известен под названием «течка». Эструс обычно наступает прямо перед овуляцией, когда самка способна к зачатию. Среди млекопитающих эструс отсутствует только у высших приматов (обезьян и человека).

Яички – см. **семенники**.

Яичник – орган женской репродуктивной системы позвоночных, обычно парный (левый и правый). Не только обеспечивает созревание яйцеклетки, но и выделяет гормоны.

Яичниковая сумка – оболочка в форме кармана, в которую обычно заключен яичник у млекопитающих, за исключением долгопятов и **высших приматов**.

Яичниковый цикл – периодические изменения в организме самок млекопитающих, в ходе которого может происходить **овуляция**. Часть цикла, предшествующая овуляции, называется **фолликулярной фазой**, а часть, следующая за овуляцией, **лютеиновой фазой**.

Яйцевод – труба, по которой яйцеклетка проходит из яичника в матку у млекопитающих. Также называется **фаллопиевой трубой**.

Яйцекладущие – животные, размножающиеся с помощью откладки яиц, при этом зародыш в основном или полностью развивается вне тела матери. К яйцекладущим относятся многие позвоночные животные (большинство рыб, амфибий и рептилий; все птицы; однопроходные животные) и большинство беспозвоночных (например, насекомые и моллюски).

Яйцеклетка – женская половая клетка (**гамета**), из которой может развиваться новый организм, относительно крупная и неподвижная.

Библиография

Книги

Abitbol, M.M., F. A. Chervenah, and W. J. Ledger. 1996. *Birth and Human Evolution: Anatomical and Obstetrical Mechanisms in Primates*. Westport, CT: Bergin and Garvey.

Allman, J. 1999. *Evolving Brains*. New York: W. H. Freeman / Scientific American.

Asdell, S. A. 1946. *Patterns of Mammalian Reproduction*. London: Constable.

Baker, R. R. 2006. *Sperm Wars: Infidelity, Sexual Conflict and Other Bedroom Battles*. New York: Basic Books.

Baker, R. R., and M. A. Bellis. 1994. *Human Sperm Competition: Copulation, Masturbation and Infidelity*. London: Chapman & Hall.

Bancroft, J. 2009. *Human Sexuality and Its Problems*. 3rd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, Elsevier.

Beischer, N. A., E. V. Mackay, and P. B. Colditz. 1997. *Obstetrics and the Newborn: An Illustrated Textbook*. 3rd ed. London: Baillière Tindall.

Betzig, L. L., M. Borgerhof Mulder, and P. Turke. 1988. *Human Reproductive Behaviour: A Darwinian Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

Billings, J. J. 1983. *The Ovulation Method: The Achievement or Avoidance of Pregnancy by a Technique Which Is Reliable and Universally Acceptable*. Melbourne: Advocate Press.

Birkhead, T. R. 2000. *Promiscuity: An Evolutionary History of Sperm Competition and Sexual Conflict*. London: Faber and Faber.

Blum, D. 2002. *Love at Goon Park: Harry Harlow and the Science of Affection*. New York: Basic Books.

Boucke, L. 2008. *Infant Potty Training: A Gentle and Primeval Method Adapted to Modern Living*. 3rd ed. Lafayette, CO: White-Boucke Publishing.

Cobb, M. 2006. *The Egg and Sperm Race: The Seventeenth-Century Scientists Who Unravelled the Secrets of Sex, Life and Growth*. London: Free Press.

Cunnane, S. C. 2005. *Survival of the Fattest: The Key to Human Brain Evolution*. Hackensack, NJ: World Scientific.

De Jonge, C. J., and C. L. R. Barratt. 2002. *Assisted Reproductive Technology: Accomplishments and New Horizons*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dettwyler, K., and P. Stuart-Macadam, eds. 1995. *Breastfeeding: Biocultural Perspectives*. Piscataway, NJ: Aldine Transaction.

Diamond, J. M. 1997. *Why Is Sex Fun? The Evolution of Human Sexuality*. New York: Basic Books.

Dixson, A. F. 2009. *Sexual Selection and the Origins of Human Mating Systems*. Oxford: Oxford University Press.

_____. 2012. *Primate Sexuality: Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes and Human Beings*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.

Djerassi, C. 2001. *This Man's Pill: Reflections on the 50th Birthday of the Pill*. Oxford: Oxford University Press.

Edwards, R. G. 1980. *Conception in the Human Female*. London: Academic Press.

Ellison, P. T. 2001. *On Fertile Ground: A Natural History of Human Reproduction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Fildes, V. A. 1986. *Breasts, Bottles and Babies: A History of Infant Feeding*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Ford, C. S. 1945. *A Comparative Study of Human Reproduction*. New Haven, CT: Yale University Press.

Ford, C. S., and F. A. Beach. 1951. *Patterns of Sexual Behaviour*. New York: Harper & Bros.

Gould, S. J. 1996. *The Mismeasure of Man*. 2nd ed. New York: W. W. Norton & Co.

Grosser, O. 1909. *Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Eihäute und der Placenta*. Vienna: Wilhelm Braumüller.

Hartman, C. G. 1962. *Science and the Safe Period: A Compendium of Human Reproduction*. Baltimore: Williams and Wilkins Co.

Hellin, D. 1895. *Die Ursache der Multiparität der uniparen Thiere überhaupt und der Zwillingschwangerschaft beim Menschen insbesondere*. Munich: Seitz & Schauer.

Hrdy, S. B. 2009. *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

Huntington, E. 1938. *The Season of Birth*. New York: John Wiley.

Jellife, D. B., E. F. P. Jellife, and L. Kersey. 1989. *Human Milk in the Modern World*. Oxford: Oxford University Press.

Jerison, H. J. 1973. *Evolution of the Brain and Intelligence*. New York:

Academic Press

Jirásek, J. E. 2001. *An Atlas of the Human Embryo and Fetus: A Photographic Review of Human Prenatal Development*. Boca Raton, FL: Parthenon Publishing.

Jolly, A. 1999. *Lucy's Legacy: Sex and Intelligence in Human Evolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Jordan, B. 1992. *Birth in Four Cultures: A Crosscultural Investigation of Childbirth in Yucatan, Holland, Sweden, and the United States*. 4th ed. Prospect Heights, IL: Waveland Press.

Kaye, K. 1982. *The Mental and Social Life of Babies: How Parents Create Persons*. Chicago: University of Chicago Press.

Klaus, M. H., and P. H. Klaus. 2000. *Your Amazing Newborn*. Cambridge, MA: Da Capo.

Konner, M. 2010. *The Evolution of Childhood: Relationships, Emotion, Mind*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

Latz, L. J. 1932. *The Rhythm of Sterility and Fertility in Women: A Discussion of the Physiological, Practical, and Ethical Aspects of the Discoveries of Drs. K. Ogino (Japan) and Prof. H. Knaus (Austria) Regarding the Periods When Conception Is Impossible and When Possible*. Chicago: Latz Foundation.

Leakey, M. D. 1984. *Disclosing the Past*. London: Weidenfeld & Nicolson.

Low, B. S. 2000. *Why Sex Matters: A Darwinian Look at Human Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Malthus, T. R. 1798. *An Essay on the Principles of Population as It Affects the Future Improvement of Society*. London: J. Johnson.

Marantz Henig, R. 2004. *Pandora's Baby: How the First Test Tube Babies Sparked the Reproductive Revolution*. Boston: Houghton Mifflin.

Marshall, J. 1963. *The Infertile Period – Principles and Practice*. London: Darton, Longman and Todd.

Martin, R. D. 1990. *Primate Origins and Evolution: A Phylogenetic Reconstruction*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Masters, W. H., and V. E. Johnson. 1966. *Human Sexual Response*. London: Churchill.

McLaren, A. 1992. *A History of Contraception: From Antiquity to the Present Day*. Oxford: Blackwell.

Michael, R. T., J. H. Gagnon, B. O. Laumann, and G. Kolata. 1994. *Sex in America: A Definitive Survey*. New York: Little, Brown.

Miller, G. F. 2000. *The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature*. London: Heinemann.

Morris, D. 1967. *The Naked Ape: A Zoologist's Study of the Human Animal*. London: Jonathan Cape.

Nesse, R. M., and G. C. Williams. 1995. *Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*. New York: Times Books.

Ogino, K. 1934. *Conception Period of Women*. Harrisburg, PA: Medical Arts.

Paterniti, M. 2000. *Driving Mr. Albert: A Trip Across America with Einstein's Brain*. New York: The Dial Press.

Pinto-Correia, C. 1997. *The Ovary of Eve: Eggs and Sperm and Preformation*. Chicago: University of Chicago Press.

Pollard, I. 1994. *A Guide to Reproduction: Social Issues and Human Concerns*. Cambridge: Cambridge University Press.

Pond, C. M. 1998. *The Fats of Life*. Cambridge: Cambridge University Press.

Portmann, A. 1990. *A Zoologist Looks at Human Kind*. New York: Columbia University Press.

Potts, M., and R. V. Short. 1999. *Ever Since Adam and Eve: The Evolution of Human Sexuality*. Cambridge: Cambridge University Press.

Profet, M. 1997. *Pregnancy Sickness: Using Your Body's Natural Defenses to Protect Your Baby-to-Be*. Reading, MA: Perseus.

Quetelet, A. 1869. *Physique sociale ou essai sur le développement des facultés de l'homme*. Paris: J.-B. Baillièrre et Fils.

Redshaw, M. E., R. P. A. Rivers, and D. B. Rosenblatt. 1985. *Born Too Early: Special Care for Your Preterm Baby*. Oxford: Oxford University Press.

Riddle, J. M. 1992. *Contraception and Abortion from the Ancient World to the Renaissance*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Robin, P. 1998. *When Breastfeeding Is Not an Option: A Reassuring Guide for Loving Parents*. Roseville, CA: Prima Lifestyles.

Rock, J. C. 1963. *The Time Has Come: A Catholic Doctor's Proposals to End the Battle over Birth Control*. New York: Knopf.

Shields, B. 2005. *Down Came the Rain: My Journey Through Postpartum Depression*. New York: Hyperion.

Small, M. 1998. *Our Babies, Ourselves: How Biology and Culture Shape the Way We Parent*. New York: Anchor Books.

Smolensky, M. H., and L. Lamberg. 2000. *The Body Clock Guide to Better Health: How to Use Your Body's Natural Clock to Fight Illness and Achieve Maximum Health*. New York: Henry Holt.

Symons, D. 1979. *The Evolution of Human Sexuality*. Oxford: Oxford University Press.

Tanner, J. M. 1989. *Foetus into Man: Growth from Conception to Maturity*. 2nd ed. Hertfordshire, UK: Castlemead.

Taylor, G. 2000. *Castration: An Abbreviated History of Western Manhood*. London: Routledge.

Thornhill, R., and S. W. Gangestad. 2008. *The Evolutionary Biology of Human Female Sexuality*. Oxford: Oxford University Press.

Tone, A. 2001. *Devices and Desires: A History of Contraception in America*. New York: Hill and Wang.

Trevathan, W. R. 1987. *Human Birth: An Evolutionary Perspective*. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter.

Vollman, R. F. 1977. *The Menstrual Cycle*. Philadelphia: W. B. Saunders.

Wolf, J. H. 2001. *Don't Kill Your Baby: Public Health and the Decline of Breastfeeding in the Nineteenth and Twentieth Centuries*. Columbus: Ohio State University Press.

Wood, J. W. 1995. *Dynamics of Human Reproduction: Biology, Biometry, Demography*. New York: Aldine de Gruyter.

World Health Organization. 2003. *Global Strategy for Infant and Young Child Feeding*. Geneva: WHO Press.

_____. 2005. *Guiding Principles for Feeding Non-Breastfed Children 6–24 Months*. Geneva: WHO Press.

_____. 2006. *Pregnancy, Childbirth, Postpartum and Newborn Care: A Guide for Essential Practice*. 2nd ed. Geneva: WHO Press.

_____. 2010. *WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen*. 5th ed. Geneva: WHO Press.

Worth, J. 2002. *Call the Midwife: A True Story of the East End in the 1950s*. Twickenham, UK: Merton Books.

Wrangham, R. 2009. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. New York: Basic Books.

Научные статьи

Abou-Saleh, M. T., R. Ghubash, L. Karim, M. Krymski, and I. Bhai. 1998. Hormonal Aspects of Postpartum Depression. *Psychoneuroendocrinology* 23: 465–475.

Ahlfeld, F. 1869. Beobachtungen über die Dauer der Schwangerschaft. *Monatschr Geburtsh Frauenkrankh* 34: 180–225.

Aitken, R. J., P. Koopman, and S. E. M. Lewis. 2004. Seeds of Concern. *Nature* 432: 48–52.

Albers, L. L. 1999. The Duration of Labor in Healthy Women. *J Perinatol* 19: 114–119.

Alliende, M. E. 2002. Mean Versus Individual Hormonal Profiles in the Menstrual Cycle. *Fertil Steril* 78: 90–95.

Allsworth, J. E., J. Clarke, J. F. Peipert, M. R. Hebert, A. Cooper, and L. A. Boardman. 2007. The Influence of Stress on the Menstrual Cycle Among Newly Incarcerated Women. *Wom Health Iss* 17: 202–209.

Altmann, J., and A. Samuels. 1992. Costs of Maternal Care: Infant-carrying in Baboons. *Behav Ecol Sociobiol* 29: 391–398.

Anderson, J. W., B. M. Johnstone, and D. T. Remley. 1999. Breast-feeding and Cognitive Development: A Meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 70: 525–535.

Anderson, K. G. 2006. How Well Does Paternity Confidence Match Actual Paternity? *Curr Anthropol* 47: 513–520.

Anderson, M. J., and A. F. Dixson. 2002. Motility and the Midpiece in Primates. *Nature* 416: 496.

Anderson, M. J., J. Nyholt, and A. F. Dixson. 2005. Sperm Competition and the Evolution of Sperm Midpiece Volume in Mammals. *J Zool Lond* 267: 135–142.

Andrade, A. T. L., J. P. Souza, S. T. Shaw, E. M. Belsey, and P. J. Rowe. 1991. Menstrual Blood Loss and Iron Stores in Brazilian Women. *Contraception* 43: 241–249.

Auger, J., J. M. Kunstmann, F. Gzyglik, and P. Jouannet. 1995. Decline in Semen Quality Among Fertile Men in Paris During the Past Twenty Years. *New Engl J Med* 332: 281–285.

Backe, B. 1991. A Circadian Variation in the Observed Duration of Labor. *Acta Obstet Gynecol Scand* 70: 465–468.

Baker, T. G. 1963. A Quantitative and Cytological Study of Germ Cells in Human Ovaries. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 158: 417–433.

Ben Shaul, D. M. 1962. The Composition of the Milk of Wild Animals. *Int Zoo Yearb* 4: 333–342.

Benshoof, L., and R. Thornhill. 1979. The Evolution of Monogamy and Concealed Ovulation in Humans. *J Soc Biol Struct* 2: 95–106.

Bergsjø, P., D. W. Denman, H. J. Hofman, and O. Meirik. 1990. Duration of Human Singleton Pregnancy: A Population-Based Study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 69: 197–207.

Bernier, M. O., G. Plu-Bureau, N. Bossard, L. Ayzac, and J. C. Thalabard. 2000. Breastfeeding and Risk of Breast Cancer: A Meta-analysis of Published Studies. *Hum Reprod Update* 6: 374–386.

Bielert, C., and J. G. Vandenbergh. 1981. Seasonal Influences on Births

and Male Sex Skin Coloration in Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*) in the Southern Hemisphere. *J Reprod Fertil* 62: 229–233.

Billings, J. J. 1981. Cervical Mucus: The Biological Marker of Fertility and Infertility. *Int J Fertil* 26: 182–195.

Birch, E. E., S. Garfield, D. R. Hofman, R. Uauy, and D. G. Birch. 2000. A Randomized Controlled Trial of Early Dietary Supply of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids and Mental Development in Term Infants. *Dev Med Child Neurol* 42: 174–181.

Bogin, B. 1997. Evolutionary Hypotheses for Human Childhood. *Yearb Phys Anthropol* 40: 63–89.

Boklage, C. E. 1990. Survival Probability of Human Conceptions from Fertilisation to Term. *Int J Fertil* 35: 75–94.

Bonde, J. P., E. Ernst, T. K. Jensen, N. H. Hjollund, H. Kolstad, T. B. Henriksen, T. Scheike, A. Giwercman, J. Olsen, and N. E. Skakkebaek. 1998. Relation Between Semen Quality and Fertility: A Population-Based Study of 430 First-Pregnancy Planners. *Lancet* 352: 1172–1177.

Bostofte, E., J. Serup, and H. Rebbe. 1982. Relation Between Sperm Count and Semen Volume, and Pregnancies Obtained During a Twenty– Year Follow-Up Period. *Int J Androl* 5: 267–275.

Bovens, L. 2006. The Rhythm Method and Embryonic Death. *J Med Ethics* 32: 355–356.

Boyle, P., S. N. Kaye, and A. G. Robertson. 1987. Changes in Testicular Cancer in Scotland. *Eur J Cancer Clin Oncol* 23: 827–830.

Bronson, F. H. 1995. Seasonal Variation in Human Reproduction: Environmental Factors. *Quart Rev Biol* 70: 141–164.

Brophy, J. T., M. M. Keith, A. Watterson, R. Park, M. Gilbertson, E. Maticka-Tyndale, M. Beck, H. Abu-Zahra, K. Schneider, A. Reinhartz, R. DeMatteo, and I. Luginaah. 2012. Breast Cancer Risk in Relation to Occupations with Exposure to Carcinogens and Endocrine Disruptors: A Canadian Case-Control Study. *Environm Health* 11, 87.

Brosens, J. J., M. G. Parker, A. McIndoe, R. Pijnenborg, and I. A. Brosens. 2009. A Role for Menstruation in Preconditioning the Uterus for Successful Pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 200 (6): 615.e1–6.

Brown, J. E., E. S. Kahn, and T. J. Hartman. 1997. Profet, Profits, and Proof: Do Nausea and Vomiting of Early Pregnancy Protect Women from “Harmful” Vegetables? *Am J Obstet Gynecol* 176: 179–181.

Brummelte, S., and L. A. M. Galea. 2010. Depression During Pregnancy and Postpartum: Contribution of Stress and Ovarian Hormones. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry* 34: 766–776.

Buckley, S. J. 2006. Placenta Rituals and Folklore from Around the World. *Midwifery Today Int Midwife* 80: 58–59.

Bujan, L., M. Daudin, J.-P. Charlet, P. Thonneau, and R. Mieusset. 2000. Increase in Scrotal Temperature in Car Drivers. *Hum Reprod* 15: 1355–1357.

Burley, N. 1979. The Evolution of Concealed Ovulation. *Am Nat* 114: 835–858. Burr, M. L., E. S. Limb, M. J. Maguire, L. Amarah, B. A. Eldridge, J. C. Layzell, and T. G. Merrett. 1993. Infant Feeding, Wheezing, and Allergy: A Prospective Study. *Arch Dis Childh* 68: 724–728.

Byard, R. W., M. Makrides, M. Need, M. A. Neumann, and R. A. Gibson. 1995. Sudden Infant Death Syndrome: Effect of Breast and Formula Feeding on Frontal Cortex and Brainstem Lipid Composition. *J Paediatr Child Health* 31: 14–16.

Cancho-Candela, R., J. M. Andres-de Llano, and J. Ardura-Fernandez. 2007. Decline and Loss of Birth Seasonality in Spain: Analysis of 33 421 731 Births over 60 Years. *J Epidemiol Commun Health* 61: 713–718.

Carlsen, E., A. Giwercman, N. Keiding, and N. E. Skakkebaek. 1992. Evidence for Decreasing Quality of Semen During Past 50 Years. *Brit Med J* 305: 609–613.

Carnahan, S. J., and M. I. Jensen-Seaman. 2008. Hominoid Seminal Protein Evolution and Ancestral Mating Behavior. *Am J Primatol* 70: 939–948.

Caro, T. M. 1987. Human Breasts, Unsupported Hypotheses Reviewed. *Hum Evol* 2: 271–282.

Carpenter, C. R. 1942a. Sexual Behavior of Free Ranging Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). I. Specimens, Procedures and Behavior Characteristics of Estrus. *J Comp Psychol* 33: 113–142.

_____. 1942b. Sexual Behavior of Free Ranging Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). II. Periodicity of Estrus, Homosexual, Autoerotic and Nonconformist Behavior. *J Comp Psychol* 33: 143–162.

Chandwani, K. D., I. Cech, M. H. Smolensky, K. Burau, and R. C. Hermida. 2004. Annual Pattern of Human Conception in the State of Texas. *Chronobiol Int* 21: 73–93.

Chard, T. 1991. Frequency of Implantation and Early pregnancy Loss in Natural Cycles. *Baillière's Clin Obstet Gynaecol* 5: 179–189.

Chauhan, S. P., J. A. Scardo, E. Hayes, A. Z. Abuhamad, and V. Berghella. 2010. Twins: Prevalence, Problems, and Preterm Births. *Am J Obstet Gynecol* 203: 305–315.

Chen, A. M., and W. J. Rogan. 2004. Breastfeeding and the Risk of Postneonatal Death in the United States. *Pediatrics* 113: e435–e439.

Chilvers, C., M. C. Pike, D. Forman, K. Fogelman, and M. E. J. Wadsworth.

1984. Apparent Doubling of Frequency of Undescended Testis in England and Wales in 1962–81. *Lancet* 324: 330–332.

Chua, S., S. Arulkumaran, I. Lim, N. Selamat, and S. S. Ratnam. 1994. Influence of Breastfeeding and Nipple Stimulation on Postpartum Uterine Activity. *Brit J Obstet Gynaecol* 101: 804–805.

Clark, N. L., and W. J. Swanson. 2005. Pervasive Adaptive Evolution in Primate Seminal Proteins. *PLoS Genet* 1 (3): e35.

Collaborative Group on Hormonal Factors in Breast Cancer. 1996. Breast Cancer and Hormonal Contraceptives: Collaborative Reanalysis of Individual Data on 53 297 Women With Breast Cancer and 100 239 Women Without Breast Cancer from 54 Epidemiological Studies. *Lancet* 347: 1713–1727.

_____. 2002. Breast Cancer and Breastfeeding: Collaborative Reanalysis of Individual Data from 47 Epidemiological Studies in 30 Countries, Including 50,302 Women With Breast Cancer and 96,973 Women Without the Disease. *Lancet* 360: 187–196.

Conaway, C. H., and C. B. Koford. 1964. Estrous Cycles and Mating Behavior in a Free-Ranging Band of Rhesus Monkeys. *J Mammal* 45: 577–588.

Conaway, C. H., and D. S. Sade. 1965. The Seasonal Spermatogenic Cycle in Free Ranging Rhesus Monkeys. *Folia Primatol* 3: 1–12.

Connolly, M. P., S. Hoorens, and G. M. Chambers. 2010. The Costs and Consequences of Assisted Reproductive Technology: An Economic Perspective. *Hum Reprod Update* 16: 603–613.

Consensus Statement: Breastfeeding as a Family Planning Method. 1988. *Lancet* 332: 1204–1205.

Cooper, T. G., E. Noonan, S. von Eckardstein, J. Auger, H. W. G. Baker, H. M. Behre, T. B. Haugen, T. Kruger, C. Wang, M. T. Mbizvo, and K. M. Vogelsong. 2010. World Health Organization Reference Values for Human Semen Characteristics. *Hum Reprod Update* 16: 231–245.

Coqueugniot, H., J.-J. Hublin, F. Veillon, F. Houët, and T. Jacob. 2004. Early Brain Growth in *Homo erectus* and Implications for Cognitive Ability. *Nature* 431: 299–302.

Cowgill, U. M. 1966a. Historical Study of the Season of Birth in the City of York, England. *Nature* 209: 1067–1070.

_____. 1966b. The Season of Birth in Man. *Man n. s.* 1: 232–241.

_____. 1966c. Season of Birth in Man: Contemporary Situation with Special Reference to Europe and the Southern Hemisphere. *Ecology* 47: 614–623.

Cunnane, S. C., and M. A. Crawford. 2003. Survival of the Fattest: Fat

Babies Were the Key to Evolution of the Large Human Brain. *Comp Biochem Physiol A* 136: 17–26.

Cunningham, A. S., D. B. Jellife, and E. F. P. Jellife. 1991. Breastfeeding and Health in the 1980s: A Global Epidemiological Review. *J Pediatr* 118: 659–666.

Czeizel, A. E., E. Puho, N. Acs, and F. Banhidy. 2006. Inverse Association Between Severe Nausea and Vomiting in Pregnancy and Some Congenital Abnormalities. *Am J Med Genet* 140A, 453–462.

Danilenko, K., and E. A. Samoiloova. 2007. Stimulatory Effect of Morning Bright Light on Reproductive Hormones and Ovulation: Results of a Controlled Crossover Trial. *PLoS Clin Trials* 2 (2): e7.

de Boer, C. H. 1972. Transport of Particulate Matter Through the Female Genital Tract. *J Reprod Fertil* 28: 295–297.

DeSilva, J. M. 2011. A Shift Toward Birthing Relatively Large Infants Early in Human Evolution. *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 1022–1027.

Dettwyler, K. A. 2004. When to Wean: Biological Versus Cultural Perspectives. *Clin Obstet Gynecol* 47: 712–723.

deVries, M. W., and M. R. deVries. 1977. Cultural Relativity of Toilet Training Readiness: A Perspective from East Africa. *Pediatrics* 60: 170–177.

Dixson, B. J., G. M. Grimshaw, W. L. Linklater, and A. F. Dixson. 2010. Eye tracking of Men's Preferences for Waist-to-Hip Ratio and Breast Size of Women. *Arch Sex Behav* 40: 43–50.

Djerassi, C., and S. P. Leibo. 1994. A New Look at Male Contraception. *Nature* 370: 11–12.

Dodds, E. C., and W. Lawson. 1936. Synthetic Estrogenic Agents Without the Phenanthrene Nucleus. *Nature* 137: 996.

_____. 1938. Molecular Structure in Relation to Oestrogenic Activity. Compounds Without a Phenanthrene Nucleus. *Proc Roy Soc Lond B* 125: 222–232.

Dorus, S., P. D. Evans, G. J. Wyckof, S. S. Choi, and B. T. Lahn. 2004. Rate of Molecular Evolution of the Seminal Protein Gene SEMG2 Correlates with Levels of Female Promiscuity. *Nature Genet* 36: 1326–1329.

Doyle, R. 1996. World Birth-Control Use. *Sci Am* 275 (9): 34.

Dunn, P. M. 2000. Dr. Emmett Holt (1855–1924) and the Foundation of North American Paediatrics. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 83: F221–F223.

Dupras, T. L., H. P. Schwarcz, and S. I. Fairgrieve. 2001. Infant Feeding and Weaning Practices in Roman Egypt. *Am J Phys Anthropol* 115: 204–212.

Dyrof, R. 1939. Beiträge zur Frage der physiologischen Sterilität.

Zentralbl Gynäkol 1939: 1717–1721.

Edwards, C. A., and A. M. Parrett. 2002. Intestinal Flora During the First Months of Life: New Perspectives. *Brit J Nutr* 88, S1: s11–s18.

Edwards, R. G. 1981. Test-Tube Babies, 1981. *Nature* 293: 253–256.

Egli, G. E., and M. Newton. 1961. The Transport of Carbon Particles in the Human Female Reproductive Tract. *Fertil Steril* 12: 151–155.

Eiben, B., I. Bartels, S. Bähr-Porsch, S. Borgmann, G. Gatz, G. Gellert, R. Goebel, W. Hammans, M. Hentemann, R. Osmer, R. Rauskolb, and I. Hansmann. 1990. Cytogenetic Analysis of 750 Spontaneous Abortions with the Direct-Preparation Method of Chorionic Villi and Its Implications for Studying Genetic Causes of Pregnancy Wastage. *Am J Hum Genet* 47: 656–663.

El-Chaar, D., O. Y. Yang, J. Bottomely, S. W. Wen, and M. Walker. 2006. Risk of Birth Defects in Pregnancies Associated with Assisted Reproductive Technology. *Am J Obstet Gynecol* 195: S21.

Ellington, J. E., D. P. Evenson, R. W. Wright, A. E. Jones, C. S. Schneider, G. A. Hiss, and R. S. Brisbois. 1999. Higher-Quality Human Sperm in a Sample Selectively Attach to Oviduct (Fallopian Tube) Epithelial Cells in Vitro. *Fertil Steril* 71: 924–929.

Emera, D., R. Romero, and G. Wagner. 2012. The Evolution of Menstruation: A New Model for Genetic Assimilation. *BioEssays* 34: 26–35.

Evans, K. M., and V. J. Adams. 2010. Proportion of Litters of Purebred Dogs Born by Caesarean Section. *J Small Anim Pract* 51: 113–118.

Falk, H. C., and S. A. Kaufman. 1950. What Constitutes a Normal Semen? *Fertil Steril* 1: 489–503.

Figà-Talamanca, I., C. Cini, G. C. Varricchio, F. Dondero, L. Gandini, A. Lenzi, F. Lombardo, L. Angelucci, R. Di Grezia, and F. R. Patacchioli. 1996. Effects of Prolonged Automobile Driving on Male Reproductive Function: A Study Among Taxi Drivers. *Am J Industr Med* 30: 750–758.

Finn, C. A. 1998. Menstruation: A Non-adaptive Consequence of Uterine Evolution. *Quart Rev Biol* 73: 163–173.

Fisch, H., E. T. Golubof, J. H. Olson, J. Feldshuh, S. J. Broder, and D. H. Barad. 1996. Semen Analyses in 1,283 Men from the United States over a 25-Year Period: No Decline in Quality. *Fertil Steril* 65: 1009–1014.

Flaxman, S. M., and P. W. Sherman. 2000. Morning Sickness: A Mechanism for Protecting Mother and Embryo. *Quart Rev Biol* 75: 113–148.

Fleming, A. S., D. Ruble, H. Krieger, and P. Y. Wong. 1997. Hormonal and Experiential Correlates of Maternal Responsiveness During Pregnancy and the Puerperium in Human Mothers. *Horm Behav* 31: 145–158.

Foote, R. H. 2002. The History of Artificial Insemination: Selected Notes and Notables. *J Anim Sci* 80: 1–10.

Fox, C. A., S. J. Meldum, and B. W. Watson. 1973. Continuous Measurement by Radio-Telemetry of Vaginal pH During Human Coitus. *J Reprod Fertil* 33: 69–75.

Francis, C. M., E. L. P. Anthony, J. A. Brunton, and T. H. Kunz. 1994. Lactation in Male Fruit Bats. *Nature* 367: 691–692.

Franciscus, R. G. 2009. When Did the Modern Human Pattern of Childbirth Arise? New Insights from an Old Neandertal Pelvis. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 9125–9126.

Fuller, B. T., J. L. Fuller, D. A. Harris, and R. E. M. Hedges. 2006. Detection of Breastfeeding and Weaning in Modern Human Infants with Carbon and Nitrogen Stable Isotope Ratios. *Am J Phys Anthropol* 129: 279–293.

Galloway, T., R. Cipelli, J. Guralnik, L. Ferrucci, S. Bandinelli, A. M. Corsi, C. Money, P. McCormack, and D. Melzer. 2010. Daily Bisphenol A Excretion and Associations with Sex Hormone Concentrations: Results from the InCHIANTI Adult Population Study. *Environm Health Perspect* 118: 1603–1608.

Garwicz, M., M. Christensson, and E. Psouni. 2009. A Unifying Model for Timing of Walking Onset in Humans and Other Mammals. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 21889–21893.

German, J. 1968. Mongolism, Delayed Fertilization and Human Sexual Behaviour. *Nature* 217: 516–518.

Gibbons, A. 2008. The Birth of Childhood. *Science* 322: 1040–1043.

Gibson, J. R., and T. McKeown. 1950. Observations on All Births (23,970) in Birmingham, 1947. I: Duration of Gestation. *Brit J Soc Med* 4: 221–233.

_____. 1952. Observations on All Births (23,970) in Birmingham, 1947. VI: Birth Weight, Duration of Gestation and Survival Related to Sex. *Brit J Soc Med* 6: 152–158.

Gilbert, S. F., and Z. Zevit. 2001. Congenital Human Baculum Deficiency: The Generative Bone of Genesis 2: 21–23. *Am J Med Genet* 101: 284–285.

Glasier, A., and A. S. McNeilly. 1990. Physiology of Lactation. *Clin Endocrinol Metab* 4: 379–395.

Goldman, A. S. 2002. Evolution of the Mammary Gland Defense System and the Ontogeny of the Immune System. *J Mammary Gland Biol Neoplas* 7: 277–289.

Goldwater, P. N. 2011. A Perspective on SIDS Pathogenesis.

The Hypotheses: Plausibility and Evidence. *BMC Med* 9 (64): 1–13.

Gomendio, M., and E. R. S. Roldan. 1993. Co-evolution Between Male Ejaculates and Female Reproductive Biology in Eutherian Mammals. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 252: 7–12.

Gould, J. E., J. W. Overstreet, and F. W. Hanson. 1984. Assessment of Human Sperm Function after Recovery from the Female Reproductive Tract. *Biol Reprod* 31: 888–894.

Gray, J. P., and L. D. Wolfe. 1983. Human Female Sexual Cycles and the Concealment of Ovulation Problem. *J Soc Biol Struct* 6: 345–352.

Gray, L., L. W. Miller, B. L. Philipp, and E. M. Blass. 2002. Breastfeeding Is Analgesic in Healthy Newborns. *Pediatrics* 109: 590–593.

Groer, M. W., M. W. Davis, and J. Hemphill. 2002. Postpartum Stress: Current Concepts and the Possible Protective Role of Breastfeeding. *J Obstet Gynecol Neonat Nurs* 31: 411–417.

Guerrero, R., and C. A. Lancot. 1970. Aging of Fertilizing Gametes and Spontaneous Abortion: Effect of the Day of Ovulation and the Time of Insemination. *Am J Obstet Gynecol* 107: 263–267.

Guerrero, V., and O. I. Rojas. 1975. Spontaneous Abortion and Aging of Human Ova and Spermatozoa. *New Engl J Med* 293: 573–575.

Gunz, P., S. Neubauer, B. Maureille, and J.-J. Hublin. 2010. Brain Development After Birth Differs Between Neanderthals and Modern Humans. *Curr Biol* 20: R921–R922.

Guzick, D. S., J. W. Overstreet, P. Factor-Litvak, C. K. Brazil, S. T. Nakajima, C. Coutifaris, S. A. Carson, P. Cisneros, M. P. Steinkampf, J. A. Hill, D. Xu, and D. L. Vogel. 2001. Sperm Morphology, Motility, and Concentration in Fertile and Infertile Men. *New Engl J Med* 345: 1388–1393.

Häger, R. M., A. K. Daltveit, D. Hofoss, S. T. Nilsen, T. Kolaas, P. Oian, and T. Henriksen. 2004. Complications of Cesarean Deliveries: Rates and Risk Factors. *Am J Obstet Gynecol* 190: 428–434.

Haimov-Kochman, R., R. Har-Nir, E. Ein-Mor, V. Ben-Shoshan, C. Greenfield, I. Eldar, Y. Bdolah, and A. Hurwitz. 2012. Is the Quality of Donated Semen Deteriorating? Findings from a 15 Year Longitudinal Analysis of Weekly Sperm Samples. *Isr Med Assoc J* 14: 372–377.

Hallberg, L., A.-M. Hogdahl, L. Nilsson, and G. Rybo. 1966. Menstrual Blood Loss – A Population Study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 45: 320–351.

Hammes, L. M., and A. E. Treloar. 1970. Gestational Interval from Vital Records. *Am J Public Health* 60: 1496–1505.

Hansen, M., J. J. Kurinczuk, C. Bower, and S. Webb. 2002. The Risk of Major Birth Defects After Intracytoplasmic Sperm Injection and In Vitro

Fertilization. *New Engl J Med* 346: 725–730.

Hansen, M., J. J. Kurinczuk, N. de Klerk, P. Burton, and C. Bower. 2012. Assisted Reproductive Technology and Major Birth Defects in Western Australia. *Obst Gynecol* 120: 852–863.

Harcourt, A. H., P. H. Harvey, S. G. Larson, and R. V. Short. 1981. Testis Weight, Body Weight and Breeding System in Primates. *Nature* 293: 55–57.

Harcourt, A. H., A. Purvis, and L. Liles. 1995. Sperm Competition: Mating System, Not Breeding Season, Affects Testes Size of Primates. *Funct Ecol* 9: 468–476.

Harder, T., R. Bergmann, G. Kallischnigg, and A. Plagemann. 2005. Duration of Breastfeeding and Risk of Overweight: A Meta-analysis. *Am J Epidemiol* 162: 397–403.

Harlow, H. F., and M. K. Harlow. 1962. Social Deprivation in Monkeys. *Sci Am* 207 (5): 136–146.

_____. 1966. Learning to Love. *Am Sci* 54: 244–272.

Hartman, C. G. 1931. The Phylogeny of Menstruation. *J Am Med Ass* 97: 1863–1865.

_____. 1932. Studies in the Reproduction of the Monkey *Macacus (Pithecus) rhesus*, with Special Reference to Menstruation and Pregnancy. *Contrib Embryol Carnegie Inst Wash* 23: 1–161.

Heape, W. 1900. The “Sexual Season” of Mammals and the Relation of the “Prooestrus” to Menstruation. *Quart J Micr Sci* 44: 1–70.

Hedges, L. V., and A. Nowell. 1995. Sex Differences in Mental Test Scores, Variability, and Numbers of High-Scoring Individuals. *Science* 269: 41–45.

Heikkilä, K., A. Sacker, Y. Kelly, M. J. Renfrew, and M. A. Quigley. 2011. Breast Feeding and Child Behaviour in the Millennium Cohort Study. *Arch Dis Childh* 96: 635–642.

Heird, W. C. 2001. The Role of Polyunsaturated Fatty Acids in Term and Preterm Infants and Breastfeeding Mothers. *Pediatr Clin N Am* 48: 173–188.

Helland, I. B., L. Smith, K. Saarem, O. D. Saugstad, and C. A. Drevon. 2003. Maternal Supplementation with Very-Long-Chain n-3 Fatty Acids During Pregnancy and Lactation Augments Children’s IQ at 4 Years of Age. *Pediatrics* 111: e39–e44.

Heres, M. H. G., M. Pel, M. Borkent-Polet, P. E. Trefers, and M. Mirmiran. 2000. The Hour of Birth: Comparisons of Circadian Pattern Between Women Cared for by Midwives and Obstetricians. *Midwifery* 16: 173–176.

Higham, J. P., C. Ross, Y. Warren, M. Heistermann, and A. M. MacLarnon. 2007. Reduced Reproductive Function in Wild Baboons (*Papio hamadryas*

anubis) Related to Natural Consumption of the African Black Plum (*Vitex doniana*). *Horm Behav* 52: 384–390.

Hill, S. A. 1888. The Life Statistics of an Indian Province. *Nature* 38: 245–250. Hinde, K., and L. A. Milligan. 2011. Primate Milk: Proximate Mechanisms and Ultimate Perspectives. *Evol Anthropol* 20: 9–23.

Hirata, S., K. Fuwa, K. Sugama, K. Kusunoki, and H. Takeshita. 2011. Mechanism of Birth in Chimpanzees: Humans Are Not Unique Among Primates. *Biol Lett* 7: 686–688.

Holdcroft, A., A. Oatridge, J. V. Hajnal, and G. M. Bydder. 1997. Changes in Brain Size in Normal Human Pregnancy. *J Physiol* 499P: 79P–80P.

Holt, L. E. 1890. Observations upon the Capacity of the Stomach in Infancy. *Arch Pediatr* 7: 960–967.

Honnebier, M. B. O. M. 1994. The Role of the Circadian System During Pregnancy and Labor in Monkey and Man. *Acta Obstet Gynecol Scand* 73: 85–88.

Honnebier, M. B. O. M., and P. W. Nathanielsz. 1994. Primate Parturition and the Role of Maternal Circadian System. *Eur J Obstet Gynaecol Reprod Biol* 55: 193–203.

Hook, E. B., and S. Harlap. 1979. Difference in Maternal-Age Specific Rates of Down's Syndrome Between Jews of European Origin and of North African or Asian Origin. *Teratology* 20: 243.

Howie, P. W., J. S. Forsyth, S. A. Ogston, A. Clark, and C. D. Florey. 1990. Protective Effect of Breast Feeding Against Infection. *Brit Med J* 300: 11–16.

Howie, P. W., and A. S. McNeilly. 1982. Effect of Breast-feeding Patterns on Human Birth Intervals. *J Reprod Fertil* 65: 545–557.

Huang, F. J., S. Y. Chang, F. T. Kung, J. F. Wu, and M. Y. Tsai. 1998. Timed Intercourse After Intrauterine Insemination for Treatment of Infertility. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 80: 257–261.

Hubrecht, A. A. W. 1898. Über die Entwicklung der Placenta von *Tarsius* und *Tupaia*, nebst Bemerkungen über deren Bedeutung als haemopoetische Organe. *Proc Int Congr Zool* 4: 345–411.

Huyghe, E., T. Matsuda, and P. Thonneau. 2003. Increasing Incidence of Testicular Cancer Worldwide: A Review. *J Urol* 170: 5–11.

Ify, L. 1963a. Embryonic Studies of Time of Conception in Ectopic Pregnancy and First Trimester Abortion. *Obstet Gynecol* 26: 490–498.

Ify, L. 1963b. The Time of Conception in Foetal Monstrosities. *Gynaecologia* 156: 140–142.

Ify, L., and M. B. Wingate. 1970. Risks of Rhythm Method of Birth Control. *J Reprod Med* 5: 11–17.

Insler, V., M. Glezerman, L. Zeidel, D. Bernstein, and N. Misgav. 1980. Sperm Storage in the Human Cervix: A Quantitative Study. *Fertil Steril* 33: 288–293.

Irvine, S., E. Cawood, and D. Richardson. 1996. Evidence of Deteriorating Semen Quality in the United Kingdom: Birth Cohort Study in 577 Men in Scotland over 11 Years. *Brit Med J* 312: 467–471.

Itan, Y., A. Powell, M. A. Beaumont, J. Burger, and M. G. Thomas. 2009. The Origins of Lactase Persistence in Europe. *PLoS Comput Biol* 5 (8): e1000491; doi:10.1371/journal.pcbi.1000491.

James, W. H. 1971. The Distribution of Coitus Within the Human Inter-Menstruum. *J Biosoc Sci* 3: 159–171.

_____. 1980. Secular Trend in Reported Sperm Counts. *Andrologia* 12: 381–388.

_____. 1990. Seasonal Variation in Human Births. *J Biosoc Sci* 22: 113–119.

_____. 1996. Down Syndrome and Natural Family Planning. *Am J Med Genet* 66: 365.

Jarnfelt-Samsioe, A. 1987. Nausea and Vomiting in Pregnancy: A Review. *Obstet Gynecol Surv* 41: 422–427.

Jenny, E. 1933. Tagesperiodische Einflüsse auf Geburt und Tod. *Schweiz med Wochenschr* 63: 15–17.

Jensen, T. K., N. Jørgensen, M. Punab, T. B. Haugen, J. Suominen, B. Zilaitiene, A. Horte, A.-G. Andersen, E. Carlsen, Ø. Magnus, V. Matulevicius, I. Nermoen, M. Vierula, N. Keiding, J. Toppari, and N. E. Skakkebaek. 2004. Association of In Utero Exposure to Maternal Smoking with Reduced Semen Quality and Testis Size in Adulthood: A Cross-Sectional Study of 1,770 Young Men from the General Population in Five European Countries. *Am J Epidemiol* 159: 49–58.

Jensen-Seaman, M. I., and W.-H. Li. 2003. Evolution of the Hominoid Semenogelin Genes, the Major Proteins of Ejaculated Semen. *J Mol Evol* 57: 261–270.

Jöchle, W. 1973. Coitus-Induced Ovulation. *Contraception* 7: 523–564.

Jolly, A. 1972. Hour of Birth in Primates and Man. *Folia Primatol* 18: 108–121.

_____. 1973. Primate Birth Hour. *Int Zoo Yearb* 13: 391–397.

Jongbloet, P. H. 1985. The Ageing Gamete in Relation to Birth Control Failures and Down Syndrome. *Europ J Pediatr* 144: 343–347.

Jongbloet, P. H., A. J. M. Poestkoke, A. J. H. Hamers, and J. H. J. van Erkelens-Zwets. 1978. Down Syndrome and Religious Groups. *Lancet* 312:

1310.

Jørgensen, N., A.-G. Andersen, F. Eustache, D. S. Irvine, J. Suominen, J. H. Petersen, J. Holm, A. N. Andersen, A. Nyboe, J. Auger, E. H. H. Cawood, A. Horte, T. K. Jensen, P. Jouannet, N. Keiding, M. Vierula, J. Toppari, and N. E. Skakkebaek. 2001. Regional Differences in Semen Quality in Europe. *Hum Reprod* 16: 1012–1019.

Jørgensen, N., M. Vierula, R. Jacobsen, E. Pukkala, A. Perheentupa, H. E. Virtanen, N. E. Skakkebaek, and J. Toppari. 2010. Recent Adverse Trends in Semen Quality and Testis Cancer Incidence Among Finnish Men. *Int J Androl* 34: e37–e48.

Juberg, R. C. 1983. Origin of Chromosome Abnormalities: Evidence for Delayed Fertilization in Meiotic Nondisjunction. *Hum Genet* 64: 122–127.

Kaiser, I. H., and F. Halberg. 1962. Circadian Periodic Aspects of Birth. *Ann NY Acad Sci* 98: 1056–1068.

Kakar, D. N., S. Chopra, S. A. Samuel, and K. Singar. 1989. Beliefs and Practices Related to Disposal of Human Placenta. *Nurs J India* 80: 315–317.

Kambic, R. T., and V. M. Lamprecht. 1996. Calendar Rhythm Efficacy: A Review. *Adv Contraception* 12: 123–128.

Kang, J. H., F. Kondo, and Y. Katayama. 2006. Human Exposure to Bisphenol A. *Toxicology* 226: 79–89.

Katz, G. 1953. The Seasonal Variation in the Incidence of Premature Deliveries. *Nord Med* 50: 1638.

Katzenberg, M. A., D. A. Herring, and S. R. Saunders. 1996. Weaning and Infant Mortality: Evaluating the Skeletal Evidence. *Yearb Phys Anthropol* 39: 177–199.

Kenagy, G. J., and S. C. Trombulak. 1986. Size and Function of Mammalian Testes in Relation to Body Size. *J Mammal* 67: 1–22.

Kennedy, K. J., R. Rivera, and A. S. McNeilly. 1989. Consensus Statement on the Use of Breastfeeding as a Family Planning Method. *Contraception* 39: 477–496.

Kesserü, E. 1984. Sexual Intercourse Enhances the Success of Artificial Insemination. *Int J Fertil* 29: 143–145.

Khatamee, M. A. 1988. Infertility: A Preventable Epidemic. *Int J Fertil* 33: 246–251.

Kielan-Jaworowska, Z. 1979. Pelvic Structure and Nature of Reproduction in Multituberculata. *Nature* 277: 402–403.

Kiltie, R. A. 1982. Intraspecific Variation in the Mammalian Gestation Period. *J Mammal* 63: 646–652.

Kintner, H. J. 1985. Trends and Regional Differences in Breastfeeding in Germany from 1871–1937. *J Fam Med* 10: 163–182.

Klaus, M. H. 1987. The Frequency of Suckling: A Neglected but Essential Ingredient of Breastfeeding. *Obstet Gynecol Clin N Am* 14: 623–633.

Knodel, J. E. 1977. Breastfeeding and Population Growth: Assessing the Demographic Impact of Changing Infant Feeding Practices in the Third World. *Science* 198: 1111–1115.

Kobeissi, L., M. C. Inhorn, A. B. Hannoun, N. Hammoud, J. Awwad, and A. A. Abu-Musa. 2008. Civil War and Male Infertility in Lebanon. *Fertil Steril* 90: 340–345.

Koletzko, B., E. Lien, C. Agostoni, H. Böhles, C. I. Campoy, T. Decsi, J. W. Dudenhausen, C. Dupont, S. Forsyth, I. Hoesli, W. Holzgreve, A. Lapillonne, G. Putet, N. J. Secher, M. Symonds, H. Szajewska, P. Willatts, and R. Uauy. 2008. The Roles of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids in Pregnancy, Lactation, and Infancy: Review of Current Knowledge and Con-sensus Recommendations. *J Perinat Med* 36: 5–14.

Konner, M., and C. Worthman. 1980. Nursing Frequency, Gonadal Function, and Birth Spacing Among! Kung Hunter-Gatherers. *Science* 207: 788–791.

Kovar, W. R., and R. J. Taylor. 1960. Is Spontaneous Abortion a Seasonal Problem? *Obst Gynecol* 16: 350–353.

Kramer, P. A. 1998. The Costs of Human Locomotion: Maternal Investment in Child Transport. *Am J Phys Anthropol* 107: 71–86.

Kunz, G., H. Deininger, L. Wildt, and G. Leyendecker. 1996. The Dynamics of Rapid Sperm Transport Through the Female Genital Tract: Evidence from Vaginal Sonography of Uterine Peristalsis and Hysterosalpingoscintigraphy. *Hum Reprod* 11: 627–632.

Kuruto-Niwa, R., Y. Tateoka, Y. Usuki, and R. Nozawa. 2007. Measurement of Bisphenol A Concentration in Human Colostrum. *Chemosphere* 66: 1160–1164.

Kuzawa, C. W. 1998. Adipose Tissue in Human Infancy and Childhood: An Evo-lutionary Perspective. *Yearb Phys Anthropol* 41: 177–209.

Labbok, M. H. 2001. Effects of Breastfeeding on the Mother [review]. *Pediatr Clin N Am* 48: 143–158.

Lam, D. A., and J. A. Miron. 1994. Global Patterns of Seasonal Variation in Hu-man Fertility. *Ann NY Acad Sci* 709: 9–28.

Lansac, J., F. Thepot, M. J. Mayaux, F. Czyglick, T. Wack, J. Selva, and P. Jalbert. 1997. Pregnancy Outcome After Artificial Insemination or IVF With Frozen Semen Donor: A Collaborative Study of the French CECOS Federation

- on 21,597 Pregnancies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 74: 223–228.
- Lanting, C. I., V. Fidler, M. Huisman, B. C. L. Touwen, and E. R. Boersma. 1994. Neurological Differences Between 9-Year-Old Children Fed Breast-Milk or Formula-Milk as Babies. *Lancet* 344: 1319–1322.
- Lau, C. 2001. Effects of Stress on Lactation. *Pediatr Clin N Am* 48: 221–234.
- Lee, P. C. 1987. Nutrition, Fertility and Maternal Investment in Primates. *J Zool Lond* 213: 409–422.
- Leigh, S. R., and P. B. Park. 1998. Evolution of Human Growth Prolongation. *Am J Phys Anthropol* 107: 331–350.
- Lerchl, M., M. Simoni, and E. Nieschlag. 1993. Changes in the Seasonality of Birth Rates in Germany from 1951 to 1990. *Naturwiss* 80: 516–518.
- Leutenegger, W. 1973. Maternal-Fetal Weight Relationships in Primates. *Folia Primatol* 20: 280–293.
- Levin, R. J. 1975. Masturbation and Nocturnal Emissions: Possible Mechanisms for Minimising Teratospermie and Hyperspermie in Man. *Med Hypoth* 1: 130–131.
- Lewy, A. J., T. A. Wehr, F. K. Goodwin, D. A. Newsome, and S. P. Markey. 1980. Light Suppresses Melatonin Secretion in Humans. *Science* 210: 1267–1269.
- Li, D., Z. Zhou, D. Qing, Y. He, T. Wu, M. Miao, J. Wang, X. Weng, J. R. Ferber, L. J. Herrinton, Q. Zhu, E. Gao, H. Checkoway, and W. Yuan. 2010. Occupational Exposure to Bisphenol-A (BPA) and the Risk of Selfreported Male Sexual Dysfunction. *Hum Reprod* 25: 519–527.
- Li, D.-K., Z.-J. Zhou, M. Miao, Y. He, J.-T. Wang, J. Ferber, L. J. Herrinton, E.-S. Gao, and W. Yuan. 2011. Urine Bisphenol-A (BPA) Level in Relation to Semen Quality. *Fertil Steril* 95: 625–630.
- Lijeros, F., C. R. Edling, L. A. N. Amaral, H. E. Stanley, and Y. Åberg. 2001. The Web of Human Sexual Contacts. *Nature* 411: 907–908.
- Linzenmeier, G. 1947. Zur Frage der Empfängniszeit der Frau: Hat Knaus oder Stieve recht? *Zentralbl Gynäkol* 69: 1108–1110.
- Lloyd, J., N. S. Crouch, C. L. Minto, L.-M. Liao, and S. M. Creighton. 2005. Female Genital Appearance: “Normality” Unfolds. *Brit J Obstet Gynaecol* 112: 643–646.
- Lönnerdal, B. 2000. Breast Milk: A Truly Functional Food. *Nutrition* 16: 509–511.
- Lopata, A. 1996. Implantation of the Human Embryo. *Hum Reprod* 11 (Suppl. 1): 175–184.
- Loucks, A. B., and L. M. Redman. 2004. The Effect of Stress on Menstrual

Function. *Trends Endocrinol Metab* 15: 466–471.

Loudon, A. S. I., A. S. McNeilly, and J. A. Milne. 1983. Nutrition and Lactational Control of Fertility in Red Deer. *Nature* 302: 145–147.

Loy, J. 1987. The Sexual Behavior of African Monkeys and the Question of Estrus. In *Comparative Behavior of African Monkeys*, ed. E. Zucker, 175–195. New York: Alan Liss.

Luckett, W. P. 1974. The Comparative Development and Evolution of the Placenta in Primates. *Contrib Primatol* 3: 142–234.

MacDorman, M. F., F. Menacker, and E. Declercq. 2008. Cesarean Birth in the United States: Epidemiology, Trends, and Outcomes. *Clin Perinatol* 35: 293–307.

MacLeod, J., and R. Z. Gold. 1951. The Male Factor in Fertility and Infertility. II. Spermatozoon Counts in 1000 Men of Known Fertility and 1000 Cases of Infertile Marriage. *J Urol* 66: 436–449.

_____. 1957. The Male Factor in Fertility and Infertility. IX. Semen Quality in Relation to Accidents of Pregnancy. *Fertil Steril* 8: 36–49.

MacLeod, J., and R. S. Hotchkiss. 1941. The Effect of Hyperpyrexia upon Spermatozoa Counts in Men. *Endocrinology* 28: 780–784.

MacLeod, J., and Y. Wang. 1979. Male Fertility Potential in Terms of Semen Quality. A Review of the Past, a Study of the Present. *Fertil Steril* 31: 103–116.

Macomber, D., and M. B. Sanders. 1929. The Spermatozoa Count. *N Engl J Med* 200: 981–984.

Málek, J., J. Gleich, and V. Maly. 1962. Characteristics of the Daily Rhythm of Menstruation and Labor. *Ann NY Acad Sci* 98: 1042–1055.

Mancuso, P. J., J. M. Alexander, D. D. McIntire, E. Davis, G. Burke, and K. J. Leveno. 2004. Timing of Birth After Spontaneous Onset of Labor. *Obstet Gyn-aecol* 103: 653–656.

Mann, D. R., and H. M. Fraser. 1996. The Neonatal Period: A Critical Interval in Male Primate Development. *J Endocrinol* 149: 191–197.

Marshall, J. 1968. Congenital Defects and the Age of Spermatozoa. *Int J Fertil* 13: 110–120.

Martin, R. D. 1968. Reproduction and Ontogeny in Tree-Shrews (*Tupaia be-langeri*) with Reference to Their General Behaviour and Taxonomic Relationships. *Z Tierpsychol* 25: 409–532.

_____. 1969. The Evolution of Reproductive Mechanisms in Primates. *J Reprod Fertil Suppl* 6: 49–66.

_____. 1981. Relative Brain Size and Metabolic Rate in Terrestrial Vertebrates. *Nature* 293: 57–60.

_____. 1984. Scaling Effects and Adaptive Strategies in Mammalian Lactation.

Symp Zool Soc Lond 51: 87–117.

_____. 1992. Female Cycles in Relation to Paternity in Primate Societies. In *Paternity in Primates: Genetic Tests and Theories. Implications of Human DNA Fingerprinting*, ed. R. D. Martin, A. F. Dixson, and E. J. Wickings, 238–274. Basel: Karger.

_____. 1996. Scaling of the Mammalian Brain: The Maternal Energy Hypothesis. *News Physiol Sci* 11: 149–156.

_____. 2003. Human Reproduction: A Comparative Background for Medical Hypotheses. *J Reprod Immunol* 59: 111–135.

_____. 2007. The Evolution of Human Reproduction: A Primatological Perspective. *Yearb Phys Anthropol* 50: 59–84.

_____. 2008. Evolution of Placentation in Primates: Implications of Mammalian Phylogeny. *Evol Biol* 35: 125–145.

_____. 2012. Primer: Primates. *Curr Biol* 22: R785–R790.

Martin, R. D., and K. Isler. 2010. The Maternal Energy Hypothesis of Brain Evolution: An Update. In *The Human Brain Evolving: Paleoneurological Studies in Honor of Ralph L. Holloway*, ed. D. Broadfield, M. Yuan, K. Schick, and N. Toth, 15–35. Bloomington, IN: Stone Age Institute Press.

Martin, R. D., and A. M. MacLarnon. 1985. Gestation Period, Neonatal Size and Maternal Investment in Placental Mammals. *Nature* 313: 220–223.

_____. 1988. Comparative Quantitative Studies of Growth and Reproduction. *Symp Zool Soc Lond* 60: 39–80.

Martin, R. D., L. A. Willner, and A. Dettling. 1994. The Evolution of Sexual Size Dimorphism in Primates. In *The Differences Between the Sexes*, ed. R. V. Short and E. Balaban, 159–200. Cambridge: Cambridge University Press.

Matsuda, S., and H. Kahyo. 1992. Seasonality of Preterm Births in Japan. *Int J Epidemiol* 21: 91–100.

McCance, R. A., M. C. Luf, and E. E. Widdowson. 1937. Physical and Emotional Periodicity in Women. *J Hygiene* 37: 571–611.

McCoy, S. J. B., J. M. Beal, S. B. M. Shipman, M. E. Payton, and G. H. Watson. 2006. Risk Factors for Postpartum Depression: A Retrospective Investigation at 4-Weeks Postnatal and a Review of the Literature. *J Am Osteopath Assoc* 106: 193–198.

McGrath, J. J., A. G. Barnett, and D. W. Eyles. 2005. The Association Between Birth Weight, Season of Birth and Latitude. *Ann Hum Biol* 32: 547–

559.

McKenna, J. J., H. L. Ball, and L. T. Gettler. 2007. Mother-Infant Cosleeping, Breastfeeding and Sudden Infant Death Syndrome: What Biological Anthropology Has Discovered About Normal Infant Sleep and Pediatric Sleep Medicine. *Yearb Phys Anthropol* 45: 133–161.

McKeown, T., and J. R. Gibson. 1951. Observations on All Births (23,970) in Birmingham, 1947. II: Birth Weight. *Brit J Soc Med* 5: 98–112.

_____. 1952. Period of Gestation. *Brit Med J* 1: 938–941.

McKeown, T., and R. G. Record. 1952. Observations on Foetal Growth in Multiple Pregnancy in Man. *J Endocrinol* 8: 386–401.

McNeilly, A. S. 2001. Lactational Control of Reproduction. *Reprod Fert Dev* 13: 583–590.

McTiernan, A., and D. B. Thomas. 1986. Evidence for a Protective Effect of Lactation on Risk of Breast Cancer in Young Women. Results from a Case Control Study. *Am J Epidemiol* 124: 353–358.

Menacker, F., and B. E. Hamilton. 2010. Recent Trends in Cesarean Delivery in the United States. *NCHS Data Brief* 35: 1–8.

Mendiola, J., N. Jørgensen, A.-M. Andersson, A. M. Calafat, X. Ye, J. B. Redmon, E. Z. Drobnis, C. Wang, A. Sparks, S. W. Thurston, and S. H. Swan. 2010. Are Environmental Levels of Bisphenol A Associated with Reproductive Function in Fertile Men? *Environm Health Perspect* 118: 1286–1291.

Michael, R. P., and E. B. Keverne. 1971. An Annual Rhythm in the Sexual Activity of the Male Rhesus Monkey, *Macaca mulatta*, in the Laboratory. *J Reprod Fertil* 25: 95–98.

Michaelsen, K. F., L. Lauritzen, and E. L. Mortensen. 2009. Effects of Breastfeeding on Cognitive Function. *Adv Exp Med Biol* 639: 199–215.

Mieusset, R., and L. Bujan. 1994. The Potential of Mild Testicular Heating as a Safe, Effective and Reversible Contraceptive Method for Men. *Int J Androl* 17: 186–191.

Miller, J. F., E. Williamson, J. Glue, Y. B. Gordon, J. G. Grudzinskas, and A. Sykes. 1980. Fetal Loss After Implantation. *Lancet* 316: 554–556.

Milligan, L. A., and R. P. Bazinet. 2008. Evolutionary Modifications of Human Milk Composition: Evidence from Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Anthropoid Milks. *J Hum Evol* 55: 1086–1095.

Milstein-Moscati, I., and W. Beçak. 1978. Down Syndrome and Frequency of Intercourse. *Lancet* 312: 629–630.

_____. 1981. Occurrence of Down Syndrome and Human Sexual Behavior. *Am J Med Genet* 9: 211–217.

Mofett, A., and Y. W. Loke. 2006. Immunology of Placentation

in Eutherian Mammals. *Nature Rev Immunol* 6: 584–594.

Moghissi, K. S. 1976. Accuracy of Basal Body Temperature for Ovulation Detection. *Fertil Steril* 27: 1415–1421.

Møller, A. P. 1988. Ejaculate Quality, Testes Size and Sperm Competition in Primates. *J Hum Evol* 17: 479–488.

_____. 1989. Ejaculate Quality, Testes Size and Sperm Production in Mammals. *Funct Ecol* 3: 91–96.

Montagu, A. 1961. Neonatal and Infant Immaturity in Man. *JAMA* 178: 56.

Morrow-Tlucak, M., R. H. Haude, and C. B. Ernhart. 1988. Breastfeeding and Cognitive Development in the First 2 Years of Life. *Soc Sci Med* 26: 635–639.

Mortensen, E. L., K. F. Michaelson, S. A. Sanders, and J. M. Reinisch. 2002. The Association Between Duration of Breastfeeding and Adult Intelligence. *J Am Med Ass* 287: 2365–2371.

Mortimer, D. 1983. Sperm Transport in the Human Female Reproductive Tract. *Oxford Rev Reprod Biol* 5: 30–61.

Mulcahy, M. T. 1978. Down Syndrome and Parental Coital Rate. *Lancet* 312: 895. Munshi-South, J. 2007. Extra-Pair Paternity and the Evolution of Testis Size in a Behaviorally Monogamous Tropical Mammal, the Large Treeshrew (*Tupaia tana*). *Behav Ecol Sociobiol* 62: 201–212.

Münster, K., L. Schmidt, and P. Helm. 1992. Length and Variation in the Menstrual Cycle – A Cross-Sectional Study from a Danish County. *Brit J Obstet Gynecol* 99: 422–429.

Nadler, R. D. 1994. Walter Heape and the Issue of Estrus in Primates. *Am J Primatol* 33: 83–99.

Nathanielsz, P. W. 1998. Comparative Studies on the Initiation of Labor. *Europ J Obstet Gynecol Reprod Biol* 78: 127–132.

Nelson, C. M. K., and R. G. Bunge. 1974. Semen Analysis: Evidence for Changing Parameters of Male Fertility Potential. *Fertil Steril* 25: 503–507.

Neugebauer, F. L. 1886. Eine bisher einzig dastehende Beobachtung von Polymastie mit 10 Brustwarzen. *Zentralbl Gynäkol* 10: 720–736.

Newman, J. 1995. How Breast Milk Protects Newborns. *Sci Am* 273 (12): 76–79. Oatridge, A., A. Holdcroft, N. Saeed, J. V. Hajnal, B. K. Puri, L. Fusi, and G. M.

Bydder. 2002. Change in Brain Size During and After Pregnancy: Study in Healthy Women and Women with Preeclampsia. *Am J Neuroradiol* 23: 19–26.

Odeblad, E. 1997. Cervical Mucus and Their Functions. *J Irish Coll Phys*

Surg 26: 27–32.

Oftedal, O. T., and S. J. Iverson. 1995. Phylogenetic Variation in the Gross Composition of Milks. In *The Handbook of Milk Composition*, ed. R. G. Jensen, M. P. Thompson, and R. Jenness, 749–789. Orlando, FL: Academic Press.

O’Hara, M. W., and A. M. Swain. 1996. Rates and Risk of Postpartum Depression – A Metaanalysis. *Int Rev Psychiatr* 8: 37–54.

O’Rand, M. G., E. E. Widgren, S. Beyler, and R. T. Richardson. 2009. Inhibition of Human Sperm Motility by Contraceptive Anti-eppin Antibodies from Infertile Male Monkeys: Effect on Cyclic Adenosine Monophosphate. *Biol Reprod* 80: 279–285.

Papanicolaou, G. N. 1933. The Sexual Cycle of the Human Female as Revealed by Vaginal Smears. *Am J Anat* 52: 519–637.

Paraskevides, E. C., G. W. Pennington, and S. Naik. 1988. Seasonal Distribution in Conceptions Achieved by Artificial Insemination by Donor. *Brit Med J* 297: 1309–1310.

Parazzini, F., M. Marchini, L. Luchini, L. Tozzi, R. Mezzopane, and L. Fedele. 1995. Tight Underpants and Trousers and the Risk of Dyspermia. *Int J Androl* 18: 137–140.

Parente, R. C. M., L. P. Bergqvist, M. B. Soares, and O. B. Moraes. 2011. The History of Vaginal Birth. *Arch Gynecol Obstet* 284: 1–11.

Parker, G. A. 1982. Why So Many Tiny Sperm? The Maintenance of Two Sexes with Internal Fertilization. *J Theor Biol* 96: 281–294.

Pawłowski, B. 1998. Why Are Human Newborns So Big and Fat? *Hum Evol* 13: 65–72.

_____. 1999. Permanent Breasts as a Side Effect of Subcutaneous Fat Tissue Increase in Human Evolution. *Homo* 50: 149–162.

Pearson, J. A., R. E. M. Hedges, T. I. Molleson, and M. Özbek. 2010. Exploring the Relationship Between Weaning and Infant Mortality: An Isotope Case Study from Asikli Höyük and Cayönü Tepesi. *Am J Phys Anthropol* 143: 448–457.

Penrose, L. S., and J. M. Berg. 1968. Mongolism and Duration of Marriage. *Nature* 218: 300.

Pepper, G. V., and S. C. Roberts. 2006. Rates of Nausea and Vomiting in Pregnancy and Dietary Characteristics Across Populations. *Proc Roy Soc Lond B* 273: 2675–2679.

Piovanetti, Y. 2001. Breastfeeding Beyond 12 Months: An Historical Perspective. *Pediatr Clin N Am* 48: 199–206.

Plavcan, J. M. 2012. Sexual Size Dimorphism, Canine Dimorphism, and Male-Male Competition in Primates: Where Do Humans Fit In? *Hum Nat*

23: 45–67.

Poikkeus, P., M. Gissler, L. Unkila-Kallio, C. Hyden-Granskog, and A. Tiitinen. 2007. Obstetric and Neonatal Outcome After Single Embryo Transfer. *Hum Reprod* 22: 1073–1079.

Ponce de León, M. S., L. Golovanova, V. Doronichev, G. Romanova, T. Akazawa, O. Kondo, H. Ishida, and C. P. E. Zollikofer. 2008. Neanderthal Brain Size at Birth Provides Insights into the Evolution of Human Life History. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 13764–13768.

Procopé, B.-J. 1965. Effect of Repeated Increase of Body Temperature on Human Sperm Cells. *Int J Fertil* 10: 333–339.

Profet, M. 1993. Menstruation as a Defence Against Pathogens Transported by Sperm. *Quart Rev Biol* 68: 335–386.

Racey, P. A. 1979. The Prolonged Storage and Survival of Spermatozoa in Chiroptera. *J Reprod Fertil* 56: 391–402.

Ramlau-Hansen, C. H., G. Toft, M. S. Jensen, K. Strandberg-Larsen, M. L. Hansen, and J. Olsen. 2010. Maternal Alcohol Consumption During Pregnancy and Semen Quality in the Male Offspring: Two Decades of Follow-Up. *Hum Reprod* 25: 2340–2345.

Ramm, S. A. 2007. Sexual Selection and Genital Evolution in Mammals: A Phylogenetic Analysis of Baculum Length. *Am Nat* 169: 360–369.

Ramm, S. A., P. L. Oliver, C. P. Ponting, P. Stockley, and R. D. Emes. 2008. Sexual Selection and the Adaptive Evolution of Mammalian Ejaculate Proteins. *Mol Biol Evol* 25: 207–219.

Record, R. G. 1952. Relative Frequencies and Sex Distributions of Human Multiple Births. *Brit J Soc Med* 6: 192–196.

Reefhuis, J., M. A. Honein, L. A. Schieve, A. Correa, C. A. Hobbs, S. A. Rasmussen, and National Birth Defects Prevention Study. 2009. Assisted Reproductive Technology and Major Structural Birth Defects in the United States. *Hum Reprod* 24: 360–366.

Rehan, N., A. J. Sobbero, and J. W. Fertig. 1975. The Semen of Fertile Men: Statistical Analysis of 1300 Men. *Fertil Steril* 26: 492–502.

Reinberg, A. 1974. Aspects of Circannual Rhythms in Man. In *Circannual Clocks: Annual Biological Rhythms*, ed. E. T. Pengelley, 423–505. New York: Academic Press.

Reinberg, A., and M. Lagoguey. 1978. Circadian and Circannual Rhythms in Sexual Activity and Plasma Hormones (FSH-LH, Testosterone) of Five Human Males. *Arch Sex Behav* 7: 13–30.

Renaud, R. L., J. Macler, I. Dervain, M.-C. Ehret, C. Aron, S. Plas-Roser, A. Spira, and H. Pollack. 1980. Echographic Study of Follicular Maturation

and Ovulation During the Normal Menstrual Cycle. *Fertil Steril* 33: 272–276.

Reynolds, A. 2001. Breastfeeding and Brain Development. *Pediatr Clin N Am* 48: 159–171.

Richard, A. F. 1974. Patterns of Mating in *Propithecus verreauxi*. In *Prosimian Biology*, ed. R. D. Martin, G. A. Doyle, and A. C. Walker, 49–75. London: Duckworth.

Riggs, R., J. Mayer, D. Dowling-Lacey, T.-F. Chi, E. Jones, and S. Oehninger. 2010. Does Storage Time Influence Postthaw Survival and Pregnancy Out-come? An Analysis of 11,768 Cryopreserved Human Embryos. *Fertil Steril* 93: 109–115.

Roberts, C., and C. Lowe. 1975. Where Have All the Conceptions Gone? *Lancet* 305: 498–499.

Robinson, D., J. Rock, and M. F. Menkin. 1968. Control of Human Spermatogen-esis by Induced Changes in Intrasrotal Temperature. *JAMA* 204: 290–297.

Rock, J. C., and D. Robinson. 1965. Efect of Induced Intrasrotal Hyperthermia on Testicular Function in Man. *Am J Obstet Gynecol* 93: 793–801.

Rodgers, B. 1978. Feeding in Infancy and Later Ability and Attainment: A Longitudinal Study. *Dev Med Child Neurol* 20: 421–426.

Roenneberg, T., and J. Aschof. 1990a. Annual Rhythm of Human Reproduction. I. Biology, Sociobiology or Both? *J Biol Rhythms* 5: 195–216.

_____. 1990b. Annual Rhythm of Human Reproduction. II. Environmental Correlations. *J Biol Rhythms* 5: 217–239.

Rogan, J. W., and B. C. Gladen. 1993. Breast Feeding and Cognitive Develop-ment. *Early Hum Dev* 31: 181–193.

Rojansky, N., A. Brzezinski, and J. G. Schenker. 1992. Seasonality in Human Reproduction: An Update. *Hum Reprod* 7: 735–745.

Rolland, M., J. Moal, V. Wagner, D. Royère, and J. De Mouzon. 2012. Decline in Semen Concentration and Morphology in a Sample of 26 609 Men Close to General Population between 1989 and 2005 in France. *Hum Reprod* 28: 462–470.

Ron-El, R., A. Golan, H. Nachum, E. Caspi, A. Herman, and Y. Softer. 1991. Delayed Fertilization and Poor Embryonic Development Associated with Im-paired Semen Quality. *Fertil Steril* 55: 338–344.

Rosenberg, K. R. 1992. The Evolution of Modern Human Childbirth. *Yearb Phys Anthropol* 35: 89–124.

Rosenberg, K. R., and W. Trevathan. 1996. Bipedalism and Human Birth: The Obstetrical Dilemma Revisited. *Evol Anthropol* 4: 161–168.

_____. 2002. Birth, Obstetrics and Human Evolution. *Brit J Obstet Gynaecol* 109: 1199–1206.

Rowley, M. J., F. Teshima, and C. G. Heller. 1970. Duration of Transit of Spermatozoa Through the Human Male Ductular System. *Fertil Steril* 21: 390–396.

Rubenstein, B. B., H. Strauss, M. L. Lazarus, and H. Hankin. 1951. Sperm Survival in Women: Motile Sperm in the Fundus and the Tubes of Surgical Cases. *Fertil Steril* 2: 15–19.

Sacher, G. A. 1982. The Role of Brain Maturation in the Evolution of the Primates. In *Primate Brain Evolution*, ed. E. Armstrong and D. Falk, 97–112. New York: Plenum.

Sacher, G. A., and E. F. Stafeldt. 1974. Relation of Gestation Time to Brain Weight for Placental Mammals: Implications for the Theory of Vertebrate Growth. *Am Nat* 108: 593–615.

Sade, D. S. 1964. Seasonal Cycle in Size of Testes of Free-Ranging *Macaca mulatta*. *Folia Primatol* 2: 171–180.

Sanders, D., and J. Bancroft. 1982. Hormones and the Sexuality of Women – The Menstrual Cycle. *Clin Endocrinol Metab* 11: 639–659.

Sas, M., and J. Szöllősi. 1979. Impaired Spermiogenesis as a Common Finding Among Professional Drivers. *Arch Androl* 3: 57–60.

Schaffir, J. 2006. Sexual Intercourse at Term and Onset of Labor. *Obstet Gynaecol* 107: 1310–1314.

Schernhammer, E. S., and S. E. Hankinson. 2005. Urinary Melatonin Levels and Breast Cancer Risk. *J Nat Cancer Inst* 97: 1084–1087.

Schiebinger, L. 1993. Why Mammals Are Called Mammals: Gender Politics in Eighteenth-Century Natural History. *Am Hist Rev* 90: 382–411.

Schneiderman, J. U. 1998. Rituals of Placenta Disposal. *Am J Matern Child Nurs* 23: 142–143.

Schradin, C., and G. Anzenberger. 2001. Costs of Infant Carrying in Common Marmosets, *Callithrix jacchus*: An Experimental Analysis. *Anim Behav* 62: 289–295.

Sellen, D. W. 2001. Comparison of Infant Feeding Patterns Reported for Nonindustrial Populations with Current Recommendations. *J Nutr* 131: 2707–2715.

_____. 2009. Evolution of Human Lactation and Complementary Feeding: Implications for Understanding Contemporary Cross-Cultural Variation. *Adv Exp Med Biol* 639: 253–282.

Setchell, B. P. 1997. Sperm Counts in Semen of Farm Animals 1932–1995. *Int J Androl* 20: 209–214.

_____. 1998. The Parkes Lecture: Heat and the Testes. *J Reprod Fertil* 114: 179–194.

Settlage, D. S. F., M. Motoshima, and D. R. Tredway. 1973. Sperm Transport from the External Cervical Os to the Fallopian Tubes in Women. *Fertil Steril* 24: 655–661.

Shafik, A. 1992. Contraceptive Efficacy of Polyester-Induced Azoospermia in Normal Men. *Contraception* 45: 439–451.

Sharav, T. 1991. Aging Gametes in Relation to Incidence, Gender, and Twinning in Down Syndrome. *Am J Med Genet* 39: 116–118.

Sharpe, R. M. 1994. Could Environmental, Oestrogenic Chemicals Be Responsible for Some Disorders of Human Male Reproductive Development? *Curr Opin Urol* 4: 295–302.

Sharpe, R. M., and N. E. Skakkebaek. 1993. Are Oestrogens Involved in Falling Sperm Counts and Disorders of the Male Reproductive Tract? *Lancet* 341: 1392–1395.

Sheard, N. F., and W. A. Walker. 1988. The Role of Breast Milk in the Development of the Gastrointestinal Tract. *Nutr Rev* 46: 1–8.

Sheynkin, Y., R. Welliver, A. Winer, F. Hajimirzaee, H. Ahn, and K. Lee. 2011. Protection from Scrotal Hyperthermia in Laptop Computer Users. *Fertil Steril* 95: 647–651.

Short, R. V. 1976. The Evolution of Human Reproduction. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 195: 3–24.

_____. 1979. Sexual Selection and Its Component Parts, Somatic and Genital Selection, as Illustrated by Man and the Great Apes. *Adv Stud Behav* 9: 131–158.

_____. 1984. Breast Feeding. *Sci Am* 250, 4: 35–41.

_____. 1994. Human Reproduction in an Evolutionary Context. *Ann NY Acad Sci* 709: 416–425.

Simmons, L. W., L. C. Firman, G. Rhodes, and M. Peters. 2004. Human Sperm Competition: Testis Size, Sperm Production and Rates of Extrapair Copulations. *Anim Behav* 68: 297–302.

Simpson, J. L., R. H. Gray, A. Perez, P. Mena, M. Barbato, E. E. Castilla, R. T. Kambic, F. Pardo, G. Tagliabue, W. S. Stephenson, A. Bitto, C. Li, V. H. Jennings, J. M. Spieler, and J. T. Queenan. 1997. Pregnancy Outcome in Natural Family Planning Users: Cohort and Case-Control Studies Evaluating Safety. *Adv Contraception* 13: 201–214.

Slama, R., F. Eustache, B. Ducot, T. K. Jensen, N. Jørgensen, A. Horte, S. Irvine, J. Suominen, A. G. Andersen, J. Auger, M. Vierula, J. Toppari, J. N. Andersen, N. Keiding, N. E. Skakkebaek, A. Spira, and P. Jouannet. 2002. Time

to Pregnancy and Semen Parameters: A Cross-Sectional Study Among Fertile Couples from Four European Cities. *Hum Reprod* 17: 503–515.

Small, M. 1992. The Evolution of Female Sexuality and Mate Selection in Humans. *Hum Nat* 3: 133–156.

_____. 1996. “Revealed” Ovulation in Humans? *J Hum Evol* 30: 483–488. Smits, J., and C. Monden. 2011. Twinning Across the Developing World. *PLoSOne* 6 (9): e25239.

Sokol, R. Z., P. Kraft, I. M. Fowler, R. Mamet, E. Kim, and K. T. Berhane. 2006. Exposure to Environmental Ozone Alters Semen Quality. *Environ Health Perspect* 114: 360–365.

Spira, A. 1984. Seasonal Variations of Sperm Characteristics. *Arch Androl* 12 (Suppl): 23–28.

Stallmann, R. R., and A. H. Harcourt. 2006. Size Matters: The (Negative) Allometry of Copulatory Duration in Mammals. *Biol J Linn Soc* 87: 185–193.

Stanislaw, H., and F. J. Rice. 1988. Correlation Between Sexual Desire and Men-strual Cycle Characteristics. *Arch Sex Behav* 17: 499–508.

Steklis, H. D., and C. H. Whiteman. 1989. Loss of Estrus in Human Evolution: Too Many Answers, Too Few Questions. *Ethol Sociobiol* 10: 417–434.

Stephens, W. N. 1961. A Cross-Cultural Study of Menstrual Taboos. *Genet Psychol Monogr* 64: 385–416.

Steptoe, P. C., and R. G. Edwards. 1978. Birth After the Reimplantation of a Human Embryo. *Lancet* 312: 366.

Storgaard, L., J. Bonde, E. Ernst, M. Spano, C. Y. Andersen, M. Frydenberg, and J. Olsen. 2003. Does Smoking During Pregnancy Affect Sons’ Sperm Counts? *Epidemiology* 14: 278–286.

Strassmann, B. I. 1996a. Energy Economy in the Evolution of Menstruation. *Evol Anthropol* 5: 157–164.

_____. 1996b. The Evolution of Endometrial Cycles and Menstruation. *Quart Rev Biol* 71: 181–220.

_____. 1997. The Biology of Menstruation in *Homo sapiens*: Total Lifetime Menses, Fecundity, and Nonsynchrony in a Natural-Fertility Population. *Curr Anthropol* 38: 123–129.

Suarez, S. S., and A. A. Pacey. 2006. Sperm Transport in the Female Reproductive Tract. *Hum Reprod Update* 12: 23–37.

Sugarman, M., and K. A. Kendall-Tackett. 1995. Weaning Ages in a Sample of American Women Who Practice Extended Breastfeeding. *Clin Pediatr (Philadelphia)* 34: 642–647.

Suomi, S. J., and C. Ripp. 1983. A History of Motherless Mothering

at the University of Wisconsin Primate Laboratory. In *Child Abuse: The Nonhuman Primate Data*, ed. M. Reite and N. G. Caine, 49–78. New York: Alan Liss.

Swan, S. H., E. P. Elkin, and L. Fenster. 2000. The Question of Declining Sperm Density Revisited: An Analysis of 101 Studies Published 1934–1996. *Environm Health Persp* 108: 961–966.

Sydenham, A. 1946. Amenorrhoea at Stanley Camp, Hong Kong, During Internment. *Brit Med J* 2: 159.

Thiery, M. 2000. Intrauterine Contraception: From Silver Ring to Intrauterine Contraceptive Implant. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 90: 145–152.

Tiemessen, C. H. J., J. L. Evers, and R. S. G. M. Bots. 1995. Tight Fitting Underwear and Sperm Quality. *Lancet* 347: 1844–1845.

Tietze, C. 1965. History of Contraceptive Methods. *J Sex Res* 1: 69–85.
Topinard, P. 1882a. Le Poids du Cerveau d'après les Registres de Paul Broca. *Rev d'Anthropol, sér 2* 5: 1–30.

_____. 1882b. La Mensuration de la Capacité du Crâne. *Rev d'Anthropol, sér 2* 5: 385–411.

Treloar, A. E., R. E. Boynton, B. G. Behn, and B. W. Brown. 1967. Variation of the Human Menstrual Cycle Through Reproductive Life. *Int J Fertil* 12: 77–126.

Trevathan, W. R. 2007. Evolutionary Medicine. *Ann Rev Anthropol* 36: 139–154.
Trinkaus, E. 1984. Neandertal Pubic Morphology and Gestation Length. *CurrAnthropol* 25: 509–513.

Trussell, J. 2011. Contraceptive Failure in the United States. *Contraception* 83: 397–404.

Trussell, J., R. A. Hatcher, W. Cates, F. H. Stewart, and K. Kost. 1990. Contraceptive Failure in the United States: An Update. *Stud Fam Plann* 21: 51–54.

Tummon, I. S., and D. Mortimer. 1992. Decreasing Quality of Semen. *Brit Med J* 305: 1228–1229.

Tycko, B., and A. Efstratiadis. 2002. Genomic Imprinting: Piece of Cake. *Nature* 417: 913–914.

Tyler, E. T. 1953. Physiological and Clinical Aspects of Conception. *J Am Med Ass* 153: 1351–1356.

Udry, J. R., and N. M. Morris. 1967. Seasonality of Coitus and Seasonality of Birth. *Demography* 4: 673–679.

_____. 1968. Distribution of Coitus in the Menstrual Cycle. *Nature* 220: 593–596.

_____. 1977. The Distribution of Events in the Human Menstrual Cycle. *J Re-prod Fertil* 51: 419–425.

Vandenberg, L. N., I. Chahoud, J. J. Heindel, V. Padmanabhan, F. J. R. Paumgarten, and G. Schoenfelder. 2010. Urinary, Circulating, and Tissue Biomonitoring Studies Indicate Widespread Exposure to Bisphenol A. *Environm Health Perspect* 118: 1055–1070.

van Os, J. L., M. J. de Vries, N. H. den Daas, and L. M. K. Lansbergen. 1997. Longterm Trends in Sperm Counts in Dairy Bulls. *J Androl* 18: 725–731.

Vennemann, M. M., T. Bajanowski, B. Brinkmann, G. Jorch, K. Yücesan, C. Sauerland, E. A. Mitchell, and the GeSID Study Group. 2009. Does Breastfeeding Reduce the Risk of Sudden Infant Death Syndrome? *Pediatrics* 123: e406–e410.

Viterbo, P. 2004. I Got Rhythm: Gershwin and Birth Control in the 1930s. *Endeavour* 28: 30–35.

Vitzthum, V. J. 1994. Comparative Study of Breastfeeding Structure and Its Relation to Human Reproductive Ecology. *Yearb Phys Anthropol* 37: 307–349.

von Holst, D. 1974. Social Stress in the Tree-Shrew: Its Causes and Physiological and Ethological Consequences. In *Prosimian Biology*, ed. R. D. Martin, G. A. Doyle, and A. C. Walker, 389–411. London: Duckworth.

Waldinger, M. D., P. Quinn, M. Dilleen, R. Mundayat, D. H. Schweitzer, and M. Boolell. 2005. A Multinational Population Survey of Intravaginal Ejaculation Latency Time. *J Sex Med* 2: 492–497.

Wang, Y. S., and S. Y. Wu. 1996. The Effect of Exclusive Breastfeeding on Development and Incidence of Infection in Infants. *J Hum Lact* 12: 27–30.

Weaver, T. D., and J.-J. Hublin. 2009. Neandertal Birth Canal Shape and the Evolution of Human Childbirth. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 8151–8156.

Wehr, T. A. 1991. The Durations of Human Melatonin Secretion and Sleep Respond to Changes in Daylength (Photoperiod). *J Clin Endocrinol Metab* 73: 1276–1280.

_____. 2001. Photoperiodism in Humans and Other Primates: Evidence and Implications. *J Biol Rhythms* 16: 348–364.

Wehr, T. A., H. A. Giesen, D. E. Moul, E. H. Turner, and P. J. Schwartz. 1995. Suppression of Men's Responses to Seasonal Changes in Day-Length by Modern Artificial Lighting. *Am J Physiol* 269: R173–R178.

Weigel, R. M., and M. M. Weigel. 1989. Nausea and Vomiting of Early Pregnancy and Pregnancy Outcome: A Meta-analytical Review. *Brit J Obstet Gynaecol* 96: 1312–1318.

Weiss, K. 2004. The Frog in Tafeta Pants. *Evol Anthropol* 13: 5–10.

Westof, C. F. 1976. The Decline of Unplanned Births in the United States. *Science* 91: 38–41.

Whitcome, K., and D. E. Lieberman. 2007. Fetal Load and the Evolution of Lumbar Lordosis in Bipedal Hominins. *Nature* 450: 1075–1078.

White, D. R., E. M. Widdowson, H. Q. Woodard, and J. W. T. Dickerson. 1991. The Composition of Body Tissues (II). Fetus to Young Adult. *Brit J Radiol* 64: 149–159.

Wickings, E. J., and E. Nieschlag. 1980. Seasonality in Endocrine and Exocrine Function of the Adult Rhesus Monkey (*Macaca mulatta*) Maintained in a Controlled Laboratory Environment. *Int J Androl* 3: 87–104.

Wilcox, A. J., D. D. Baird, D. B. Dunson, D. R. McConaughy, J. S. Kesner, and C. R. Weinberg. 2004. On the Frequency of Intercourse Around Ovulation: Evidence for Biological Influences. *Hum Reprod* 19: 1539–1543.

Wilcox, A. J., D. Dunson, and D. D. Baird. 2000. The Timing of the “Fertile Window” in the Menstrual Cycle: Day Specific Estimates from a Prospective Study. *Brit Med J* 321: 1259–1262.

Wilcox, A. J., C. R. Weinberg, J. F. O’Connor, D. D. Baird, J. P. Schlatterer, R. E. Canfield, E. G. Armstrong, and B. C. Nisula. 1988. Incidence of Early Loss of Pregnancy. *New Engl J Med* 319: 189–194.

Williams, G. C., and R. M. Nesse. 1991. The Dawn of Darwinian Medicine. *Quart Rev Biol* 66: 1–22.

Williams, M., C. J. Hill, I. Scudamore, B. Dunphy, I. D. Cooke, and C. L. R. Barratt. 1993. Sperm Numbers and Distribution Within the Human Fallopian Tube Around Ovulation. *Hum Reprod* 8: 2019–2026.

Wittmann, M., J. Dinich, M. Merrow, and T. Roenneberg. 2006. Social Jetlag: Misalignment of Biological and Social Time. *Chronobiol Int* 23: 497–509.

Wolf, D. P., W. Byrd, P. Dandekar, and M. M. Quigley. 1984. Sperm Concentration and the Fertilization of Human Eggs In Vitro. *Biol Reprod* 31: 837–848.

Wolf, P. H. 1968a. The Serial Organization of Sucking in the Young Infant. *Pediatrics* 42: 943–956.

_____. 1968b. Sucking Patterns of Infant Mammals. *Brain Behav Evol* 1: 354–367.

Wood, J. W. 1989. Sperm Longevity. *Oxf Rev Reprod Biol* 11: 61–109.

Wood, S., A. Quinn, S. Troupe, C. Kingsland, and I. Lewis-Jones. 2006. Seasonal Variation in Assisted Conception Cycles and the Influence of Photoperiodism on Outcome in In Vitro Fertilization Cycles. *Hum Fertil* 9: 223–229.

Work Group on Breastfeeding. 1997. Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics* 100: 1035–1039.

World Health Organisation. 1985. Appropriate Technology for Birth. *Lancet* 326: 436–437.

Wright, L. E., and H. P. Schwarcz. 1998. Stable Carbon and Oxygen Isotopes in Human Tooth Enamel: Identifying Breastfeeding and Weaning in Prehistory. *Am J Phys Anthropol* 106: 1–18.

Yang, C. P. 1993. History of Lactation and Breast Cancer Risk. *Am J Epidemiol* 138: 1050–1056.

Yoshida, Y. 1960. Studies on Single Insemination with Donor's Semen. *J Jap Obstet Gynecol Soc* 7: 19–34.

Young, S. M., D. C. Benyshek, and P. Lienard. 2012. The Conspicuous Absence of Placenta Consumption in Human Postpartum Females: The Fire Hypothesis. *Ecol Food Nutr* 51: 198–217.

Zalko, D., C. Jacques, H. Duplan, S. Bruel, and P. Perdu. 2011. Viable Skin Efficiently Absorbs and Metabolizes Bisphenol A. *Chemosphere* 82: 424–430.

Zeilmaker, G. H., A. T. Alberda, I. Vangent, C. M. P. M. Rijkmans, and A. C. Drogendijk. 1984. 2 Pregnancies Following Transfer of Intact Frozen-Thawed Embryos. *Fertil Steril* 42: 293–296.

Zhang, X., C. Zhu, H. Lin, Q. Yang, Q. Ou, Y. Li, Z. Chen, P. Racey, S. Zhang, and H. Wang. 2007. Wild Fulvous Fruit Bats (*Rousettus leschenaulti*) Exhibit Humanlike Menstrual Cycle. *Biol Reprod* 77: 358–364.

Ziegler, E. E., A. M. O'Donnell, S. E. Nelson, and S. J. Fomon. 1976. Body Composition of the Reference Fetus. *Growth* 40: 329–341.

Zimmer, C. 2009. On the Origin of Sexual Reproduction. *Science* 324: 1254–1256.

Zinaman, M., E. Z. Drobnis, P. Morales, C. Brazil, M. Kiel, N. L. Cross, F. W. Hanson, and J. W. Overstreet. 1989. The Physiology of Sperm Recovered from the Human Cervix: Acrosomal Status and Response to Inducers of the Acrosome Reaction. *Biol Reprod* 41: 790–797.

Zorn, B., J. Auger, V. Velikonja, M. Kolbezen, and H. Meden-Vrtovec. 2008. Psychological Factors in Male Partners of Infertile Couples: Relationship with Semen Quality and Early Miscarriage. *Int J Androl* 31: 557–564.

Zukerman, Z., L. J. Rodriguez-Rigau, K. D. Smith, and E. Steinberger. 1977. Frequency Distribution of Sperm Counts in Fertile and Infertile Males. *Fertil Steril* 28: 1310–1313.

*Издание подготовлено при поддержке Фонда Дмитрия Зимина
«Династия»*



Династия

Фонд некоммерческих программ «Династия» основан в 2002 году Дмитрием Борисовичем Зиминим, почетным президентом компании «Вымпелком».

Приоритетные направления деятельности Фонда – поддержка фундаментальной науки и образования в России, популяризация науки и просвещение.

«Библиотека Фонда «Династия» – проект Фонда по изданию современных научно-популярных книг, отобранных экспертами-учеными.

Книга, которую вы держите в руках, выпущена под эгидой этого проекта.

notes

СНОСКИ

1

Перевод Н. Демуровой. – *Прим. пер.*

Здесь и далее цитируется по изданию 1953 г. под редакцией академика Е. Н. Павловского (изд. Академии наук СССР, т. 5). – *Прим. пер.*

Бэйкер Р. Постельные войны. – М.: Альпина нон-фикшн, 2013. –
Прим. ред.

4

In vitro – проведение опытов вне живого организма. – *Прим. ред.*

Экстракорпоральный (лат. extra – вне, corpus – тело) – осуществляемый вне тела, в данном случае – искусственное зачатие вне матки женщины. – *Прим. ред.*