

Станислав
Дробышевский

Достающее звено

Книга первая
**Обезьяны
и все-все-все**



С Е Р И Я
PRIMUS



Книжные проекты
Дмитрия Зимина



ЭВОЛЮЦИЯ



Primus

Станислав Дробышевский

Достающее звено. Книга

1. Обезьяны и все-все-все

«Corpus (ACT)»

2017

УДК 572
ББК 28.71

Дробышевский С. В.

Достающее звено. Книга 1. Обезьяны и все-все-все /
С. В. Дробышевский — «Corpus (АСТ)», 2017 — (Primus)

ISBN 978-5-17-099215-7

Кто был непосредственным предком человека? Как выглядит цепь, на конце которой находится *Homo sapiens*, и все ли ее звенья на месте? Почему некоторые находки оказываются не тем, чем кажутся поначалу? И почему разумными стали именно гоминиды, а не другие млекопитающие? “Достающее звено” – история происхождения человека в двух книгах – подробно и увлекательно отвечает на эти и другие животрепещущие вопросы о нашем прошлом. Ведущий российский антрополог, научный редактор портала “Антропогенез.ру” и блестящий лектор Станислав Дробышевский знает об этом, вероятно, больше, чем любой другой живущий потомок палеоантропов, и как никто другой умеет заразить интересом к современной, бурно развивающейся науке, имеющей прямое отношение к каждому из нас. Первая книга посвящена тем, кто внес вклад в формирование нашего вида задолго до того, как мы встали на ноги, расправили плечи и отрасли мозг.

УДК 572
ББК 28.71

ISBN 978-5-17-099215-7

© Дробышевский С. В., 2017
© Corpus (ACT), 2017

Содержание

Пролог,	7
Введение,	9
Методы познания бытия	11
Глава 1	12
Сила Духа: креационизм	12
Сила мысли: философские концепции антропогенеза	14
Сила доказательств: научные концепции антропогенеза	15
Глава 2	20
Палеоантропологические методы	20
Смежные науки	22
Глава 3	25
Особая обезьяна	29
Глава 4	29
Глава 5	33
Прямохождение	33
Рука, приспособленная к использованию и изготовлению орудий	46
Мозг	50
Тело человека от докембрия до наших дней (история в четырнадцати звеньях с прологом и эпилогом)	71
Пролог	71
Глава 6	73
Глава 7	76
Глава 8	80
Глава 9	87
Глава 10	91
Глава 11	95
Глава 12	99
Конец ознакомительного фрагмента.	103

Станислав Дробышевский

Достающее звено. Книга

1. Обезьяны и все-все-все

© С. Дробышевский, 2017
© Р. Евсеев, иллюстрации, 2017
© Е. Мартыненко, иллюстрации, 2017
© И. Мурашев, иллюстрации, 2017
© О. Федорчук, иллюстрации, 2017
© Д. Хайдаров, иллюстрации, 2017
© А. Бондаренко, оформление, 2017
© ООО “Издательство АСТ”, 2017
Издательство CORPUS ®

* * *

Посвящается Инге, Володе и Маше – моей любимой семье

...а также муравьеда и руконожке

Рассказ о цепях коротких и длинных, непрерывных и оборванных, магистральных и параллельных, прямых и извилистых, о том, из каких звеньев они составлены, и о том, все ли звенья достают, как люди достают эти звенья и как звенья достают людей, о звеньях прочных и не очень, о звеньях главных и второстепенных, о звеньях между звеньями и рядом со звеньями, неотвратимости и случайности, о наследии и следах, много о прошлом, в меру о настоящем и немножко о будущем...

Пролог, в котором автор ведет себя прилично, мило улыбается, много раз говорит спасибо и даже не ехидничает

К написанию этой книги меня сподвигли несколько обстоятельств. Во-первых, преподавательская деятельность, коей я занимаюсь, создает склонность к популярному и доступному объяснению. Во-вторых, большое количество обращений за разъяснениями глобальных или каких-либо частных вопросов антропогенеза со стороны студентов, знакомых и представителей средств массовой информации показало мне, что многим людям эти вопросы небезынтересны. В-третьих, изобилие непрофессиональных, часто просто неграмотных и ошибочных изложений антропогенеза в последнее время зашкаливает: иногда в книгах с заглавием “Антропология” о таковой не говорится вовсе ничего.

Непосредственным толчком к созданию книги послужило предложение Александра Соколова дать интернет-интервью на тему антропогенеза. На самом деле, уже настойчивостью и терпением в вытряхивании из меня этого интервью Александр сделал огромное дело! Как и подавляющее большинство ученых и преподавателей, я сам мог бы очень долго мечтать о написании такой книги и никогда бы не собрался начать реальные действия. Это вообще дело хлопотное и специфическое. Таких, как я, надо сильно тормозить, и за это Александру огромное спасибо! Первая версия книги опубликована на сайте “Антропогенез.ру” (www.antropogenez.ru), созданном опять же усилиями в основном Александра. Без этого сайта, даже если бы книга и была когда-нибудь написана, она была бы заметно бледнее и в ней сохранилось бы больше ляпов.

С самого начала интернет-портал “Антропогенез.ру” затевался как популяризаторский, направленный на продвижение знаний в народ и борьбу с лженаучными и околонуучными мифами, с чем Александр успешно справляется. Нельзя не отметить его недавно вышедшую книгу “Мифы об эволюции человека”, уникальную и единственную в своем роде (Соколов, 2015). Ее можно читать параллельно с той, что вы держите в руках, – они не повторяют, а дополняют друг друга.

Образцом научно-просветительского творчества, на который стоит ориентироваться всем популяризаторам, являются книги, лекции и статьи на сайтах www.evolbiol.ru и www.elementy.ru, созданные А. В. Марковым и Е. Б. Наймарк. За это и за важные замечания по содержанию книги им огромное спасибо!

Многие идеи, особенно касающиеся экологических аспектов эволюции, почерпнуты из книг и лекций К. Ю. Еськова, за что я ему бесконечно благодарен.

Неподражаемый стиль книг Л. Б. Вишняцкого и В. Р. Дольника в немалой степени определил настрой и моего творения. Не всем нравится, когда высоконучные темы обсуждаются как бы не вполне серьезно, некоторые люди даже искренне считают, что чем ближе фраза к бессмертным образцам “при гулярной ундуляции нет ничего глупее латерального сжатия”, “доминирующая положительная анаболия ведет к девиации” и “вторичную хондрификацию эндоскелета можно рассматривать как гистологическую фетализацию, присущую анамниям”, тем она научнее. Но у меня есть два оправдания. Во-первых, используя человеческую речь вместо “высокой латыни”, я могу надеяться, что труд мой будет-таки осилён до конца большинством читателей, а во-вторых, я сам не засну и не брошу его на полпути. Для любителей подробностей есть приложение в конце книги, тысячи статей и вставленные в

книгу “уголки занудства”, для сторонников иных крайностей – “минутки фантазии”, к которым, конечно, не стоит относиться чересчур серьезно.

Отдельное спасибо хочу сказать Дмитрию Владимировичу Богатенкову – моему сокурснику и соратнику в популяризации антропологии. Совместно написанный с ним учебник по антропологии был в свое время издан слишком маленьким тиражом, но его части, посвященные антропогенезу, послужили костяком настоящей книги (кстати, об учебниках: дабы не превращать сию книгу в один из оных, я, скрепя сердце преподавателя, все же проигнорировал просьбы пояснять по ходу текста такие термины, как “цитоплазма” и “АТФ”, – для этого есть школьный курс).

Книга стала, несомненно, лучше после того, как ее критически прочитали и оценили замечательные рецензенты. Я глубоко признателен Светлане Анатольевне Бурлак, благодаря ей текст стал не только корректнее, но и грамотнее. Спасибо Валентине Владимировне Росиной и Ирине Николаевне Грибковой – они взглянули на многие спорные места с неожиданной стороны, отчего удалось прояснить их и, надеюсь, уменьшить число вопросов, которые могли бы задать мне читатели.

И самое большое Спасибо всем читателям нашего портала “Антропогенез.ру” за горячую поддержку и помощь в написании и редактировании этой книги, за вдохновение, которое они в меня вселяют. Без их вопросов, комментариев и советов книга вышла бы гораздо более блеклой, сухой и скучной.

Введение, в коем возвышенным слогом поясняется, почему книга называется так, как она называется

Эта книга посвящена вроде бы человеку, но речь в ней пойдет далеко не только о нем. Эту странность стоит пояснить. Человек интересен сам себе; следуя незабвенному завету К. Линнея, он усиленно изучает именно себя любимого. Да и странно было бы, если бы основатель систематики глубокомысленно изрек: “Человек, познай выхухоль!” или “Человек, познай пеночку-теньковку!”. Нет, все же речь шла о самом себе. С другой стороны, антропология – биологическая наука, антропологи неизбежно биоцентричны. Антрополог не может мыслить антропоцентрично по определению, как бы странно это ни звучало. Человек – неотделимая часть биологического мира, понять его можно, только разобравшись с иными живыми существами и взаимосвязями между ними.

Начиная с первой публикации книги Ч. Дарвина “Происхождение видов путем естественного отбора” (несмотря на то, что в ней ничего прямо не говорилось об эволюции человека), среди естествоиспытателей пошли споры о “недостающем звене” – промежуточной форме между обезьяной и человеком. Особенно активно пропагандировал существование этого звена Э. Геккель, предположивший существование в прошлом вида *Pithecanthropus alalus* – “обезьяночеловека бессловесного”, название которого частично использовал Э. Дюбуа в 1894 году для описания *Pithecanthropus erectus* – “обезьяночеловека прямоходящего”. Однако Э. Геккель своего “обезьяночеловека” придумал, а Э. Дюбуа – нашел на острове Ява, в виде черепной крышки и бедренной кости.

Сначала казалось, что картина эволюции человека окончательно проявилась, тем более что позднейшие ступени тоже представлялись известными, ведь еще в 1857 году немецкий учитель К. Фюльрот явил миру найденного годом ранее неандертальца – как многие тогда считали, прямого предшественника современного человека, не имевшего уже почти никаких обезьяньих черт. Цепочка “обезьяна – питекантроп – неандерталец – сапиенс” выглядела вполне достаточной и полной для окончательного торжества научной точки зрения над ортодоксальной религиозной (характерно, что современные школьные учебники недалеко ушли от воззрений конца XIX века). Однако сомнения никогда не оставляют человеческий разум: тогда как К. Майер доказывал, что скелет из Неандертала является останками русского казака-дегенерата, умершего в пещере от тягот погони за Наполеоном (слишком покатым лоб он объяснял врожденной патологией, а слишком кривые ноги – постоянной верховой ездой), Э. Краузе обосновывал принадлежность костей с Явы гигантскому гиббону (объясняя этим опять же слишком покатым лоб и “слишком” прямую бедренную кость). Новые находки развеяли этот туман, но загадали новые загадки. В первые десятилетия XX века питекантроп перестал казаться таким уж обезьяноподобным, но тут встал закономерный вопрос: а где же в таком случае “недостающее звено” между питекантропом и обезьяной? С этих пор погоня за “недостающим звеном” уже не прекращалась. Не помогло ни описание Р. Дартом австралопитека из Южной Африки, ни открытие “с другого конца” эволюционной линии – африканских проконсулов. Весь XX век разрыв между “обезьяньим” и “человеческим” концами сокращался, но сближение это напоминает погоню Ахиллеса за черепахой в апории Зенона – всегда кажется недостаточным, неполным, незавершенным.

Время тоже оказалось каким-то “резиновым”: если сначала на всю эволюцию человека отводилось около ста тысяч лет, к середине XX века говорили о четырех миллионах, а к концу речь пошла уже о десяти миллионах. Как следствие, пробелы, которые, как казалось, можно заполнить одной-двумя удачными находками черепов, стали еще шире даже

после открытия целых видов, например *Homo habilis*. Как нарочно, с ряда наиболее известных, образцовых и, казалось бы, надежных кандидатов на роль человеческого пращура это почетное звание было снято, и они оказались представителями линий, не оставивших потомства (так случилось и с яванскими питекантропами, и с неандертальцами, и с европейскими дриопитеками, и с азиатскими сивапитеками). Ровная магистраль из нескольких последовательных эволюционных стадий обратилась щетинистым кустом бесчисленных тупиковых ветвей, среди засохших колючек которых едва различима тонкая нить нашей истинной родословной.

В итоге эволюционная линия человеческих предков и предшественников известна лучше, чем для какого-либо иного вида живых существ, но именно антропологам приходится чаще всего слышать сетования насчет чрезмерного теоретизирования и частой подмены пробелов в познании сомнительными реконструкциями. Конец XX и особенно начало XXI века ознаменовались открытием целого ряда “недостающих звеньев” по всей длине эволюционной линии, а прежде всего – ранних австралопитеков. Остановит ли этот поток находок гонку за “недостающим звеном”?

На заре исследования антропогенеза исследователи были склонны в любой находке ископаемых приматов видеть прямого предка человека, включая зубы гесперопитека из Небраски, оказавшиеся на поверку останками плиоценовой свиньи-пекари. Отчасти это объяснялось стремлением ученых стать первооткрывателями, отчасти – немногочисленностью находок. В наши дни антропологи более осмотрительны и разборчивы. Уже далеко не каждая находка получает гордое собственное латинское наименование и титул Великого Предка. И хотя в популярных заметках о новейших находках традиционные восторженные фразы о “перевороте в науке” и “новом, самом древнем предке” остаются почти обязательными, в научных статьях их не встретишь.

Так какова же эта длинная цепь, на конце которой находимся мы? Каковы причины ее возникновения, причудливых ответвлений и зигзагов? Как мы вообще можем узнать о прошлом? Кто этим занимается и на что при этом опирается? А может, все было и не так?

Методы познания бытия

Часть первая, немножко занудная, в коей повествуется о самых очевидных вещах, но присутствие коей совершенно необходимо

Антропогенез (от греческих слов *anthropos* – человек и *genesis* – развитие) – это процесс эволюции предшественников современного человека, палеонтология человека; так же называется наука, изучающая этот процесс.

Вопрос о собственном происхождении всегда волновал людей. С древнейших времен и до наших дней люди не устают выдвигать все новые и новые предположения о собственном прошлом, о своих истоках. Зачастую разные точки зрения противоречат друг другу и разгораются жаркие споры на эту тему. Казалось бы, далекая от повседневной жизни тема оказывается столь волнующей умы людей, что дело доходит даже до судебных разбирательств и введения специальных законодательных актов. Вместе с этим поразительно, как мало большинство людей знает о собственных предках. Наука за последние 150 лет сделала в этом направлении огромный рывок, определила все основные стадии и группы дочеловеческих существ и теперь готова предложить стройную и отлично аргументированную схему эволюции человека. Конечно, многие детали этого процесса и ныне остаются невыясненными, но безграничность познания заранее определяет невозможность поставить точку в науке об антропогенезе. В настоящей книге изложены основные моменты учения о происхождении человека.

Глава 1

Концепции антропогенеза

Мировоззрение человека по природе своей антропоцентрично. Человек занимает центральное место как в мифологии и религиях всех народов, так и в современной науке. Сколько существуют люди, столько они спрашивают себя: “Откуда мы? Каково наше место в мире?” У разных народов в разные времена возникали разные ответы на эти вопросы.

Существуют три глобальных подхода к познанию мироздания и, соответственно, три основные точки зрения на возникновение человека: религиозный, философский и научный.

Религиозный подход опирается на веру и предание, обычно он не требует каких-либо дополнительных подтверждений своей правоты. Более того, анализ реальности обычно не только не поощряется, а даже строго противопоказан. Предание может жить в устной форме или быть зафиксировано в некоем священном писании – Торе, Библии, Коране, Ведах, Упанишадах и прочих.

Философский подход опирается на некий первоначальный набор аксиом, из которого путем умозаключений философ строит свою картину мира. Знаю, что философы воспротивятся отделению от науки, но нельзя отрицать, что их подход к познанию мира отличается от того, которым пользуются, например, антропологи.

Научный подход опирается на факты, установленные в ходе наблюдений и экспериментов. Для объяснения связи этих фактов выдвигается гипотеза. Для ее проверки собираются новые наблюдения и, по возможности, ставятся эксперименты. Если эти новые данные противоречат гипотезе, то она отвергается и выдвигается новая, если же новая информация укладывается в исходное объяснение, то гипотеза становится теорией. В дальнейшем новые факты могут опровергнуть теорию, в этом случае выдвигается следующая гипотеза, лучше отвечающая всей совокупности наблюдений. В этом огромная сила научного подхода – он предполагает постоянное уточнение и улучшение наших знаний. Однако, с точки зрения многих людей, в этом же минус науки: ученый всегда сомневается в собственных словах, постоянно говорит “возможно” и “вероятно”, после каждого утверждения ставит кучу вопросительных знаков. Как можно верить человеку, если он сам не уверен в своих словах?! Другое дело – религиозная догма: она может быть стабильна тысячи лет! Секрет в том, что ученый знает, насколько он чего-то не знает, он может оценить свое незнание и просчитать истинность и достоверность собственных утверждений. С одной стороны, мечта каждого настоящего ученого – опровергнуть устоявшиеся взгляды, предложив более адекватное объяснение реальности, с другой – чем дальше идет прогресс, тем труднее это сделать.

И религиозные, и философские, и научные взгляды со временем менялись, влияли друг на друга и причудливо переплетались. Иногда крайне сложно разобраться, к какой области культуры отнести ту или иную концепцию. Количество существующих взглядов огромно. Невозможно в кратком изложении рассмотреть хотя бы их треть. Ниже мы попробуем чуть подробнее разобраться лишь с самыми главными из них, наиболее повлиявшими на мировоззрение людей.

Сила Духа: креационизм

Креационизм – религиозная концепция, согласно которой человек был создан неким высшим существом – Богом или несколькими богами – в результате сверхъестественного творческого акта.

Религиозное мировоззрение является, видимо, древнейшим. Религий в мире великое множество, немногим меньше, чем народов; кроме того, религии сами меняются со време-

нем. Соответственно, чрезвычайно разнообразны и способы, которыми люди создавались богами или самозарождались согласно разным преданиям. Племена с примитивной культурой обычно выбирали себе в предки разных животных: индейцы делавары считали своим родоначальником орла, индейцы осаги – улитку, айны и папуасы из бухты Морсби – собаку, древние датчане и шведы – медведя. У некоторых народов, например малайцев и тибетцев, бытовали представления о возникновении человека от обезьяны. Напротив, южные арабы, древние мексиканцы и негры берега Лоанго считали обезьян одичавшими людьми, на которых рассердились боги. Конкретные способы создания человека, согласно разным религиям, очень разнообразны. Согласно одним религиям, люди появились сами по себе, согласно другим, их создали боги – из глины, из дыхания, из тростника, из собственного тела и мыслью единою.

В целом креационизм можно разделить на ортодоксальный (или антиэволюционный) и эволюционный. Теологи-антиэволюционисты считают единственной верной точкой зрения, изложенную в предании, скажем, в христианстве – в Библии. Ортодоксальный креационизм не требует иных доказательств, опирается на веру, а научные данные игнорирует. Согласно Библии, человек, как и другие живые организмы, был создан богом в результате одномоментного творческого акта и в дальнейшем не изменялся. Сторонники этой версии чаще всего просто игнорируют доказательства длительной биологической эволюции. Реже они считают их результатами других, более ранних и, возможно, неудачных творений (хотя могут ли быть неудачи у Творца?). Некоторые теологи признают существование в прошлом людей, отличных от живущих сейчас, но отрицают какую-либо преемственность их с современными.

Теологи-эволюционисты признают возможность биологической эволюции. Согласно им, виды животных могут превращаться один в другой, однако создание первого живого вещества и направляющая сила эволюции определяется волей бога. Человек также мог возникнуть от более низко организованных существ, однако его дух оставался неизменным с момента первоначального творения, а сами изменения происходили под контролем и по желанию Творца. Западный католицизм официально стоит на позициях эволюционного креационизма. Энциклика 1950 года папы Пия XII *Humani generis* допускает, что бог мог создать не готового человека, а обезьяноподобное существо, вложив, однако, в него бессмертную душу. После это положение подтверждалось другими папами, например Иоанном Павлом II в 1996 году, который в послании Папской академии наук писал, что “новые открытия убеждают нас в том, что эволюцию следует признать более чем гипотезой”. Новейшее папское подтверждение той же идеи появилось в 2014 году: папа Франциск официально признал Большой взрыв и эволюцию и пояснил, что бог не маг с волшебной палочкой. Забавно, что для миллионов верующих мнение папы римского в этом вопросе значит несравненно больше, чем итоги трудов тысяч ученых, посвятивших науке всю жизнь и опирающихся на изыскания других тысяч ученых, работавших на протяжении многих поколений.

В православии единой официальной точки зрения на вопросы эволюционного развития нет. На практике это приводит к тому, что десять опрошенных православных священников, скорее всего, проинтерпретируют возникновение человека десятью способами – от сугубо ортодоксального варианта с сотворением человека на шестой день через разнообразные протестантские версии с “днями” в виде миллионов или миллиардов лет до похожего на католический эволюционно-креационистский подход с вдыханием души в эволюционировавшего из обезьяны человекоподобного предка.

Многие современные креационисты проводят исследования с целью доказать отсутствие преемственности древних людей с современными или же существование полностью современных людей в глубокой древности. Для этого они используют те же материалы, что и антропологи, однако смотрят на них под другим углом зрения. Как показывает практика, креационисты в своих построениях опираются на палеоантропологические находки с неяс-

ными датировками или условиями нахождения, игнорируя большую часть остальных материалов. Кроме того, нередко креационисты оперируют некорректными с точки зрения науки методами. Их критика обрушивается на те области науки, что еще недостаточно полно освещены – так называемые “белые пятна науки”, – или те, что незнакомы самим креационистам. Обычно такие рассуждения наивны, скучны или даже вовсе безграмотны с точки зрения профессиональных биологов, хотя могут произвести впечатление на людей, недостаточно знакомых с биологией и антропологией. Большей частью креационисты занимаются именно критикой, однако на критике своей концепции не построишь, а своих собственных независимых материалов и доводов у них нет. Впрочем, надо признать, что ученым от креационистов есть некоторая польза: существование и влияние креационистов служат хорошим индикатором понятности, доступности и популярности результатов научных исследований среди широкой публики, дополнительным стимулом к работе.

Стоит заметить, что число креационистских течений весьма велико. В России они представлены не так богато, как, например, в США, но нельзя не признать, что даже некоторые ученые-естествоиспытатели склоняются к подобному мировоззрению.

Главный минус креационизма – бездоказательность. Вера – это здорово, но, как бы ни хотелось креационистам, даже самая глубокая вера не может поменять реальность. Даже если я, скажем, совершенно искренне буду верить, что у меня зарплата – миллион, а я – президент Луны и живу в золотых чертогах, то реальность, к моему сожалению, останется прежней. Бухгалтерия предъявит выписку о зарплате, географы и дипломаты удостоверят, что государства “Луна” не существует, а геологи рассчитают, что добытого на планете золота не хватит для возведения такого огромного дворца, как мне хочется.

Сила мысли: философские концепции антропогенеза

С античности начала развиваться философская мысль. Философские построения обычно основаны на некоей первоначальной аксиоме, от которой путем логических или умозрительных умозаключений исследователь приходит к неким выводам. Относительно происхождения человека часть философов склоняется к религиозной традиции, часть – к научным воззрениям. Зачастую философская мысль вдохновение черпает из религии, а стройность построений заимствует у науки. Собственно вопрос происхождения обычно мало занимает философов, и детали процесса они чаще опускают, больше рассуждая о месте человека во Вселенной, его значении, предназначении и будущем.

Античные авторы уделяли возникновению человека сравнительно мало внимания, занимаясь в основном более глобальными проблемами. В любом случае человек всегда рассматривался как нечто совершенно отличное от мира животных. Впрочем, Лукреций Кар в I веке до нашей эры написал целую поэму о естественном происхождении человека – “О природе вещей”:

*...Так как в полях еще много тепла оставалось и влаги,
То повсеместно, где только к тому представлялось удобство,
Выросли некие матки, корнями к земле прикрепившись,
Кои раскрылись, когда их зародыши в зрелую пору
От мокроты захотели бежать и нуждались в дыханьи...¹*

Понятно, что доказательства существования “неких маток” даже не предполагались.

¹ Перевод И. Рачинского.

Начиная с XVIII века до современности вопрос о природе человека стал весьма популярным у философов, возникли оригинальные взгляды на эту проблему.

Наиболее интересно трактует вопросы эволюции довольно разнородное направление, называемое глобальным эволюционизмом. Согласно ему, весь мир представляет собой единую систему, развивающуюся по одним законам. Человек является частью Вселенной и занимает в ней вполне определенное место, либо достаточно скромное, либо венчающее весь процесс развития мироздания. Представителями глобального эволюционизма являются К. М. Бэр, В. И. Вернадский, П. Тейяр де Шарден, И. Р. Пригожин, Н. Н. Моисеев.

В 1834 году К. М. Бэр сформулировал “всеобщий закон природы”, согласно коему материя развивается от низших форм к высшим. В приложении к человеку это означало, что он произошел от неких низших животных и в процессе длительной эволюции достиг современного уровня.

Идею непрерывного усложнения Вселенной активно развивали в первой половине XX века В. И. Вернадский и П. Тейяр де Шарден. Их концепции весьма схожи, в частности, в обеих поминается особая “энергия” – модное для того технократического времени слово, коим можно было объяснять что угодно (индустриализация, открытие ядерной энергии, строительство гидроэлектростанций мощно влияли на настрой всех мыслителей; из этой же серии и “пассионарная энергия” Л. Н. Гумилева). Различаются в трудах П. Тейяра де Шардена и В. И. Вернадского движущие силы эволюционного процесса: у первого это Творец, потусторонний мыслящий центр, у второго – силы Природы. Независимо от вида “энергии”, венцом эволюции материи – космогенеза – является антропогенез, а венцом антропогенеза – ноосфера, мыслящая оболочка планеты с отделением мыслящего духа от своей материальной основы. Надо заметить, что П. Тейяр де Шарден был профессиональным палеонтологом и в числе немногих исследовал оригиналы черепов синантропов, утерянные впоследствии.

Одним из новейших – 1990 года – вариантов глобального эволюционизма является концепция Н. Н. Моисеева. Согласно ей, Вселенная представляет собой суперсистему, включающую в себя множество подсистем. Человек в ходе эволюции достиг уровня, когда прекратилось совершенствование морфологии индивидов, но начался отбор социальных групп – популяций, племен и народов. Совершенствование Вселенной в целом и человеческого общества в частности является процессом самопроизвольным. Как и К. М. Бэр, Н. Н. Моисеев считал процесс эволюции мира направленным, идущим от простого к сложному. Движущей силой называется отбор систем на устойчивость к воздействиям внешней среды. Довольно странно в конце XX века слышать об окончании морфологической эволюции, но, к сожалению, такая позиция стандартна для небиологов.

Относительно деталей процесса эволюции человека сторонники глобального эволюционизма чаще склоняются к научной точке зрения. И П. Тейяр де Шарден, и Н. Н. Моисеев, кроме направленности эволюционного процесса, признавали большое значение для происхождения человека естественного отбора и конкуренции. Впрочем, чаще всего при попытках уйти в конкретику философы вопиющим образом искажают факты и научные гипотезы, так что у антропологов могут зарониться обоснованные сомнения – можно ли, не зная фактов, строить обобщающие объяснения их взаимосвязей?..

Сила доказательств: научные концепции антропогенеза

Научный этап изучения антропогенеза начался фактически только с конца XVIII века, до этого преобладал религиозный подход. Но и на протяжении XVIII–XIX веков наука не была четко отделена от философии, а ученые обычно назывались натурфилософами или естествоиспытателями. Некоторые из них – Д. Дидро, К. Гельвеций, Ж. Бюффон, Д. Монтбоддо – уже в XVIII веке высказывали мнение о “перерождении” одних организмов в другие,

в том числе – обезьяны в человека. Изучение анатомии и морфологии самых разнообразных животных приводило к мысли о большем или меньшем их сходстве. Часто это представлялось в виде так называемой “лестницы существ”, ведущей от низших организмов к высшим, с человеком на вершине. Самый ее известный вариант – система К. Линнея – стал основой современной классификации и в мало измененном виде преподается даже в современных школах, а также преобладает в бытовом сознании многих людей, далеких от биологии. Раз человек – вершина эволюции, то логично его полное отделение от прочих животных, выделение в отдельный отряд или даже царство, что, собственно, и производилось вплоть до середины XIX века. Результатом стали, например, отряды *Inermis Blumenbach*, 1779, *Bimana Blumenbach*, 1797, и *Erecta Illiger*, 1811, включающие одного только человека и ставшие таксономическим памятником человеческой гордыни.

Концепция постепенного изменения живых существ – биологической эволюции – со временем приобретала в трудах натуралистов все более отчетливые очертания. Впервые стройное обоснование гипотезы эволюции опубликовал Ж. Б. Ламарк в 1802 и 1809 годах, указав, что человека следовало бы поместить в системе природы как венец “четвероруких” (приматов), если бы он не был создан Творцом совершенно отдельно от животных. Однако механизмы эволюционных изменений, предложенные Ж. Б. Ламарком, выглядят с современной точки зрения наивными. Он считал, что органы животных меняются под воздействием тренировки. Классический “жирафий” пример ламаркистских воззрений выглядит так: тянулся короткошейей предок к верхним веткам, от этого его потомки рождались с чуть более длинной шеей, они, в свою очередь, тоже тянулись – вот и стали в итоге длинношеими. Даже у современников ученого эта теория в своем законченном виде не получила широкого признания. Наследование приобретенных в течение жизни признаков, согласно данным современной генетики, невозможно, поскольку нет механизма записи информации из белков в РНК или ДНК. Есть, правда, несколько вариантов так называемого эпигенетического наследования, но там меняется не ДНК, а ее активность. Кроме того, эпигенетические эффекты являются скорее исключением, а не основным механизмом эволюции.

Куда более сильный научный и общественный резонанс вызвала теория эволюции Ч. Дарвина, опубликованная в 1859 году в книге “Происхождение видов путем естественного отбора”, в 1871 году в книге “Происхождение человека и половой подбор” и в других работах. С момента опубликования теория эволюции получила как горячих сторонников, например Т. Г. Гексли и Э. Геккеля, так и яростных противников – епископа Б. С. Уилберфорса и натуралиста Дж. Майварта. Концепция продолжала развиваться: в первой трети XX века ученые открыли основные законы генетического наследования, а к середине столетия две половинки – генетика и теория отбора – нашли друг друга. Так была окончательно сформулирована синтетическая теория эволюции. В последние же десятилетия XX века и первые XXI-го накопилось огромное количество исключений, дополнений и уточнений к синтетической теории эволюции, так что сейчас биология переживает “новый синтез”. Важно подчеркнуть, что современная теория – это далекое развитие классического дарвинизма. Полтора века не прошли зря, так что спорить с Ч. Дарвином, как это часто делают не самые продвинутые “критики”, столь же глупо, как спорить с астрономами или физиками середины XIX века. Хотя, надо признать, Ч. Дарвин сумел описать все основные формы отбора и привести столько примеров и доказательств, что в этом его поныне не превзошел никто.

Краткая суть синтетической теории эволюции заключается в следующем. Наследственная информация хранится в клетках живых существ в виде сложных молекул РНК или ДНК, отрезки которых, кодирующие определенные белки или управляющие их синтезом, называются генами; на более высоком уровне ДНК может быть оформлена в комплексы – хромосомы. Гены случайно и ненаправленно изменяются под воздействием разнообразных факторов, такие изменения называются мутациями. Для эволюции значимы те мутации, что

происходят в половых клетках и передаются потомству. За счет мутаций возникает изменчивость. Это принципиальный момент, часто недооцениваемый людьми, далекими от биологии: на самом деле, почти все виды живых существ весьма изменчивы. Например, ланцетники одной популяции, несмотря на то что для людей они “все на одно лицо”, генетически могут отличаться больше, чем самые отличающиеся друг от друга люди на всей планете. При половом размножении изменчивость еще усиливается за счет рекомбинации – перемешивания генов родителей. За счет рекомбинаций разнообразие создается даже в отсутствие новых мутаций, да при этом и безопаснее, ведь гены родителей уже прошли проверку жизнью, а смесь двух хороших вариантов, скорее всего, будет тоже неплохой.

Мутации чаще всего оказываются вредными или нейтральными, но секрет в том, что условия окружающей среды не остаются постоянными. Меняется климат, движутся материки, сами живые существа не сидят на месте. В новых условиях новые признаки могут дать индивиду некое преимущество в сравнении с исходным вариантом. Преимущество (приспособленность, адаптивность) по большому счету измеряется числом оставленных генетических копий. Существенно, что при этом необязательно выживать самому: например, осьминоги и лососи после размножения погибают, но если из потомков останется хотя бы двое, то это уже неплохая приспособленность. В вульгарном изложении часто приходится слышать фразу “выживает сильнейший”, однако если этот сильнейший выжил и забодал всех вокруг, но детей не оставил, то для эволюции он ноль или значим лишь как фактор отбора других особей, которым он устраивал трудности при жизни. В этом смысле он не отличается, скажем, от погоды или упавшего метеорита.

Важно и то, что при всем этом необязательно кто-то должен умирать: пресловутая “борьба за существование” не всегда сопровождается кровавыми разборками и горами трупов. Обычно все ограничивается просто статистикой и чистой математикой. Чьи гены в большем числе представлены в следующем поколении, те наверняка будут представлены и в последующем (пока условия не изменятся и преимущество не перейдет к другим везунчикам).

Как ни странно, для того чтобы оставить свои гены, даже не обязательно размножаться. Например, если некая тетя сама детей не имеет, но активно помогает выращивать потомство десятку своих сестер (а без помощи они бы не справились), то она может оставить *собственных* генных копий больше, нежели у нее были бы свои чада. Секрет в том, что ее гены и гены сестер примерно одинаковые. И не так важно, из чьего тела взялась цепочка нуклеотидов, главное – их последовательность. Главное – “дополнительные” дети, выжившие благодаря усилиям героической тети, могут математически считаться ее собственными (конечно, все чуть сложнее, но не станем занудствовать).

Условия среды могут измениться так, что полезнее оказываются признаки, бывшие до того нейтральными или даже вредными, тем более что регулярно условия сменяются на вообще противоположные. Скажем, при похолодании лучше будут выживать мохнатые, при потеплении – лысые; колебания климата отразятся в смене мохнатых на лысых, а потом снова на мохнатых. Однако в генетическом плане “новая мохнатость”, скорее всего, будет кодироваться иными комбинациями генов, чем первая, так как геном очень велик и вероятность возвратных мутаций, хотя и не нулевая, все же очень мала. За множество поколений изменения накапливаются и существо превращается во что-то совсем новое. Понятно, что интенсивность эволюционных преобразований сильно зависит от жесткости условий, темпов природных изменений, скорости мутаций и длины поколения. Для крупных животных, к которым относится и человек, эволюция свершается за очень длительное время – многие тысячи лет, тем более что и условия редко меняются резко.

Отбор, происходящий в природе, называется естественным.

Кроме внешних условий, признаки отбираются другими животными того же вида, но другого пола: это называется половым отбором. Как правило, отбирающим является тот пол, который тратит больше энергии на выращивание потомства (чаще это самки – им не надо доказывать, что они нужны, ведь это они будут растить детей), а отбираемым – пол-халявщик, поставляющий только гены (обычно это самцы – они должны доказать, что именно их личные гены достойны перейти в следующее поколение). Половой отбор нацелен на выявление особо ценных генетических комплексов, но парадоксальным образом – через их явное преобладание над бесполезными или даже вредными признаками, проявляющимися во внешности или поведении. Например, если у самца павлина огромный яркий хвост, мешающий летать, но до сих пор красавца не съела ни одна кошка, то другие гены явно пережевывают, одаривая везунчика идеальным слухом, отличной реакцией и мощными грудными мышцами. Самки, выбирающие самых хвостатых самцов, будут оставлять больше генов, так как птенчики, кроме вредного в общем-то хвоста, унаследуют и все несомненные достоинства отца. Потом все повторяется, так хвост будет расти от поколения к поколению. Ясно, что самка делает выбор не сознательно, просто птенцы самки, избравшей захудалого самца, с большей вероятностью погибнут и “гены выбора захудалых самцов” не получат распространения. Поэтому половой отбор в итоге может создавать откровенно вредные признаки, которые потом уравниваются естественным отбором.

Многие признаки вообще не имеют большой адаптивной ценности, они могут меняться довольно случайно, по статистическим законам, называемым генетико-автоматическими процессами, варианты которых – генный дрейф, “эффект основателя”, “эффект бутылочного горлышка” – проявляются в некоторых специфических, хотя и нередких, условиях. Нейтральных признаков великое множество, не стоит искать глубокий смысл в каждой мелкой особенности. К примеру, мочка уха бывает свободная или приросшая – никому еще не становилось хорошо или плохо от обладания каким-то из этих вариантов, но в популяциях их частоты могут существенно различаться. На человеческом разнообразии изучать генетико-автоматические процессы особенно интересно (подробнее об этом можно прочитать в соответствующих книгах: Дробышевский, 2014б).

В настоящее время синтетическая теория эволюции в ее современной версии фактически является единственной научной теорией развития жизни. Ее придерживается подавляющее большинство биологов – вероятно, гораздо больше 90 %. Такой успех явно неслучаен: у теории эволюции сильнейшая доказательная база, она подтверждается практически всеми биологическими исследованиями, включая прямые эксперименты. Немногочисленные альтернативы синтетической теории эволюции рассматриваются биологами скорее как ее дополнения. Это, например, разнообразные варианты мутационизма. Согласно им, изменения наследственности происходят не в течение длительного времени, а практически моментально и сразу дают новую форму организмов. Впрочем, развитие генетики и молекулярной эволюции в последние десятилетия фактически похоронило такие концепции. Иногда высказываются мысли о некой направленности эволюции, исходящей, например, из “внутреннего стремления к прогрессу”, но вообще-то теория прекрасно обходится и без таких излишеств.

Наш обзор, разумеется, слишком краток, упрощен и не может дать полного представления о принципах и механизмах эволюции. Любознательный Читатель может подробнее узнать об этих интересных материях во множестве замечательных книг (например: Докинз, 2010, 2012; Марков, 2010, 2012а, б; Марков, Наймарк, 2014).

В приложении к человеку теория эволюции называется антропогенезом. Наши предки, будучи частью окружающей природы, тоже постепенно видоизменялись вслед за сменой внешних условий. Особенность человека в том, что с некоторого момента существенной силой его эволюции стала социокультурная составляющая, причем чем ближе к современ-

ности, тем она оказывается значительнее. Нельзя сказать, чтобы человек в этом отношении был чересчур уникален, но специфика антропогенеза все же довольно сильна.

Глава 2

Поиски истины: методы исследования антропогенеза

Палеоантропологические методы

Как же мы можем узнать о том, откуда взялся человек? Законный вопрос Читателя: “Откуда автор понабрал своих утверждений, почему я должен верить ему, а не кому-то еще?” Религия предлагает наиболее простой путь решения: все сказано в Священном Писании. Философы выводят свои заключения, исходя из своей логики. Ученые же пытаются доказать свои положения, обосновав их с помощью известных фактов. Когда фактов не хватает, ученые проводят специальные исследования, восполняя наши знания об окружающем мире. Критерий проверки информации, изложенной в нашей книге, очень прост: каждый читатель может взглянуть на древние черепа в книге, музее или на сайте “Антропогенез.ру”, прочитать специализированные статьи и книги, пересчитать содержащиеся там цифры, в конце концов, посмотреть на себя в зеркало. Взаимная перекрестная проверка цифр, фактов и их объяснений сотнями независимых друг от друга людей позволяет надеяться, что итоговые концепции адекватно описывают реальность.

Как уже говорилось, специфика антропогенеза заключается в существенном влиянии поведения человека на собственную эволюцию, тесной связи биологии с формированием общества – социогенезом. Это значительно расширяет горизонты исследований. Изучая прошлое человечества, невозможно ограничиться рассмотрением только биологической его стороны или только социальной. Человек – это биосоциальное существо, он не может существовать вне общества, равно как и общество состоит из отдельных индивидов. Потому-то антропогенез и является переплетением множества разнообразных научных дисциплин, а исследование эволюции человека похоже на детективное расследование, где любой мельчайший факт может изменить картину. Впрочем, не стоит переоценивать уникальность человека в этом отношении. Всем прекрасно известны, например, муравьи, пчелы и термиты, кое-кто может вспомнить голых землекопов и даже эусоциальных ракообразных.

Антропогенез – мультидисциплинарная наука. Соответственно, и комплекс подходов к изучению прошлого человечества весьма богат. В фундаменте биологических наук лежит анатомия – наука, описывающая план строения организма; особенное внимание антропологи уделяют сравнительной анатомии. Надстройками анатомии являются морфология, изучающая изменчивость организма, а также физиология, наука о том, как организм работает. Естественно, крайне важна эмбриология. Огромнейшее значение имеют генетика и неотделимая от нее молекулярная биология, повествующие о самых основах жизни. Своего рода венцом общебиологических дисциплин можно назвать сравнительную этологию, дающую знания о поведении животных.

Для того чтобы понять, чем же человек уникален, нелишне познакомиться с его родней. Кто в окружающем мире наиболее похож на человека? По всем признакам: строению, особенностям развития, поведению и просто внешне – нашими ближайшими родственниками являются обезьяны. Тут на помощь приходит приматология, включающая палеонтологию приматов, современную приматологию, а также этологию приматов.

По большому счету частным случаем палеоприматологии является палеонтология человека, которой будет посвящена большая часть книги. Тут стоит сделать пояснение. Когда человек, далекий от естественных наук, видит фотографии неких палеоантропологических находок, он часто бывает разочарован их фрагментарностью. Ну что это – кусочек челюсти, обломок лучевой кости, осколок вообще непонятно чего. Соответственно, и отношение

к реконструкциям, интерпретациям подобных находок бывает подчас очень скептическим. “Вот найдут пару зубов, пару косточек – а дальше нафантазируют...” – такую фразу антропологам приходится слышать слишком часто. Но у большинства людей об этом явно искаженное представление.

На самом деле в настоящее время большинство групп ископаемых предшественников человека представлены сотнями, а иногда и тысячами находок. Зачастую это и вправду обломки и фрагменты, зато их много. Мало-помалу по таким кусочкам набирается серьезная статистика: имея сотни фрагментов, несложно собрать из них целые кости и даже скелеты. Даже по австралопитекам – самым древним из прямоходящих – имеются тысячи находок. Да и целых черепов и скелетов известно уже немало. Возникла даже своеобразная проблема – ученые часто незаслуженно пренебрегают фрагментами, недооценивают их значимость, предпочитая работать с комплектными находками, отчего огромное количество потенциально полезной информации остается незадействованной. На самом деле ныне у антропологов сложность не с недостатком, а с избытком информации: находок так много, что ими уже трудно оперировать, даже специалисты нередко упускают какие-то отдельные находки или не знают о них, потому что одному человеку трудно охватить всё сразу. Про особенности строения черепа разных видов австралопитеков известно чуть ли не больше, чем про различия и сходства черепов разных рас современного человека.

Можно еще добавить, что эволюция человека сейчас изучена лучше, чем эволюция какого-либо иного вида. Нет отдельной науки про эволюцию, например, лошади или собаки (хотя они тоже отлично исследованы), а для человека есть свой собственный антропогенез! Такой непрерывной линии с таким количеством со всех сторон рассмотренных, измеренных, просвеченных рентгеном и томографом и только что не облизанных находок, как для человека, никто ни для каких иных живых существ не рисовал.

Кстати, об облизывании...

В начале XX века археологами практиковался замечательный метод определения древности – лизнуть ископаемую кость: бытовало мнение, что если она липнет, значит, ее возраст не самый почтенный, если не липнет – весьма достойный. Так что немалое число находок было облизано в самом буквальном смысле слова.

Важно знать и помнить, что антропологи строят свои выводы не на пустом месте, они могут математически оценить степень своего невежества и достоверность выводов. В этом им помогает биометрия – дисциплина об измерении живого. В приложении к человеку биометрия обычно называется антропометрией. Антропологи измеряют все, что можно измерить (“лучше один раз померить, чем сто раз увидеть”), а что трудно – описывают и оценивают в баллах по стандартным шкалам. Слава классикам, в конце XIX – первой трети XX века нашлись великие ученые, например Р. Мартин, П. Брока и В. В. Бунак, создавшие универсальные методики измерения и описания скелета и тела человека, понятные и известные антропологам всей планеты. Более того, такая ситуация фактически уникальна для науки и безгранично удобна: любой исследователь всегда точно знает, что имел в виду другой, измеряя, скажем, “размер 8 по Мартину”. Иногда можно даже не знать языка публикации (много ли русских антропологов знают китайский? а испанских – русский?), но это не мешает свободно пользоваться измерительными данными и делать собственные заключения. Измерениями тела занимается соматометрия, описанием – соматоскопия, для скелета это остеометрия и остеоскопия. Поскольку голова и череп всегда привлекали больше внимания и часто

объективно более информативны, то для их измерения и описания есть свои термины: цефалометрия – цефалоскопия и краниометрия – краниоскопия.

Сотни и тысячи цифр загоняются антропологами в безумные матрицы, постичь смысл коих помогает статистика. Простейшие методы называются одномерной статистикой, а более хитрые – многомерной. Взирая на полученные графики, всяческие канонические переменные, факторы, главные компоненты, их нагрузки и оценки вероятности ошибки, исследователь, наконец, делает обоснованные выводы. То есть современный антрополог не берет идеи с потолка и не высасывает их из пальца, а получает математическими способами. Антропология – это более чем наполовину математика, цифры, цифры и цифры. Конечно, совсем без доли фантазии обойтись нельзя и творческое начало всячески приветствуется, но любое положение антрополог должен подтвердить статистически.

Впрочем, человеческий мозг покамест не может быть полностью заменен компьютером. Техника обсчитывает только те данные, что мы в нее вводим, а разум – даже то, что сознание порой не всегда может четко вербализовать. По сути, мозг работает как мощнейший сверхкомпьютер, проводящий сверхмногомерный анализ. Поэтому часто опытному антропологу достаточно лишь посмотреть на черепа или лица, чтобы сделать выводы, которые расчеты потом только узаконят. Но проблема в том, что, во-первых, мозг может и ошибиться, а во-вторых, профессионализм – штука трудноуловимая и сложнодоказуемая. Посему любая истинно научная статья – будь она по филогении, систематике или этологии – сопровождается массой расчетов, таблиц и графиков, без них никуда. Оттого же все, что будет изложено далее, имеет мощнейшее обоснование в виде миллионов цифр, полученных сотнями антропологов за последние полторы сотни лет. Такова современная наука. Кому-то это может показаться скучным и даже нетворческим, но что делать. Конечно, дабы избавить Читателя от излишних мук, я не буду злоупотреблять статистикой, но помнить о великом математическом базисе Читатель должен.

Смежные науки

Для понимания факторов и причин эволюции человека антропологу необходимо разбираться в палеонтологии – науке о древних живых существах и условиях их существования. Многочисленные фауны, жившие когда-то, исчезли, но от них остались окаменевшие кости, древняя флора преобразилась в уголь и отпечатки. Заглянуть в прошлое можно разными способами. Важнейшими для нашей темы разделами являются палеонтология позвоночных, палеоботаника (в том числе ее подраздел – палинология) и палеоэкология. Особое значение имеет тафономия – наука о захоронении ископаемых остатков.

Кроме собственно биологических дисциплин, антропология широко использует данные других наук. Геология (геоморфология, геофизика, стратиграфия, геохронология) дает бесценные знания о времени и условиях жизни наших предшественников. В этом ей помогает химия.

В широком смысле физическими являются многочисленные методы датирования: датировки составляют принципиально необходимую нить, на которую нанизываются события антропогенеза, без них антропологу жить грустно. В целом методы датирования разделяются на относительные и абсолютные.

К относительным относятся стратиграфические и типологические методы, они позволяют оценить только последовательность событий, но не их точный возраст. Стратиграфия – наука об образовании и порядке напластования геологических отложений. В самом простом варианте логика стратиграфии элементарна: чем глубже что-то залегает в земле, тем оно древнее, чем ближе к поверхности, тем моложе. Бывают, конечно, случаи нарушения естественного залегания слоев (перекоп, обвал, размыв), отчего это простое правило выполня-

ется не в обязательном порядке, но на то и геологи с археологами, чтобы распознать подвох. Сопоставляя схожие слои в разных местах, геологи делают выводы о синхронности, асинхронности и последовательности происходивших в древности событий.

Типологические методы позволяют сравнивать находки, происходящие из разных слоев. Наилучшим образом типология развита в археологии: слои с одинаковыми или очень похожими вещами условно считаются синхронными. Сейчас построены длинные типологические ряды для самых разных вещей, позволяющие датировать археологические слои иногда с точностью до нескольких лет. В меньшей степени типология применима по отношению к находкам останков живых существ – этому посвящены сравнительно-флористический и сравнительно-фаунистический методы, – поскольку изменения организмов в процессе эволюции совершаются, как правило, очень медленно. Погрешность тут может достигать даже миллиона лет. Тем не менее очень часто слои датируются только на основании биостратиграфии – науки о последовательном изменении фаун и флор во времени.

Абсолютные методы датирования позволяют получить точную дату. Подавляющая их часть – радиометрические: радиоуглеродный, калий-аргоновый, торий-урановый и другие. Они основаны на явлении радиоактивности химических элементов: за определенный период времени один изотоп элемента превращается в другой или даже в иной элемент. Поскольку период полураспада у разных элементов и изотопов разный, постольку разные методы имеют свои границы определения возраста. Например, радиоуглеродный метод дает наиболее точные датировки от современности до 30–40 тыс. лет назад.

Уголок занудства

Самый известный радиометрический метод – радиоуглеродный, или ^{14}C : в живых организмах накапливаются изотопы ^{12}C , ^{13}C и ^{14}C в той же концентрации, в какой они содержатся в атмосфере и биосфере, а после смерти стабильные изотопы ^{12}C и ^{13}C сохраняются, а нестабильный ^{14}C постепенно распадается. Определяя содержание ^{14}C в древней органике, зная изначальные концентрации и скорость распада, а также учитывая позднейшие загрязнения, можно определить время гибели организма. Кроме радиоуглеродного, есть множество иных методов, наилучший результат они дают при совместном использовании и взаимной проверке.

Из нерадиометрических методов абсолютного датирования очень широко используется термолюминесцентный. Весьма употребительна дендрохронология – дисциплина об определении возраста по кольцам деревьев. Известно, что каждый год ствол дерева прирастает на одно кольцо, а ширина колец зависит от погоды. В случаях, когда имеется большое количество хорошо сохранившейся древесины, можно построить последовательные серии колец для многих лет подряд, вплоть до нескольких тысяч лет.

Другим нерадиометрическим абсолютным методом является определение последовательности ленточных глин, накапливающихся год от года в некоторых спокойных северных водоемах. В зависимости от температуры в озерах более или менее интенсивно размножается планктон, оседающий затем на дно слоями разной толщины. По числу и рисунку полос этих слоев можно определить возраст предмета, упавшего на дно, с точностью до года.

Впрочем, в антропогенезе последние два метода почти не используются, поскольку антропологи обычно имеют дело с десятками, сотнями тысяч и миллионами лет – периодами, за которые любая древесина исчезла бесследно; ленточные же глины формировались не в тех областях, где жили наши предки.

Биосоциальная сущность человека позволяет применять к его исследованию социальные науки. Прежде всего это, конечно, археология – наука об образе жизни, социальном устройстве, материальной и духовной культуре прошлого. Люди в прошлом, как и сейчас, оставляли на Земле следы своего пребывания – причем иногда в самом прямом смысле. Люди жгли костры, делали орудия, строили жилища. Все это со временем разрушалось, но в земле сохранялись некоторые остатки – свидетельства этой жизни. Надо только их найти и суметь расшифровать. Иногда археологию понимают как “доисторию”, изучающую культуры, для которых неизвестны письменные свидетельства – до античности или до средневековья. В реальности же археологи часто изучают и письменные культуры, даже весьма близкие к нам по времени, – Античность, Средневековье и даже Новое время. При этом порой удается получить данные о таких элементах культуры, о которых не говорят никакие летописи. Впрочем, для нашей темы столь поздние времена не очень важны.

Оживляет пыльные археологические находки сравнительная этнология или этнография, хотя в антропогенезе ее применимость довольно спорна. Теоретически много данных может дать и психология, хотя на практике ее плодотворный контакт с антропологией пока как-то не состоялся.

Так, по фрагментам, собирается информация о прошлом Земли и прошлом человечества. Антропологи пытаются сложить из этих кусочков единую мозаику, грандиозную картину прошлого, восстановить былое во всех его деталях. Не все еще известно, возникают все новые вопросы, процесс познания продолжается.

Глава 3

Парад участников

Чтобы неподготовленный читатель с первых же страниц не запутался в обилии названий древних предшественников и предков человека и не захлопнул в сердцах книгу, полезно для начала провести парадный смотр (немало интересного можно найти также в таблицах в “Приложении” в конце второй книги).

Уголок занудства

Геохронологическая шкала подразделяется на иерархически подчиненные друг другу отрезки времени: эоны (зонотемы) делятся на эры (эратемы), те – на периоды (системы), периоды – на эпохи (отделы), а они, в свою очередь, – на века (ярусы). Наш эон – фанерозой, он делится на три эры: палеозой (кембрий, ордовик, силур, девон, карбон, пермь), мезозой (триас, юра, мел) и кайнозой. Практически вся история приматов укладывается в последний, каковой делится на три периода: палеоген, неоген и антропоген, который часто называется четвертичным периодом. Палеоген включает палеоцен, эоцен и олигоцен; неоген – миоцен и плиоцен; антропоген – плейстоцен и голоцен. Есть предложение выделить антропоцен, но пока эта эпоха не является формальной.

Тупайи Scandentia: современные похожие на белок существа, живущие в Юго-Восточной Азии; в современной классификации обычно не включаются в приматов, но явно их родственники.

Шерстокрылы Dermoptera: современные похожие на огромных летяг, но родственные лемурам существа, живущие в Юго-Восточной Азии; в современной классификации обычно не включаются в приматов, но явно их ближайшие родственники.

Плезиадаписовые, или плезиадапиформы, Plesiadapiformes: жили с нижнего палеоцена по верхний эоцен (65–42 млн лет назад) в Европе, Северной Америке и Азии. Ископаемые предки приматов.

Полуобезьяны, или “мокроносы”, Strepsirrhini, или Prosimii: примитивные приматы, преимущественно ночные, часто насекомоядные. Включают адаписовых, лемуриобразных, лориобразных и руконожковых.

Адаписовые Adapiformes, или Adapoidea: жили с нижнего эоцена по верхний миоцен (56–7 млн лет назад) в Северной Америке, Европе, Северной Африке и Азии. Ископаемые полуобезьяны, предки современных лемуров.

Лемуриобразные Lemuriformes: Мадагаскар; лориобразные Lorisiformes: Африка и Юго-Восточная Азия; руконожковые Chiromyiformes: Мадагаскар. Современные полуобезьяны, примитивнейшие из современных приматов.

Обезьяны, или “сухоносы”, Haplorrhini: высшие приматы. Более продвинутые, чем полуобезьяны, в том числе по строению мозга и поведению. Включают долгопятообразных и обезьян-антропоидов.

Долгопятообразные Tarsiiformes: специализированные ночные насекомоядные обезьяны, имеющие, однако, множество черт полуобезьян. Включают омомисовых и долгопятовых.

Омомисовые Omomyiformes: жили со среднего палеоцена по нижний миоцен (60–34 млн лет назад) в Северной Америке, Европе, Северной Африке и Азии. Ископаемые предки долгопятовых и, возможно, антропоидов.

Долгопятовые Tarsiiformes: современные долгопяты Юго-Восточной Азии, крайне своеобразные приматы.

Антропоиды, человекоподобные, или обезьяны в узком смысле, Anthropoidea, или Simiiformes: высшие обезьяны, почти всегда дневные и растительноядные. Ископаемые парапитековые Parapithecoida, эосимиевые или амфипитековые Eosimiiformes, проплиопитековые Propliopithecoida и плиопитековые Pliopithecoida – предки современных обезьян-антропоидов: широконосых и узконосых.

Широконосые Platyrrhini, или Ceboidea: обезьяны-антропоиды Центральной и Южной Америки.

Узконосые Catarrhini: обезьяны-антропоиды Африки и Азии, в древности также Европы. Включают мартышкообразных и человекообразных.

Мартышкообразные Cercopithecoida: мартышковые Cercopithecinae и толстотелые Colobinae. Обезьяны Африки и Азии, в древности также Европы. Преимущественно древесные, реже наземные, почти полностью растительноядные.

Человекообразные, или гоминоиды, Hominoidea, или Anthropoidea, или Anthropomorpha: Африка и Азия, в древности также Европа. Крупные обезьяны с развитым интеллектом, без хвоста, древесные и редко наземные, почти полностью растительноядные. Проконсуловые Proconsulidae – древнейшие человекообразные и предки прочих человекообразных. Гиббоны Hylobatidae – сравнительно мелкие, сугубо древесные растительноядные обезьяны Юго-Восточной Азии. Орангутаны *Pongo pygmaeus* – крупные рыжие жители Суматры и Калимантана, сугубо древесные вегетарианцы. Гориллы *Gorilla gorilla* – самые крупные современные обезьяны, живущие в Западной и Центральной Африке, почти наземные, растительноядные. Обыкновенный шимпанзе *Pan troglodytes* и карликовый шимпанзе, или бонобо, *Pan paniscus* – среднего размера обезьяны Западной и Центральной Африки, преимущественно древесные и в основном растительноядные, самые близкие родственники человека.

Гоминиды Hominidae: в узком смысле включают прямоходящих приматов с маленькими клыками (в нашей книге мы будем использовать именно такое определение); в широком – также горилл и шимпанзе.

Австралопитековые Australopithecinae: гоминиды с множеством типичных обезьяньих черт, с обезьяньей головой и наполовину человеческим телом; иногда выделяются в самостоятельное семейство Australopithecidae. Орудийная деятельность зачаточная.

Ранние австралопитеки: 7–3,9 млн лет назад, Африка. Обладали наиболее примитивным строением, большинство черт обезьяньи. Каменных орудий труда не изготавливали. Выделяют несколько родов и видов ранних австралопитеков: *Sahelanthropus tchadensis* (7,2–6,8 млн лет назад, Чад), *Orrorin tugenensis* (5,88–5,72 млн лет назад, Восточная Африка), *Ardipithecus kadabba* (5,8–5,2 млн лет назад, Восточная Африка), *Ardipithecus ramidus* (4,51–4,32 млн лет назад, Восточная Африка), *Australopithecus anamensis* (4,2–3,9 млн лет назад, Восточная Африка).

Грацильные австралопитеки *Australopithecus*: 3,8–2,0 млн лет назад, Африка. Имели сравнительно небольшие размеры, обезьянью голову, множество обезьяньих черт строения руки, но были полностью прямоходящими. Каменных орудий труда почти никогда не изготавливали (кроме позднейших). *Australopithecus afarensis* (3,8–2,9 млн лет назад, Восточная Африка, наш прямой предок), *Australopithecus bahrelghazali* (3,58 млн лет назад, Чад), *Australopithecus deyiremeda* (3,5–3,3 млн лет назад, Восточная Африка), *Kenyanthropus platyops* (3,5–3,2 млн лет назад, Восточная Африка), *Australopithecus africanus* (3,1–2,6 млн

лет назад, Южная Африка), *Australopithecus garhi* (2,5 млн лет назад, Восточная Африка, изготавливал каменные орудия труда), *Australopithecus sediba* (2 млн лет назад, Южная Африка, имел примерно половину признаков *Homo*, так что может быть описан и как *Homo sediba*).

Массивные австралопитеки, или парантропы, *Paranthropus*: 2,6–1,0 млн лет назад, Африка. Очень массивно сложенные специализированные формы с крайне развитыми челюстями, маленькими передними и огромными задними зубами, при этом полностью прямоходящие. Могли изготавливать каменные орудия труда. *Paranthropus aethiopicus* (2,7–2,3 млн лет назад, Восточная Африка), *Paranthropus boisei* (2,5–1,1 млн лет назад, Восточная Африка), *Paranthropus robustus* (2,0–1,5 млн лет назад, Южная Африка).

Гоминины Homininae: гоминиды без обезьяньих черт, включают все последующие группы.

“Ранние Homo”: первые представители нашего рода, не очень сильно отличавшиеся от австралопитеков, но имевшие в среднем больший мозг и изготавливавшие каменные орудия труда. Обычно выделяют два следующих вида.

“Люди рудольфские” *Homo rudolfensis*: 2,4–1,85 млн лет назад, Африка; культура галечная. Возможно, уже на этой стадии некоторые люди впервые покинули Африку и дошли до Кавказа.

“Люди умелые” *Homo habilis*: 1,85–1,65 млн лет назад, Африка; культура галечная.

“Люди Диналеди”, или наледи, *Homo naledi*: нет датировки, Южная Африка. Отнесение этого вида к “ранним *Homo*” оправдано морфологически, но его статус и эволюционное положение пока неясны.

Преархантропы, или “люди работающие”, *Homo ergaster*: 1,65–1,4 млн лет назад, Африка; культура галечная, появляется ранний ашель. Специфически обезьяньи черты уже исчезли, пропорции тела современные, но череп примитивный, средний объем мозга равен минимальному нормальному у современного человека.

Архантропы, или “люди прямоходящие”, или эректусы *Homo erectus*: 1450–400 тыс. лет назад, Африка, Азия, Европа; культура средний ашель. Расселились по тропической зоне Старого Света, дошли до Явы и даже Флореса. Примитивные люди с размером мозга вдвое-втрое большим, чем у шимпанзе и австралопитеков, но в полтора раза меньшим, чем в среднем у современных людей. Региональные варианты имеют массу названий: питекантропы (Ява), синантропы (Китай), атлантропы (Северная Африка), довольно моден синоним *Homo antecessor* (Европа). Название “прямоходящий” не значит, что эти люди были первыми прямоходящими, просто для Э. Дюбуа, давшего название в XIX веке, это было так; сейчас ясно, что прямохождение возникло за 5–6 млн лет до архантропов.

Препалеоантропы, или “люди гейдельбергские”, или гейдельбергенсисы, *Homo heidelbergensis*: 700–130 тыс. лет назад, Африка, Азия, Европа; культура поздний ашель. Расселились в числе прочего в зоны умеренного климата. Строение черепа по-прежнему очень примитивное, но объем мозга почти достиг современных средних значений. В некотором роде сборная солянка, потому что на этом этапе географически удаленные варианты могут сильно отличаться друг от друга. Европейские гейдельбергенсисы являются предками неандертальцев; африканские – предки сапиенсов – часто описываются под собственными названиями вроде *Homo rhodesiensis*.

Денисовцы: ?800–?30 тыс. лет назад, Азия. Загадочные люди, известные почти только по ДНК из Денисовой пещеры на Алтае. Возможно, это азиатские гейдельбергенсисы. Не были нашими прямыми предками, но могли ограниченно смешиваться с первыми сапиенсами.

“Люди флоресские”, или “хоббиты”, *Homo floresiensis*: ?900–190–50 тыс. лет назад, Индонезия, остров Флорес. Карликовые потомки яванских архантропов-питекантропов, пережившие всех близких родственников и вымершие, возможно, от рук сапиенсов.

Неандертальцы, или палеоантропы Европы и Западной Азии, *Homo neanderthalensis*: 130–28 тыс. лет назад, Европа и Западная Азия; культуры микок и мустье. При наличии примитивных и специализированных черт строения имели мозг не меньший, чем у современных людей. Развили крайне примитивные формы искусства, погребали умерших, были самыми главными хищниками своего времени. Не были нашими прямыми предками, но могли ограничено смешиваться с первыми сапиенсами.

Палеоантропы Африки *Homo helmei*, *Homo sapiens idaltu*: 200–50 тыс. лет назад, Африка. Предки людей разумных, имевшие почти современное строение, но сохранявшие и архаичные черты, доставшиеся от предков; в силу переходности часто расцениваются как “архаичные *Homo sapiens*” или даже называются “анатомически современными *Homo sapiens*”. Выходившие за пределы Африки около 100 тыс. лет назад *Homo sapiens palestinus* на Ближнем Востоке могли смешиваться с неандертальцами, но эти первые внеафриканские миграции, скорее всего, окончились вымиранием. Одна или две миграции, имеющие прямое отношение к современным внеафриканским людям, были совершены предположительно от 100 до 45 тыс. лет назад, причем более вероятны поздние цифры.

Современные люди, или “люди разумные”, *Homo sapiens*: 50 тыс. лет назад – современность (древнейшие представители – кроманьонцы: 50–10 тыс. лет назад, эпоха верхнего палеолита), вся планета. Собственно, мы.

Особая обезьяна

Часть вторая, ученая, из коей любопытный Читатель узнает, почему он обезьяна и почему он человек

Глава 4

Что в нас обезьяньего?

Многим людям кажется, что человек очевидно уникален. Как же – он безволос, двуног, невероятно умен, по крайней мере, это он рассуждает о своей уникальности, а не лемуры с мартышками. Однако зоология неумолима.

Принадлежность человека к отряду приматов подтверждается всем сводом наших знаний как о человеке, так и о приматах – генетикой, биохимией, эмбриологией, анатомией, этологией и палеонтологией. По подавляющему большинству параметров человек ближе всего к шимпанзе, по меньшему – к горилле, еще дальше от нас орангутан, еще дальше – гиббоны. Более того, по массе свойств шимпанзе больше похожи на людей, чем на орангутанов, как бы странно это ни звучало для человека, обращающего внимание лишь на внешность. Внешность, как известно, обманчива. На самом деле важнее всего генетика – именно в ДНК содержится самая наша суть.

В настоящее время геномы всех крупных человекообразных обезьян полностью расшифрованы, так что порядок их эволюционного ветвления и масштаб отличий известны. У шимпанзе с человеком общий геном составляет от 94 до 99 % в зависимости от способа подсчета. Показательно, что, поскольку мужчина от женщины отличается на целую хромосому, а она составляет больше 2 % генома, то генетические различия мужчин и женщин человека больше, чем мужчин и самцов шимпанзе! Кроме того, при желании можно найти двух людей, отличия которых по числу неодинаковых нуклеотидов – кирпичиков ДНК – будут сопоставимы по масштабу с разницей между шимпанзе и человеком. В среднем же два человека отличаются примерно на 0,1 % генома при подсчете по нуклеотидам, а человек и шимпанзе – на 1 %.

Однако стоит помнить, что разница разнице рознь: примитивный подсчет отличий по нуклеотидам не дает адекватного представления о сути этих отличий. Различие между человеком и шимпанзе кроется в кодирующих последовательностях, а между двумя людьми – большей частью в незначимом генетическом мусоре. К тому же у обыкновенного шимпанзе на одну хромосому больше, чем у человека. У предков человека две хромосомы слились вместе; последствия такого контакта можно видеть в морфологии второй хромосомы человека – на ее длинном плече есть остатки центромеры и рудиментарные теломеры. Набор генов от этого, впрочем, никак не поменялся, информация осталась принципиально той же, что на двух хромосомах человекообразных обезьян, но возможности скрещивания человека и шимпанзе, по-видимому, оказались утерянными (все, на самом деле, не так однозначно, но к этому мы еще вернемся).

Иногда в литературе можно встретить утверждение, что якобы у бонобо две хромосомы “частично слиты” и потому эти приматы представляют наглядный переход от шимпанзе к человеку. Автор этих строк, некритично восприняв информацию, некоторое время тоже был носителем сего заблуждения. Однако в действительности бонобо не отличается в этом отношении от своего более крупного собрата – обыкновенного шимпанзе.

Прямой результат работы генов – белки, а те, в свою очередь, порождают и прочую биохимию. Учитывая помянутое сходство генетики, неудивительно, что биохимические показатели человека и большинства приматов чрезвычайно сходны. Всем известно, что у человека и других обезьян, в том числе, конечно, и шимпанзе, совпадают группы крови. Даже слово “резус”, которое у большинства людей ныне твердо ассоциируется с фактором крови, на самом деле обозначает вид макаки. Впервые резус-фактор крови был открыт именно у макак-резусов, а после выяснилось, что такой же имеется и у людей.

Кстати, о почках...

В свое время производились опыты по переливанию крови как от человека к шимпанзе, так и от шимпанзе человеку, делались даже пересадки печени, сердца, почек и костного мозга от павиана человеку. Эксперименты по пересадке почек от шимпанзе людям проходили поначалу вполне успешно, и почки работали, иногда месяцами. К сожалению, большинство таких попыток заканчивались довольно скорой – в течение двух-трех месяцев – смертью пациентов, но не из-за несовместимости органов, а из-за инфекций (ведь иммунитет искусственно подавлялся для предотвращения отторжения) и, видимо, в немалой степени от того, что пересадки делались людям с крайними формами заболеваний, приведших, собственно, к необходимости ксенотрансплантаций. Кроме прочего, стоит учесть, что подобные операции проводились давно, когда и пересадки органов от человека человеку далеко не всегда оказывались успешными. Тем не менее в одном случае пациентка – школьная учительница – прожила после операции 9 месяцев, причем отторжения шимпанзиных почек за это время так и не произошло.

Фундаментальные биохимические показатели определяются так называемыми структурными генами, однако гораздо важнее гены регуляторные, задающие активность выработки белков и скорости роста. А темпы развития отражаются прежде всего в эмбриологии.

Эмбрионы и плоды человека и шимпанзе чрезвычайно сходны вплоть до рождения. Не говоря уж о жабрах и хвосте на ранних стадиях развития, у обезьяньего и человеческого эмбрионов почти идентичны общие размеры и пропорции. Например, первичная шерсть лануго у человеческого плода сохраняется до рождения, а иногда и дольше. После рождения разница между человеком и шимпанзе начинает усиливаться: у шимпанзе быстрее растут руки и челюсти, у человека – ноги, мозг и мозговой отдел черепа. Сами элементы строения те же самые, но скорости их роста разные. Тут мы можем, кстати, уловить одну из самых важных особенностей человека – позднее зарастание швов черепа, позволяющее расти головному мозгу. Результат эмбрионального развития – анатомические структуры взрослого индивида. И тут многие готовы воскликнуть: “Ага! Вот тут-то мы и видим очевидную разницу!” Но не все так просто.

Анатомически человек, понятно, заметно отличается от обезьян, но эта разница бросается в глаза, только если рассматривать человека в целом. Если же сравнение проводить по отдельным органам, костям или тканям, то отличия найти будет не так легко, разница только в пропорциях, но не в строении как таковом. Это создает трудности для палеонтологов, поскольку в ископаемом виде обычно сохраняются лишь отдельные элементы скелета. Например, отличить плечевую кость человека и того же шимпанзе бывает сложно даже специалисту; то же можно сказать и о многих других костях и органах. Моляры человека настолько похожи на зубы орангутанов, что некоторые ископаемые находки из Юго-Восточ-

ной Азии и Индонезии остаются неопределенными – не то человек, не то орангутан. Примером может служить моляр из пещеры Там-Хан во Вьетнаме. А ведь орангутан далеко не самый похожий на человека примат!

Кто-то скажет: “Ну как же – человек лыс, а любая обезьяна волосата!” Однако концентрация волосяных луковиц на коже у человека и обезьян почти одинакова: внешне очевидная разница по степени “волосатости” обусловлена почти исключительно толщиной волос – тонких и часто обесцвеченных у людей и толстых и пигментированных у обезьян.

Анатомическое сходство человека и других приматов настолько велико, что в Средние века и в начале эпохи Возрождения врачи изучали человеческое строение на обезьянах. Скажем, двенадцатиперстная кишка получила свое замечательное биометрическое название по размерам у макаки, а не человека. Собственно, проще перечислить отличия человека от других приматов, чем выписывать их многочисленные сходства.

Поведение человека может показаться резко отличным от поведения обезьян, но лишь до того момента, как мы начинаем подробно изучать его у приматов или обращать внимание на обезьяньи черты собственного образа жизни. Корректно проведенные сравнительные исследования показывают, что у человека и высших человекообразных обезьян принципиально сходны формы заботы о детях-детенышах, формы обучения трудовым операциям, половое поведение, виды приветствия (включая рукопожатие и похлопывание по плечу), способы выражения эмоций – страха, агрессии, недовольства, расположения, удовольствия, скуки, радости, озабоченности и прочих. Шимпанзе могут кооперироваться для охоты, изготавливают и используют орудия труда, умеют шутить (хотя и довольно топорно по человеческим меркам), обманывать и ругаться, имеют представление о прошлом, настоящем и будущем, проявляют прогностические способности, обладают отличной памятью, легко обучаемы. Гориллы в природе менее креативны, поскольку слишком велики и сильны, но в неволе проявляют удивительный интеллект. В родных лесах за ними никто не замечал использования орудий, кроме разве что пары случаев, но когда в зоопарках стали устанавливать камеры скрытого наблюдения, выяснилось, что гориллы занимаются этим с завидной регулярностью.

В условиях неволи орангутаны, гориллы и шимпанзе могут выучивать множество слов, причем воспринимают их разными способами, в том числе на слух. Хотя строение гортани не позволяет им произносить слова членораздельно, обезьян неоднократно обучали речи с помощью демонстрации геометрических фигур, компьютерной клавиатуры и жестового языка. Примечательно, что обезьяны могут учиться и друг от друга, например детеныши у матерей, хотя без помощи человека эти навыки затухают в следующем поколении. Очевидно, обезьянам для общения между собой вполне хватает иных средств. Самые талантливые обезьяны выучивали до трех тысяч слов и могли выражать разнообразные понятия на уровне двух-трех-, а по мнению некоторых ученых – даже пяти-шестилетних детей.

Тут мы можем выявить одно из ключевых отличий поведения обезьян от человеческого: обезьяны не такие зануды, как человек, они быстро теряют интерес, переключаются на новые темы, менее усидчивы и не могут долго сосредотачиваться и концентрировать внимание. Кстати, все те же свойства характеризуют человеческого ребенка до семи лет, почему и в школу люди идут именно в этом возрасте. До семи лет человек – все та же обезьянка. Обезьяны не учатся и, что важнее, – не учат долго и целенаправленно, ограничиваясь больше наблюдением между делом за поведением других обезьян и людей. В частности, у шимпанзе довольно туго обстоят дела с указующим жестом, они редко применяют его, хотя для людей он универсален и его адекватно воспринимают даже совсем маленькие дети.

Палеонтологические данные свидетельствуют о достаточно плавной эволюции приматов во всем их многообразии. Этому вопросу в нашем изложении посвящены отдельные

главы, здесь можно указать лишь, что вопрос о “недостающем звене” уже более полувека не стоит в научной повестке дня; сейчас известны и подробно описаны практически все переходы от непосредственных предков приматов до современного человека. Это, конечно, не значит, что все вопросы палеонтологии человека уже решены, но общая схема эволюции приматов с появлением новых находок уже давно не меняется, а только обретает все более четкие очертания.

Глава 5

Что отличает нас от обезьян?

Все же, сколько бы мы ни были похожи на своих родственников, нельзя отрицать, что есть и сугубо человеческая специфика. Для основных столпов человечности даже есть красивый термин “гоминидная триада”. Она включает, во-первых, прямохождение, или бипедию, и весь комплекс морфологических адаптаций к ней; во-вторых, кисть, приспособленную не только к использованию, но и к изготовлению орудий; в-третьих, высокоразвитый мозг и сложное поведение.

На самом деле, конечно, сугубо человеческие свойства гоминидной триадой не ограничиваются. К ней можно добавить такой надежный признак, как маленькие клыки, не выступающие за линию других зубов. Более того, видимо, именно эта особенность была первой в ряду тех, что определенно повели к появлению человека.

Современные и ископаемые человекообразные обезьяны имеют крупные клыки, далеко выступающие за край резцов и премоляров. Кроме того, для успешного смыкания зубных рядов имеются диастемы – промежутки между резцом и клыком на верхней челюсти и между клыком и премоляром на нижней. Чтобы огромному верхнему клыку было где поместиться, изменена форма первых нижних премоляров, они асимметричные – секториальные. Изменения размеров клыков можно подробно проследить, поскольку зубы – это то, что чаще всего сохраняется от приматов. Некоторая редукция клыков наблюдается у дриопитековых и сивапитековых приматов. Впрочем, еще вопрос, какой эволюционный процесс преобладал – редукция или увеличение клыков? Дело в том, что древнейшие человекообразные – проконсулы – имели не такие уж большие клыки. Если посчитать по модулю отличия размеров клыков в парах проконсул – шимпанзе и проконсул – человек, то в первой паре разница будет больше. Это значит, что если мы за меру прогрессивности будем брать размер отличий от предка, то клыки шимпанзе и гориллы прогрессивны, а наши – примитивны!

Древнейшие известные прямоходящие обладали клыками сравнительно небольшими по обезьяньим меркам, но внушительными в человеческих масштабах. Размеры клыков австралопитеков помещают их посередине между шимпанзе и человеком, причем в хронологическом ряду австралопитеков мы можем видеть закономерное приближение именно к человеческим значениям.

Большой вопрос – уменьшение клыков вызвало изменения в поведении или, напротив, этологические сдвиги привели к редукции усташалок во рту. Как бы там ни было, с уменьшением размеров клыков в группах обезьян должна была возникнуть проблема недопонимания, поскольку демонстрация маленьких клыков далеко не столь впечатляюща: одно дело, если скалится павиан, чьи клыки длиннее, чем у иного леопарда, а другое – австралопитек, у которого не поймешь – он злится или просто дружелюбно улыбается? Но выражать свои богатые чувства хочется, что и привело к усилению и развитию других коммуникационных способов – мимики, жестикуляции и речи. Все они на порядок лучше развиты у человека, нежели у других приматов. Конечно, не стоит абсолютизировать значение именно клыков, были и другие причины. Но уменьшение размеров клыков имело грандиозные последствия, и его нельзя недооценивать.

Прямохождение

Широко известно полуанекдотическое определение человека как “двуногого без перьев”. Но человеку мало двуногости – он еще и ходит выпрямившись, в отличие от, ска-

жем, птиц или тушканчиков, позвоночник которых расположен горизонтально. Прямохождение обеспечивается целым рядом специальных признаков.

Первый – *положение большого затылочного отверстия* на затылочной кости, через которое спинной мозг соединяется с головным. У четвероногих животных оно находится в задней части основания черепа и повернуто назад, так как позвоночник прикрепляется если и не строго сзади, то по меньшей мере наискосок; у прямоходящих существ отверстие расположено в центре длины основания черепа и открывается вниз, так как позвоночник подходит снизу, а передняя и задняя части черепа должны быть уравновешены. Соответственно, существенно меняются и места прикрепления шейных и спинных мышц, конфигурация затылка, укорачивается основание черепа.

Вариант промежуточного типа известен уже у *Sahelanthropus tchadensis* около 7 млн лет назад, заметно более продвинутый – у *Ardipithecus ramidus* 4,4 млн лет назад, а окончательно “прямоходящий” – у *Australopithecus afarensis* 3,5 млн лет назад.

Позвоночник четвероногих получает примерно равную нагрузку спереди и сзади, отчего размеры позвонков вдоль длины более-менее одинаковы, а центральная часть представляет собой равномерную дугу – аналог арочного моста. Крестец – часть позвоночника, к которой крепится таз, – имеет сильно вытянутую узкую форму, а его позвонки могут либо вообще оставаться независимыми, либо сливаться не полностью. У прямоходящих позвоночник ориентирован вертикально, а потому имеет характерные изгибы – лордозы вперед и кифозы назад; в итоге вся конструкция становится более-менее устойчивой и работает как пружина, а нагрузка стучит не строго по нижележащим позвонкам, а частично распределяется в стороны. Размеры позвонков у прямоходящих закономерно увеличиваются сверху вниз, самыми крупными оказываются нижние поясничные и верхние крестцовые, так как тут расположен центр тяжести организма. Крестец широкий и короткий, его элементы капитально сливаются между собой. У австралопитеков *Australopithecus afarensis* и *Australopithecus africanus* изгибы, вероятно, были как у современного человека, но некоторые детали строения позвонков (например, вытянутость тела позвонков спереди назад) сближают их с обезьянами.

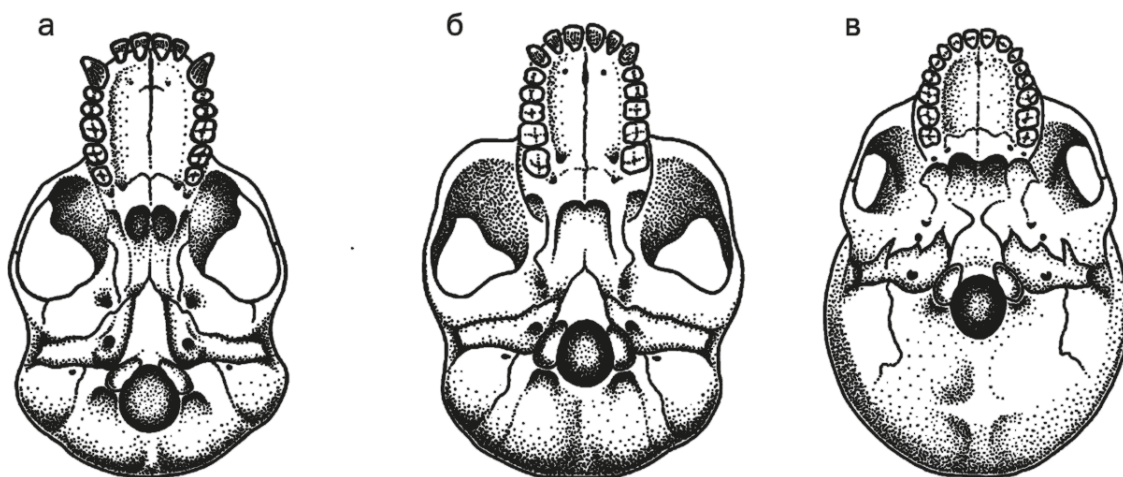


Рис. 1. Основание черепа и большое затылочное отверстие шимпанзе (а), австралопитека (б) и человека (в).

Строение крестца у австралопитеков – начиная с *Ardipithecus ramidus* и *Australopithecus afarensis* – типично гоминидное. Конечно, не стоит абсолютизировать упомянутые признаки. Например, у гориллы есть поясничный лордоз, но его появление связано не с прямохождением, а с огромным весом животного.

Строение таза очевидно разное при разных типах передвижения: у четвероногих обезьян таз узкий, высокий и вытянутый вдоль позвоночника, а у прямоходящих – широкий и низкий. Конечно, стоит помнить, что форма таза обусловлена еще и нуждами деторождения, но, судя по тому, что у австралопитеков голова была фактически обезьянья (а проблемы при родах создает как раз голова – она большая и плохо сжимается), а таз – человеческий, фактор локомоции играл определяющую роль.

Уголок занудства

На человеческой тазовой кости отлично выражена передняя нижняя подвздошная ость (костный выступ на переднем крае таза, читатель без труда может найти у себя верхнюю подвздошную ость – на ней держится ремень, нижняя скрыта мышцами; у обезьян нижней подвздошной ости фактически нет), а ушковидная поверхность и подвздошная бугристость, обеспечивающие соединение с крестцом, занимают значительную площадь. Седалищный бугор у человека могуч, а седалищная ость длинна и остра, тогда как у других обезьян первый короткий, а второй вообще почти нет.

На передней нижней подвздошной ости крепится прямая мышца бедра (часть четырехглавой мышцы бедра), разгибающая колено. Но она же сгибает бедро в тазобедренном суставе, то есть поднимает ногу вперед (или опускает тело, если нога прочно стоит на земле). Получается противоречие: одна и та же мышца одновременно держит тело вертикально в одном суставе, но наклоняет его в другом. У четвероногих животных такой странной проблемы нет, ведь у них нога вертикальна, а тело горизонтально, мышца совершенно логично выполняет шаг вперед. Чтобы нога у человека была выпрямлена и в тазобедренном суставе тоже, четырехглавой мышце бедра противостоят целых три ягодичные мышцы – большая, средняя и малая, которые разгибают бедро, удерживая тело в вертикальном положении. Особенно преуспевает в этом большая ягодичная мышца. Но у обезьян она расположена не сзади, а сбоку и занята иным делом – отводит бедро в сторону, а потому развита умеренно, почему и зад у обезьян тощий, совсем нечеловеческий, а выпрямить ноги они не могут. Кстати, совершенно обезьяний вариант типичен для новорожденных младенцев. Поэтому они лежат в позе “куретка табака” – растопырив в стороны согнутые ножки, а свести вместе их практически не могут. Только потом четырехглавая мышца “переползает” на человеческое место – в “пятую точку”; если же по какой-то причине замедленный рост сухожилий и фасций препятствует этому перемещению, могут возникнуть проблемы с умением ходить.

Раз у человека пропала отводящая функция большой ягодичной мышцы, должна быть какая-то компенсация: отведением бедра в сторону у него усиленно занимаются верхняя и нижняя близнецовые мышцы, отчего место их крепления на седалищной кости чрезмерно увеличивается и становится седалищной остью. Но еще важнее человеку приводить бедро, то есть сводить ноги вместе, чтобы стоять прямо; этим, среди прочих, заняты квадратная мышца бедра и большая приводящая мышца, крепящиеся к седалищному бугру, который оказывается заметно крупнее, чем у обезьян.

Тазовые кости сохраняются плохо, но радует, что у *Ardipithecus ramidus* 4,4 млн лет назад мы видим строго промежуточный “четвероного-двуногий” вариант – одновременно

и широкий, и вытянутый в длину. У *Australopithecus afarensis* 3,5 млн лет назад таз был не только полностью “прямоходящий”, но по расширенности пропорций даже более человеческий, чем у современного человека. Это не значит, что мы сколько-нибудь вернулись к четвероногости. Ясно, что сей парадокс связан с так называемыми аллометрическими закономерностями. При изменении общих размеров тела разные части тела меняются неодинаково: при росте от малых размеров к средним длиннотные размеры увеличиваются быстрее, чем широтные (а вот если увеличивать человека до масштабов слона, то, наоборот, широтные начнут расти быстрее, иначе скелет не выдержит огромного веса). Поэтому от австралопитеков к нам и высота таза несколько подросла.

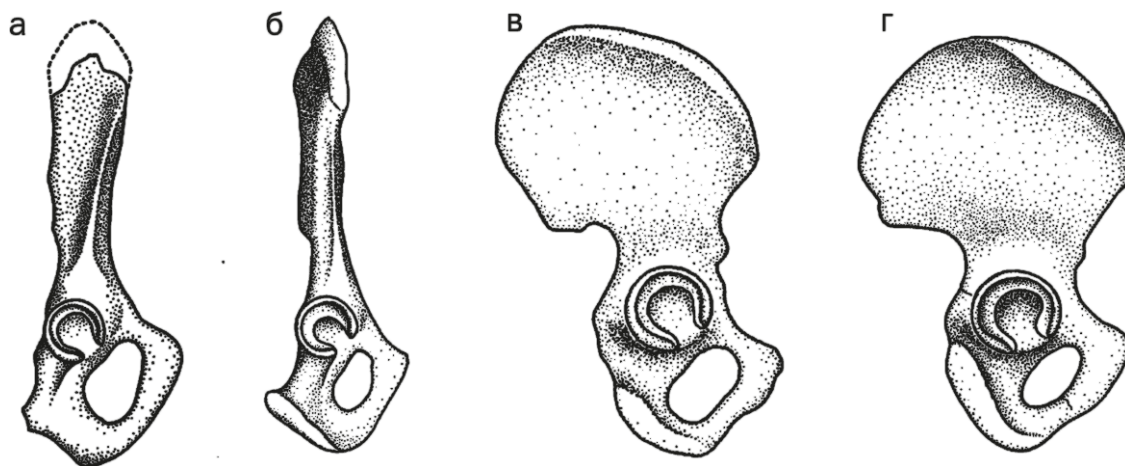


Рис. 2. Таз проконсула (а), шимпанзе (б), австралопитека (в) и человека (г).

Строение длинных костей ног отражает бипедию, наверное, лучше всего. У четвероногих приматов руки длиннее ног, колени разведены в стороны “колесом” и всегда полусогнуты, стопы разнесены друг от друга. Слабые мышцы не могут свести ноги вместе, да и форма нижних концов бедренных костей этому никак не способствует, туловище как бы “проседает”. Так как стопы при двуногом хождении оказываются далеко от центра тяжести, обезьяна компенсирует неустойчивость сильными боковыми колебаниями туловища, двигается очень неуклюже, враскачку, характерной походкой заправского бывалого морячка и того гляди норовит помочь себе руками. У прямоходящих ноги длинные, тазобедренные суставы сильно разведены друг от друга вследствие большой ширины таза, а колени сведены вместе, так что бедренные кости при взгляде спереди наклонены, а кости голени вертикальны, стопы сближены. Колени выпрямлены и при взгляде сбоку.

Более-менее бипедальное строение бедренных костей известно начиная с *Orrorin tugenensis* 5,88 млн лет назад.

Уголок занудства

У прямоходящих меняются места прикрепления и направления действия ягодичных и медиальных мышц, что очевидным образом отражается на рельефе как таза, так и костей ног. Новую форму приобретают верхний и нижний концы бедренной кости, а также межмышечковое возвышение большой берцовой кости и поверхности голеностопного сустава. Шейка бедренной кости у человека длинная и ориентирована более вертикально; у обезьян она короткая и горизонтальная. Мышечки бедра у

человека повернуты относительно длинной оси кости, дабы колени могли сходиться, тогда как у обезьян они смотрят ровно вниз.

Большая ягодичная мышца обезьян отводит ногу вбок, а не выпрямляет ее. Также у них слабы мышцы медиальной группы бедра, отчего обезьяна не может свести ноги вместе, когда стоит на двух ногах. У человека эта способность развита несравненно сильнее, поэтому и соответствующие мышцы могучи. Это ярко отражается во внешнем виде: у шимпанзе бедро заметно сужается к тазу, а у человека оно чем выше, тем толще. Мышцы медиальной группы присоединяются к шероховатой линии на задней стороне бедренной кости, отчего у обезьян эта поверхность почти ровная, а у человека линия обычно развита в виде мощного костного гребня – пилястра. Показательно, что при врожденных параличах пилястр у человека не формируется, поскольку мышцы не используются и не воздействуют на кости. Большая ягодичная мышца у человека расположена сзади и крепится на небольшом участке в верхней части бедренной кости – на ягодичной бугристости, а у шимпанзе и гориллы она охватывает бедро сбоку и крепится намного ниже и почти по всей длине диафиза бедренной кости.

Строение стопы – отличный показатель типа передвижения, хотя в ископаемом виде эта часть тела сохраняется плохо. Четвероногие обезьяны имеют плоскую стопу с длинными изогнутыми подвижными пальцами, приспособленными для цепляния за ветви. Особенно выделяется большой палец, сильно оттопыренный в сторону, способный хватать даже лучше, чем большой палец руки. Это отражается в большей длине его мышц и характерной форме суставов.

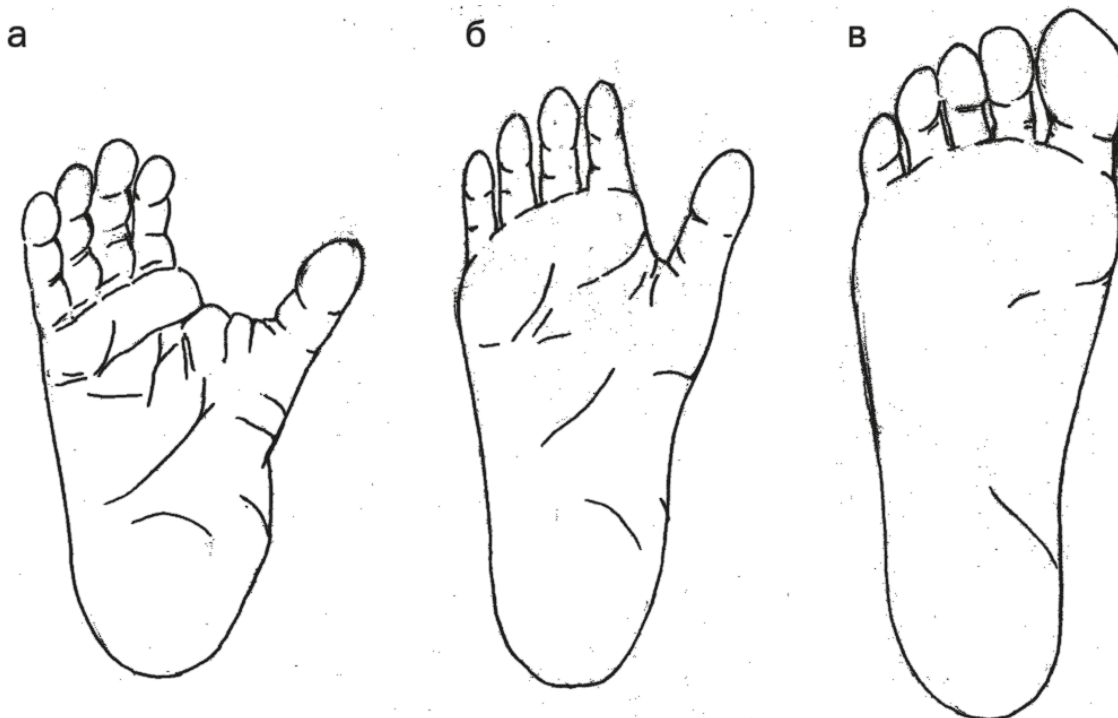


Рис. 3. Стопа шимпанзе (а), австралопитека (б) и человека (в).

У прямоходящих продольный и поперечный своды (подъемы) стопы выражены хорошо, что позволяет перераспределять нагрузку тела более равномерно: половина на пятку, половина на пять головок плюсневых костей. Если для простоты расчета прикинуть,

что человек весит 100 кг, то каждой ноге достается по 50 кг, а своды делят их так, что на пятку и переднюю часть приходится по 25 – условно по 5 кг на каждую плюсневую кость (в реальности, благодаря поперечному своду, на первую приходится львиная доля, немало и на пятую, а на три средних совсем чуть-чуть). Без сводов же – при плоскостопии – все 50 кг будут ударять в одну точку – переднюю часть пяточной кости, куда нагрузка в норме вообще не должна прилагаться. Нога будет болеть. У четвероногой же обезьяны и без сводов на каждую ногу будет ложиться по четверти веса, при общем весе 100 кг – по 25 кг, как у нас на каждую пятку, что вполне терпимо.

У двуногих пальцы стопы прямые, короткие, способные легко отгибаться наверх; большой палец не отведен в сторону и малоподвижен, а его суставы плоские; все плюсневые связаны мощными поперечными связками, чтобы не расползались в стороны.

Превосходство над Винни-Пухом, или Как все же украсть мед?

Тва и эфе любят мед.
Почему? Кто поймет?
Только чтоб его достать,
Надо ножки им сгибать.

В журнале Национальной американской академии наук в 2013 г. вышла статья, посвященная способностям людей к древолазанию (Venkataraman et al., 2013). Исследователи наблюдали за тем, как забираются на деревья представители разных экзотических племен охотников-собирателей. Особое внимание было обращено на пигмеев Центральной Африки, которые в поисках меда (чего же еще?!) регулярно карабкаются на высоту до полусотни метров (в статье приводится удивительно точная цифра 51,8; интересно, как ее измеряли?). Правда, пчелы тоже нечасто селятся на такой верхотуре, так что в среднем пигмеям приходится лезть только до отметки 19,1 м, что, конечно, тоже немало. В неодолимом стремлении к меду доблестные конкуренты Винни-Пуха регулярно повторяют его способ спуска, так что, например, у пигмеев ака на падения с деревьев приходится 6,6 % смертности. Заметно успешнее аэта с Лусона, у которых аналогичная цифра составляет 1,7 % (а может, на Филиппинах просто мед правильнее, пчелы ниже гнездятся или веток на деревьях больше?). Но всех превзошли угандийские пигмеи тва. Они не падают никогда! Видимо, любят мед больше всех. В качестве контроля были взяты соседи тва – бакинга, “нелазающие земледельцы”, как они определены в статье, а также филиппинские собиратели аэта и земледельцы манобо.

Для того чтобы разобраться, как сии феноменальные способности тва отражаются на их ножках, был использован метод ультрасонографии. Измерялись длина мышечных волокон в мышцах ноги и углы сгибания суставов ноги. Длина волокон у тва и аэта оказалась заметно выше, чем у бакинга и манобо. Голеностопный сустав у собирателей сгибается намного лучше, чем у земледельцев, почти столь же сильно, как у шимпанзе. Обезьяны при взбирании на деревья сгибают ногу в среднем на чуть больший угол, чем это уже опасно для связок нетренированного

(“индустриализированного”, по терминологии статьи) человека. Пигмеи при древолазании тоже попадают в “зону риска”, но редко превосходят опасные для горожанина величины сгибания лодыжки.

Авторы исследования померили также целых шесть больших берцовых костей пигмеев из леса Итури в поиске неких костных особенностей, позволяющих им столь сильно сгибать ногу при древолазании и столь успешно доставать мед. Измерялась, правда, почему-то “передняя дистальная ширина” этой кости (классики остеометрии плакали бы на этом месте). График получился на удивление непоказательный: собиратели занимают на нем крайнее положение вместе с “мальчиком из Нариокотоме” и южноафриканскими грацильными австралопитеками, в средней позиции находятся земледельцы с восточноафриканскими австралопитеками, а противоположный край оккупирован шимпанзе и гориллами.

Выводом из всего этого стало утверждение, что способности к древолазанию не обязательно отражаются на костях, а могут иметь основу в мышечных особенностях. Отсюда уже следует заключение, что мы можем недооценивать способности древних гоминид (в частности, австралопитеков) к древолазанию, рассматривая лишь их кости.

Красивые выводы! Но...

Во-первых, *кто бы сомневался!* Ясно, что на костях отражается далеко не все. Во-вторых, выводы звучат так, как будто пигмеи вообще живут на деревьях, а шимпанзе постоянно ходят прямо. А ведь на графике средний угол сгибания ноги у пигмеев все же недотягивает до такового у шимпанзе. Невозможно промолчать и о методе определения угла: измерялись фотографии, сделанные со случайного ракурса, от точек, определенных фактически произвольно. Например, на приведенной фотографии точка на колене взята, несмотря на надетые штаны! А ведь для измерения угла крайне важна ориентация объекта и точка зрения. При минимальном смещении искажение будет в несколько градусов – сопоставимое с обнаруженными различиями. Да и количество измерений было крайне малым. Далее: в исследовании было задействовано *всего* 6 костей современных пигмеев, причем не тех, кого наблюдали вживе. Вовсе не факт, что те пигмеи, чьи кости были исследованы, лазали по деревьям (может, это были женщины, например). Вообще-то, давно известен, скажем, замечательный “комплекс положения на корточках”. Когда человек много сидит на корточках, на всех костях таза и ноги появляются характерные изменения суставных поверхностей. В принципе, при сидении на корточках тоже происходит чрезмерное сгибание суставов, как и при древолазании. Думается, что у всех пигмеев поголовно этот комплекс развит в полной мере, ибо стульев у них не замечено. Запросто может быть, что развитие “комплекса положения на корточках” заметно способствует усиленному сгибанию стопы при лазании по деревьям. Взятые для контроля “индустриализированные” люди, ясно, такого комплекса не имеют, так что их способности к сгибанию ног вовсе не показательны. Думается, если бы были исследованы йоги, циркачи или гимнасты, у них способности были бы не хуже пигмейских. А уж если бы под наблюдение попали студенты биофака МГУ осенью, в сезон созревания яблок вокруг биофака, думается, выводы были бы совсем иными. А если бы на костях рассматривалась не “передняя дистальная ширина”, а изучались следы прикрепления мышц и особенности

суставных поверхностей, то, возможно, были бы найдены соответственные изменения, следы которых можно было бы проследивать и на останках древних гоминид.

Что, собственно, доказано? Что у пигмеев повышена подвижность суставов? Это было известно уже в XIX веке, а некоторые предполагают, что и древним египтянам. Оно и не странно, учитывая малые размеры тела и образ жизни пигмеев. Захочется медку в тропическом лесу – и не так ноги согнешь, и не туда залезешь. Функциональные изменения организма никто не отменял, а они не отменяют генеральных адаптаций, локомоторных в том числе. Кстати, гибкость мышц и подвижность суставов прямо зависят от возраста, а этот фактор совершенно не учитывался в исследовании. Пигмеи в среднем живут очень недолго, так что с большой вероятностью сравнивались молодые пигмеи с более пожилыми представителями контрольных групп. В любом случае этот момент остался покрытым мраком.

Так что, несмотря на пафосные выводы, статья не может служить образцом научного исследования. А способности наших предков к древолазанию от всего этого вовсе не меняются.

Кстати: для проверки положений статьи я, в жизни не залезавший на деревья выше трех метров и при наличии аллергии к меду, без малейшей подготовки согнул ногу на фантастический угол, побив рекорд всех пигмеев и шимпанзе, а также, возможно, орангутанов и гиббонов! Это если верить измерению угла на фотографии...

Наш большой палец стопы малоподвижен, но его мускулатура в целом осталась прежней, обезьяньей, независимой от мускулатуры остальных четырех пальцев. Поэтому при необходимости человек может разработать хватательную способность до невероятной ловкости. Известен удивительный прецедент, когда безрукая от рождения женщина Пелагея Семенова подарила И. В. Сталину обшитый бисером чернильный прибор – ручку, пресс-папье, подставку под чернильницу, причем низала бисер она ногами.

В некоторых культурах отдельные виды деятельности предполагали придерживание чего-либо большим пальцем ноги, например древка копья при его шлифовании. От этого палец разрабатывался и торчал в сторону очень далеко. Когда в XIX веке высокопросвещенные европейцы в белых пробковых шлемах приплывали на экзотический остров, скажем, на Филиппинах и обнаруживали там людей со стопой “как у обезьяны”, они глубоко-мысленно рассуждали о примитивных низших расах, застрявших на пути очеловечивания. Однако ныне те же аборигены забыли про копы, ходят в китайских кроссовках и имеют вполне стандартные человеческие стопы. Функциональная гипертрофия – великая сила!

У *Ardipithecus ramidus* 4,4 млн лет назад уже присутствовали своды стопы, но пальцы были длинные и изогнутые (это типично вообще для всех австралопитеков), а большой палец мог отводиться далеко в сторону. В стопе *Australopithecus anamensis* около 4 млн лет назад, судя по строению большой берцовой кости, большой палец был малоподвижен. У *Australopithecus afarensis* 3–3,9 млн лет назад своды стопы хорошо выражены, большой палец мог слегка противопоставляться другим, но намного слабее, чем у современных обезьян, отпечаток ноги был почти как у современного человека. В стопе *Australopithecus africanus* и *Paranthropus robustus* большой палец был несколько сильнее отведен от других, а пальцы – очень подвижные, что позволяет не считать их нашими предками. У *Homo habilis* стопа уплощенная, без выраженного свода (впрочем, она известна лишь по одной комплектной находке), но пальцы прямые, короткие, а большой палец полностью приведен к остальным. Видимо, совсем человеческая стопа сложилась лишь у рослых архантропов, хотя тут у нас имеется досадный пробел в материалах.

Стопа невиданного гоминида

Сложности изучения и интерпретации морфологии стопы хорошо видны на примере исследования стопы из эфиопской местности Ворансо-Милле. Этот район исследуется сравнительно недавно, но уже успел порадовать антропологов ценнейшими находками. Чего стоит один только скелет KSD – VP-1/1 – самый рослый среди афарских австралопитеков! Здесь же найдены челюсти, совмещающие черты анамских и афарских австралопитеков. Среди 54 тысяч окаменелостей нашелся повод и для новой сенсации – фрагмент уникальной стопы BRT-VP-2/73 из локального местонахождения Бартеле-2 (Haile-Selassie et al., 2012). Сохранились плюсневые кости с первой по четвертую и четыре фаланги правой стопы. К сожалению, нет никаких других останков скелета, которые могли бы быть отнесены к этому индивиду.

Находка имеет датировку 3,4 млн лет – самый средний возраст для афарских австралопитеков. Однако морфология костей заметно отличается от известного для этого вида. Причем отличается в примитивную сторону и во многом напоминает состояние ардипитека, жившего 4,4 млн лет назад – на целый миллион лет раньше! Новоявленная стопа обладает странным набором свойств: поперечный свод был выражен, а продольного не было, плюсневые и фаланги не слишком длинны и изогнуты, но большой палец короткий, сильно отведен и имел хорошую хватательную способность, а при ходьбе не загибался вверх, тогда как другие пальцы – загибались. Одна черта оказалась, по-видимому, очень примитивной: II плюсневая короче, чем IV; такое соотношение встречается у мартышковых и проконсула KNM-RU 2036, тогда как у современных понгид, ардипитека, афарских австралопитеков и человека соотношение всегда обратное.

В целом авторы первоисследования отмечают, что стопа BRT-VP-2/73 была столь же приспособлена к древолазанию, как и у *Ardipithecus ramidus*, хотя отличий от этого вида, как и от *Australopithecus afarensis*, тоже хватает. Главным выводом стало то, что в Эфиопии 3,4 млн лет назад существовали как минимум два вида: один – хорошо изученный прямоходящий *Australopithecus afarensis*, а второй – почти неизвестный полудреволазющий-полупрямоходящий, возможно, мало изменившийся потомок ардипитека. К сожалению, классификация гоминид строится в основном на признаках черепов и зубов, так что дать название новому виду авторы не решились.

Но, как всегда, возникают вопросы. К сожалению, авторы статьи не сравнили новую находку с Stw 573 – “Маленькой Стопой” или “Синдереллой” (то есть “Золушкой”) из грота Сильберберг Стеркфонтейна в Южной Африке. А ведь эта стопа имеет массу сходств с BRT-VP-2/73 при датировке от 2 до 4,2 млн лет назад со средней в 3,5 млн лет назад – практически синхронной с датировкой Бартеле (последняя опубликованная цифра для грота Сильберберг как раз и есть 3,67 млн лет назад). При первоначальном описании Stw 573 особое внимание уделялось значительному отведению большого пальца и его хватательной способности (Clarke et Tobias, 1995), хотя в последующем этот вывод был поставлен под основательное сомнение (Lovejoy et al.,

2009). Показательно, что разнообразные индексы и показатели отдельных костей BRT-VP-2/73 весьма близки к таковым южноафриканских находок из Стеркфонтейна и Сварткранса, хотя таких сопоставлений сделано очень мало. Может, *Australopithecus africanus*, более архаичные, нежели *Australopithecus afarensis*, мигрировали из Южной Африки в Восточную?

Также несколько удивляет, что в многомерные анализы не попали никакие ископаемые материалы, кроме самой стопы BRT-VP-2/73. Вследствие этого вывод о необычайном сходстве новой находки с гориллами может оказаться преувеличенным. Не так уж сильно BRT-VP-2/73 отстоит от современных людей, чтобы не оказаться похожим на австралопитеков. Представлен лишь один график метрического сопоставления, в котором есть данные об афарском австралопитеке, и то только в дополнительном приложении – там расхождение BRT-VP-2/73 и AL 333–160 действительно велико. В статье упор сделан на описательные признаки. А ведь потенциально материалы для сравнения имеются. С другой стороны, стопа афарских австралопитеков доселе была известна лишь по изолированным и не слишком многочисленным костям, самый полный комплект – AL 333–115 – включает меньше фрагментов, чем BRT-VP-2/73. Нет ли здесь некоторого раздувания сенсации? Может, афарские австралопитеки и не были в строении стопы так уж продвинуты, как до сих пор считалось?

Как обычно, в конце приходится ссылаться на необходимость новых находок, которые якобы прольют свет на все темные места. Пока тайн лишь прибавилось, в соответствии с классическими аллегориями про фонарик в темной комнате и увеличение границ непознанного при расширении области познанного. Горизонты познания безграничны... Хватит ли костей в эфиопской земле?

Строение рук связано с прямохождением косвенно. У высших человекообразных руки приспособлены к хождению по земле с опорой на фаланги согнутых пальцев, что выражается в расширенности и особой мощности средних фаланг и особой скошенности суставной поверхности лучевой кости. Также у разных приматов имеются многочисленные морфологические адаптации к цеплянию за ветви, включая варианты с редукцией большого или других пальцев или с превращением пальцев в единый “крючок”, как, например, у паукообразных обезьян, колобусов или гиббонов. У полностью прямоходящих гоминид руки не приспособлены к хождению по земле или лазанию по деревьям, руки короткие, фаланги пальцев прямые.

Черты приспособления к хождению по земле или лазанию по деревьям в строении рук есть у австралопитеков *Orrorin tugenensis*, *Ardipithecus kadabba*, *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus anamensis*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, *Paranthropus robustus* и даже *Homo habilis*. Видимо, только *Homo ergaster* окончательно избавился от древесного прошлого в своих руках.

Относительно происхождения прямохождения выдвинуто огромное множество гипотез. Про это написана не одна книга и безумное число статей. Двумя важнейшими и ныне чаще цитируемыми являются миоценовое похолодание и социальная гипотеза, но история науки помнит и иные.

Трудовая концепция Ф. Энгельса с позднейшими вариантами, широко известная и вошедшая во все советские учебники, связывает возникновение прямохождения со специализацией руки обезьяны для трудовой деятельности – переноса предметов, детенышей, манипулирования пищей и изготовления орудий. В вульгарном изложении прямохождение

возникло для того, чтобы освободить руки для трудовой деятельности. После труд привел к возникновению языка и общества, “сделал из обезьяны человека”. Однако трудовая концепция сталкивается с непреодолимой преградой в виде фактов: по современным данным, прямохождение начало возникать не менее 6 млн лет назад, в полностью завершённом виде сложилось уже 4 млн лет назад, а древнейшие орудия из Гоны в Эфиопии имеют датировку в самом оптимистичном варианте 2,7 млн лет, а из Ломекви – 3,3 млн лет. Скорее уж наоборот, освобождение рук из-за прямохождения способствовало развитию трудовой деятельности, зачатки коей можно наблюдать даже у вполне четвероногих шимпанзе и орангутанов.

Социальные концепции предполагают возникновение прямохождения еще в тропическом дождевом лесу и связывают его не с климатом, а с изменениями поведения приматов. Наибольший вклад тут внес, несомненно, О. Лавджой (например: Lovejoy, 2009). Согласно его разработкам, прямохождение появилось в связи с особой стратегией размножения, из-за удлинившегося детства и ослабления межсамцовой агрессии. Гоминиды в течение очень длительного времени выращивают одного, максимум двух детенышей. Такие животные не могут себе позволить большую детскую смертность. Самка должна постоянно заботиться о своем ненаглядном чаде, она оказывается скована и ограничена в возможностях питания и защиты от хищников. Носить крупного детеныша трудно, надо придерживать его руками, что дает почву для возникновения прямохождения. Отцы, в свою очередь, должны защищать вынужденно малоподвижных самок, бросаясь в хищников разными предметами, а также обеспечивать матерей пищей, а приносить ее, конечно, удобнее опять же в руках. При этом, когда говорится “должны”, не имеется в виду, что кто-то объяснял им права и обязанности гражданина или что они сами догадались и прониклись важностью своего предназначения, просто группы, где самцы не защищали и не кормили самок, банально вымирали. Косвенным последствием такой заботы много позже стало использование орудий труда. Для того чтобы такая система работала, надо, чтобы самец был как можно сильнее привязан к самке, то есть возникает крен в сторону моногамии (хотя и у современных людей, даже при строжайших религиозных ограничениях, моногамия никогда не бывает поголовной). Это достигается со стороны самок – скрытой овуляцией, так что самец не может угадать, на какой стадии созревания находится яйцеклетка (да и самка порой не может); а со стороны самцов – ослаблением конкуренции, что выражается в редукции размеров клыков и ослаблении полового диморфизма. И ведь мы действительно видим уменьшение клыков с самого начала становления прямохождения!

Согласно О. Лавджою, прямохождение возникло еще в тропическом лесу, а в саванны переселились уже двуногие гоминиды. Карликовые шимпанзе, живущие в джунглях Конго, в зачаточной форме демонстрируют те свойства, что предполагаются для предков человека.

У социальной концепции есть два явных минуса. Во-первых, ее крайне трудно подтвердить объективными свидетельствами: фактически единственным обоснованием является оценка полового диморфизма, сделанная в основном по размерам клыков. Во-вторых, тогда как прямохождение связывается с изменениями поведения, остаются неясны причины изменения самого поведения.

Миоценовое похолодание уже сто лет является одним из основных объяснений развития бипедии. Суть концепции в том, что в середине и конце миоцена в результате глобального похолодания климата произошло значительное – в несколько раз – сокращение площадей тропических лесов и увеличение площади саванн. В новых условиях у многочисленных живших тогда в тропических лесах человекообразных обезьян наметились три варианта дальнейшей судьбы. Первый вариант – самый печальный, но которому последовало большинство, – вымирание: в это время исчезло подавляющее большинство гоминидов. Второй – сохранение в более-менее неизменном виде в оставшихся лесах: потомками этих везунчиков стали современные гиббоны, орангутаны, гориллы и шимпанзе. Впрочем,

часть даже тех гоминоидов, что пережили миоценовое похолодание, вымерла уже в более поздние времена, примером чего могут служить гигантопитеки. Третий вариант – переход части гоминоидов к наземному образу жизни в расширяющихся саваннах.

Вообще-то, в саванну можно выйти и на четвереньках, что успешно сделали павианы и мартышки-гусары. Но крупные человекообразные пошли своим путем. Жизнь в саванне диктует свои условия. Для начала, тут есть довольно высокая трава, в которой сложно ориентироваться и искать пищу. Кроме того, в траве могут прятаться хищники, а смотреть поверх нее удобно, вставая на две ноги. Этим часто занимаются самые разные животные – те же мартышки-гусары, суслики, газели-геренуки и другие вкусные и пугливые создания. Если же хищник уже близко, то его можно попытаться уstrasшить: прямоходящее существо имеет психологическое преимущество перед четвероногим, поскольку смотрит свысока и, таким образом, кажется крупнее и сильнее, хотя может и не иметь реального подтверждения своей мощи. Поднимание уровня взгляда для усиления впечатления на противника является универсальным способом среди всех позвоночных животных, поскольку в первом приближении работает принцип “кто выше, тот больше, а кто больше, тот сильнее”. Связь чувства превосходства с ростом ощущает на себе каждый; впрочем, с разных сторон, в зависимости от того, какой рост имеет он сам. Для приматов в саванне этот аспект мог иметь немаловажное значение.

Кроме того, экспериментально и на математических моделях доказано, что двуногое передвижение на большие расстояния со средней скоростью энергетически более выгодно, чем четвероногое: двигать надо в два раза меньше ног. Правда, это преимущество становится действительно преимуществом только в своем законченном варианте, а переходные от четвероногости к двуногости стадии оказываются энергетически проигрышными.

Важнейший момент – терморегуляция. Лесные приматы были животными дневными, тот же распорядок дня они перенесли и в саванну. Это по-своему выгодно, ведь все хищники активны в сумерках или ночью, когда можно залезть на дерево и спокойно почитать там, пока тебя ищут в траве. Тем более, двуногие приматы очень медленные, они не умеют резво убегать, а днем убегать и не надо. Кроме того, днем гораздо меньше конкурентов, можно не спеша кормиться, не отпихивая локтями посягающих на те же травки-зернышки. Но ведь отсутствие полуденной бурной жизни в саванне тоже сложилось не просто так. Сие-ста нужна, чтобы пережить самое жаркое время и не спечься. Днем же надо как-то решать проблему перегрева. В саванне (а дело происходит в Африке близко к экватору) солнышко печет прямо в макушку, так что двуногий примат нагревается гораздо меньше четвероногого, под солнечные лучи попадают только его голова и плечи, а не вся спина. Ту же сложность можно так же эффективно преодолеть с помощью потения. Обезьяны, конечно, потеют и в лесу на деревьях, но без особого фанатизма, а в саванне это становится важным процессом. Но из-за пота слипается шерсть, а суточные перепады температуры в саванне бывают весьма ощутимыми; мокрая шерсть по ночам может привести к переохлаждению и простуде. Поэтому шерсть катастрофически укорачивается; сколь-нибудь существенное оволошение остается только на макушке, где припекает солнце, да на подмышках и в паху – для концентрации запаха. Редукция же шерсти создает новую сложность. В тропическом лесу длинная шерсть выполняет у обезьян две функции: во-первых, защищает от почти ежедневных дождей, а во-вторых, за нее цепляются детеныши. В саванне дожди идут только во влажный сезон, так что первое назначение шерсти теряет смысл. Со вторым сложнее. Хватательный рефлекс прекрасно сохранился и у современных детишек, это прекрасно известно всем родителям, у которых ненаглядные чада регулярно выщипывают клочки волос своими цепкими ручонками. Однако на волосах головы ребенка далеко не унесешь. Логично, что проще всего нянчить беспомощных малюток на руках. К этому добавляются те же факторы, что уже рассмотрены выше в социальной концепции: матери становятся медлительными и уяз-

вимыми, тем более что саванна не лес, спасительные деревья тут растут далеко не на каждом шагу, добежать до них с ребенком на руках непросто. Опять же самцы должны кормить и защищать самок, опять же двуногим существам делать это гораздо проще.

Минусом гипотезы возникновения прямохождения в результате миоценового похолодания является факт, что некоторые из древнейших известных прямоходящих приматов жили в тропических лесах, а из современных приматов живущие в дождевых тропических лесах бонобо очень часто прибегают к прямохождению. Впрочем, палеоэкологические реконструкции – что дышло, какие данные учесть, то и вышло.

Кстати, о пейзажах...

Одно из новейших исследований на эту тему, видимо, дает самую достоверную и масштабную картину (Cerling et al., 2011b). Изучение 1300 образцов ископаемой почвы из всех основных восточноафриканских местонахождений за последние 6 млн лет на предмет соотношения изотопов углерода показало, что *Ardipithecus ramidus* жили в весьма открытых местообитаниях, где кроны деревьев закрывали менее 60 %, скорее 20–40 % земли, а то и меньше. Иначе говоря, передвигаться только по ветвям в таком “парке” уже никак не получалось. Правда, ардипитеки держались, видимо, самых лесистых мест, но “самые лесистые” все же были далеко не такими густыми, как им, может быть, хотелось, а островки деревьев окружала и вовсе открытая саванна. Крайне интересно, что после 4 млн лет леса снова стали наступать, так что ключевой вид так называемых грацильных австралопитеков – *Australopithecus afarensis* – жил в более густых зарослях с покрытием кронами 40–60 %. Около 3 млн лет назад начинается новое сокращение лесов, так что первым представителям нашего рода *Номо* надо было опять осваиваться в саваннах.

Однако не всех исследователей удовлетворяют доводы “саванной” концепции.

“Гипотеза водной обезьяны” рисует совсем иную картину. Очень подробно ее разрабатывал, например, Я. Линдблад (Линдблад, 1991). Согласно ей, к прямохождению предков человека подтолкнули сложности жизни рядом с водой. Нельзя не признать, что в умеренном варианте “гипотеза водной обезьяны” имеет много сильных моментов. Действительно, находки восточноафриканских австралопитеков почти всегда обнаруживаются в водных отложениях, вероятно, они обитали недалеко от рек и озер и добывали в воде часть своего пропитания (впрочем, это может значить только то, что тут они просто хорошо сохранялись; кости ардипитеков и южноафриканских форм нашли свой покой в сухих местах). Древние гоминиды могли вставать на задние ноги, чтобы переправляться через водные преграды; примеры подобного поведения мы видим среди обезьян-носачей и горилл. В строении человека есть ряд признаков, свидетельствующих о значительной адаптации человека к плаванию и нырянию, в отличие от орангутанов, горилл и шимпанзе: положение волос на теле по направлению от макушки к ногам – по течению воды при нырянии, ориентация ноздрей вниз – для сохранения воздуха в носовой полости, способность задерживать дыхание, редуцированный волосяной покров на теле, неэкономное расходование воды организмом, что крайне нетипично для животных саванны, небольшие перепонки между пальцами. В конце концов, человек просто не боится воды, а многие жить не могут без купания! Это сильные стороны “водной гипотезы”. Проблема в том, что в крайнем варианте ее сторонников заносит чересчур далеко, вплоть до утверждений о происхождении человека от дельфинов или миллионах лет питания икрой, яйцами птиц, моллюсками и рыбой. “Водная гипотеза” –

классический пример идеи, “в которой что-то есть”; она многократно подвергалась критике с разных сторон и в целом хуже согласуется с фактами, чем другие концепции, но некоторые ее положения нельзя игнорировать (например: Langdon, 1997).

Подводя итог, очевидно, что прямохождение возникло не по одной какой-то причине, а под воздействием целого комплекса условий и предпосылок.

Интересные параллели и аналогии человеческому прямохождению можно наблюдать среди многих современных обезьян. Лемуры-сифаки и гиббоны, будучи крайними древолазами, по земле передвигаются на двух ногах, ибо их руки уже не годятся для опоры о землю. Сифаки при этом скачут боком приставными шагами или подобно кенгуру. Мартышки-гусары и павианы, живущие в саванне, часто приподнимаются на задние ноги, чтобы сориентироваться или высмотреть опасность. Калимантанские обезьяны-носачи, обитающие в прибрежных мангровых зарослях, переходят затопленные участки на задних ногах, держа передние над водой, хотя группы, живущие в глубине острова, вообще никогда не слезают с деревьев. Похоже ведут себя гориллы в заболоченных джунглях долины Конго в Западной Африке: на сочных лугах, где нет деревьев, разрастаются травы, на них пасутся слоны и карликовые лесные буйволы. Гориллы же, как бы они ни были велики, встав на четвереньки, рискуют погрузиться в эти травы до ушей, а потому они часами ходят на двух ногах.

Интересно, что двуногость неоднократно возникала не только в самых разных группах животных – от динозавров и птиц до кенгуру и тушканчиков, – но и среди приматов. Так, из итальянских угольных шахт в Тоскане известны скелеты своеобразных обезьян *Oreopithecus bambolii*. Они удивительно хорошо были приспособлены для ходьбы на задних ногах, удобной в уникальном ландшафте – заболоченных кустарниковых зарослях, по которым ореопитеки передвигались, придерживаясь руками за нависавшие над топью ветви.

Итак, прямохождение возникло около 7 млн лет назад, но еще долго отличалось от современного варианта. Походка австралопитеков, вероятно, была несколько семенящей, с маленькой длиной шага. Некоторые австралопитеки и даже *Homo habilis* использовали и другие виды передвижения – лазание по деревьям, а некоторые, возможно, и хождение с опорой на фаланги пальцев рук. Полностью современным прямохождение стало только около 1,5 млн лет назад.

Рука, приспособленная к использованию и изготовлению орудий

Рука человека заметно отличается от руки обезьяны. Морфологические признаки рабочей руки не являются вполне надежными, в немалой степени оттого, что определить их по скелету не так уж легко: мышцы на кисти крепятся часто на фасции и хрящи, а на костях могут не оставлять никаких следов. Кроме того, одно из главных препятствий – плохая сохранность и фрагментарность находок. Кости кисти невелики, даже если они сохраняются в отложениях, их еще надо суметь найти. Но нет таких крепостей, какие не брали бы палеоантропологи! Поэтому можно выделить следующий трудовой комплекс.

Сильное запястье определяется шириной относительно пясти. У австралопитеков, начиная с *Ardipithecus ramidus* и *Australopithecus anamensis*, строение запястья промежуточное между обезьянами и человеком. Почти современный вариант наблюдается у *Homo habilis* 1,8 млн лет назад. У человека по сравнению с другими обезьянами резко увеличена головчатая кость, расположенная более-менее в центре запястья, к которой крепится третья пястная, которая, в свою очередь, является основанием среднего пальца.

Большой палец человеческой кисти удлиннен и противопоставлен остальным. В немалой степени благодаря этому человек способен выполнять точечный захват, то есть сводить все пальцы в одну точку или прикоснуться большим пальцем к любому другому (строго говоря, к точечному захвату способны и макаки, но они пользуются им редко). Это обеспечивается седловидной формой сустава между первой пястной костью и костью-трапецией. Первая пястная кость работает при этом фактически как еще одна фаланга, из-за седловидности сустава она может двигаться только в двух направлениях, не проворачивается, а как бы застревает в нужном человеку положении, позволяет удерживать тяжелые предметы без лишних усилий. У гориллы, скажем, этот же сустав потенциально может вращаться, но его фиксируют мощнейшие мышцы, что по-своему удобно, но резко снижает точность движений.

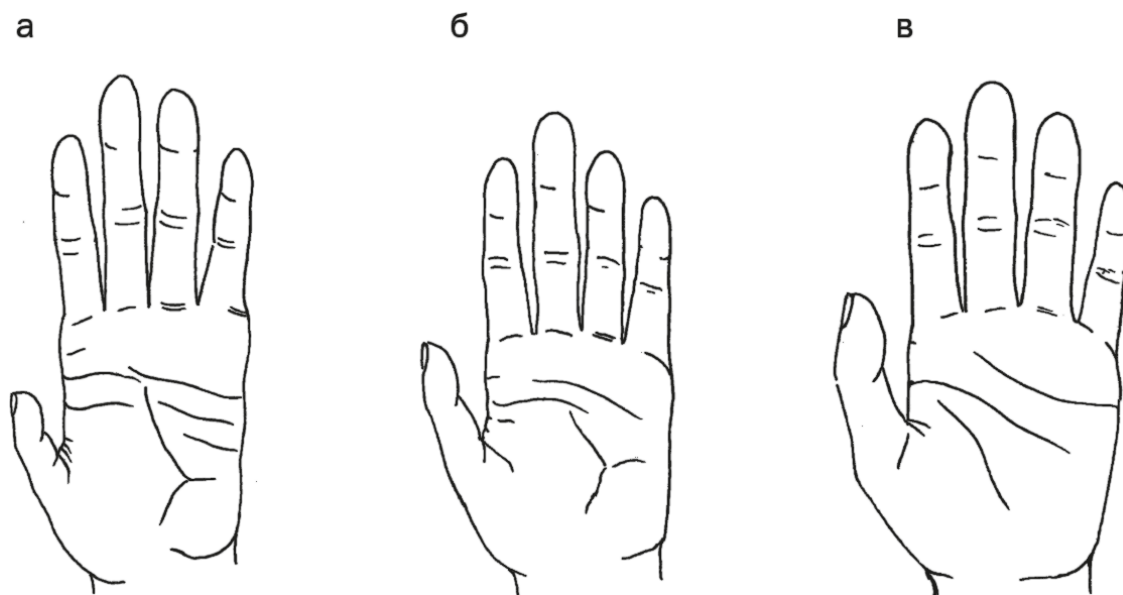


Рис. 4. Кисть шимпанзе (а), австралопитека (б) и человека (в).

Противопоставлять большой палец могли уже *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus afarensis* и *Australopithecus africanus*, хотя его длина у них была пока еще заметно меньшей, чем у нас. Противопоставление было полностью развито у *Paranthropus robustus* и *Homo habilis* 1,8 миллиона лет назад. Любопытно, что неандертальцы Европы в гораздо более поздние времена имели не седловидную форму первого запястно-пястного сустава, а плоскую или шаровидную. Раньше это расценивалось как их примитивный признак, но теперь ясно, что дело в специализации.

Кстати, об игуанодонах...

Юрские и меловые птицетазовые динозавры-орнитомимиды игуанодонтиды *Iguanodontidae* имели своеобразное строение кисти. Большой палец у них превратился в здоровенный шип, которым можно было пырнуть хищника, три следующих несли копыта для опоры, а вот мизинец был тонким, длинным и, как предполагалось раньше, противопоставлялся остальным. Долгое время палеонтологи считали, что игуанодонтиды могли ухватывать им ветви растений и притягивать их ко рту (сейчас от этой идеи отказались). Эх, если бы не примитивный мозг размером с батарейку – какие

перспективы открывались! Но прогресс не определяется одним признаком, без комплекса не станешь ни трудолюбивым, ни разумным, ни вечным, разве что добрым...

Широкие, уплощенные и укороченные конечные фаланги пальцев помогают удерживать предметы. У обезьян фаланги обычно длинные и изогнутые, даже при полном распрямлении пальцы оказываются несколько скрючены, чтобы легче было цепляться за ветви.

У древнейших прямоходящих гоминид – *Orrorin*, *Ardipithecus* и *Australopithecus* – форма фаланг была практически строго промежуточной между обезьяньим и человеческим вариантами. Видимо, эти виды могли использовать предметы как орудия, но не изготавливать каменные артефакты. Это логично: с одной стороны, простейшие деревянные орудия могут делать и шимпанзе безо всякой специализации кисти, а двуногие существа со свободными руками должны были развивать подобные способности, с другой – никаких археологических свидетельств орудийной деятельности для времени раньше 3,3 млн лет назад мы не знаем. Очень широкими – подчас даже более расширенными, чем у современного человека, – фаланги были у *Paranthropus robustus*, *Homo habilis* и всех более поздних гоминид. Не факт, что этот признак всегда связан с орудийной деятельностью. Например, южноафриканские парантропы по расширенности фаланг даже обгоняли “людей умелых”, хотя останки парантропов обычно залегают в слоях, не содержащих орудий, а нашим предком был все же *Homo habilis*.

Трудовая кисть в целом сформировалась около 1,5 млн лет назад. Весьма примечательно, что древнейшие известные каменные орудия обнаруживаются более чем за 1,5 млн лет до появления трудовой кисти. Иначе говоря, из трех с лишним млн лет трудовой деятельности более половины срока кисть еще не была приспособлена к труду. Очевидно, это время понадобилось для работы отбора. Надо думать, на первых порах отбор по строению кисти был очень слабым, поскольку вряд ли жизнь тогда сильно зависела от использования орудий, австралопитеки вполне могли обойтись и без них. Но те, кто использовал булыжники для раскалывания орехов или соскабливания мяса с костей, оказывались в среднем чуть более успешными. Не исключено, что тут поработали и факторы престижа, поскольку дележ мясом у современных шимпанзе – статусное занятие. Кто умел быстрее отделить мясо от туши, мог и сам наестся, и других оделить, получив через это почет, уважение и более высокий ранг, а стало быть – шанс оставить больше потомков. Впрочем, тут нам приходится больше сочинять, строго доказать мы этого не можем, а предполагаем, исходя из наблюдений за шимпанзе.

Орудия используют разные приматы, но специфика человека в том, что только он *не может* полноценно существовать без орудий. Это наша специализация, в омут которой первыми угодили хабилисы и эргастеры, и на этом месте стоит задуматься, ведь избыточная специализация ведет в тупик...

Пястная кость из Каитио: умелая ручка первого пролетария

Кисть “людей умелых” была почти совсем, но еще не совсем трудовой, поскольку имела и некоторые обезьяньи черты. К тому же от кисти хабилисы ОН 7 сохранились далеко не все элементы. До самого недавнего времени в летописи гоминид оставался досадный пробел – для полного счастья антропологам остро не хватало кистей преархантропов и архантропов. Потому важной находкой явилась третья пястная кость KNM-WT 51260, найденная в Западной Туркане, в местонахождении Каитио

(Ward et al., 2014). Датировка ее – 1,42 млн лет назад, то есть время перехода от *Homo ergaster* к *Homo erectus*. Кость сохранилась отлично, даже идеально. Казалось бы – невелика кость, но сколько ценной информации она несет! Самый важный признак – развитие шиловидного отростка. Этот треугольный выступ на основании кости направлен в сторону запястья. Он соединяется с похожим отростком на основании второй пястной кости, а вместе они входят в зазор между трапецевидной и головчатой костями запястья. Смысл такой конструкции – укрепление запястно-пястного сустава. Третья пястная кость при этом становится центральной опорой всей кисти, а весь средний луч (пястная с пальцем) оказывается достаточно жестко заклинен и минимально подвижен в стороны. Такой кистью, может, не так удобно хвататься за ветки, где нужны более свободные боковые движения при раскачивании, но очень хорошо удерживать что-то тяжелое более-менее неподвижно.

Неспроста у человекообразных обезьян, афарских австралопитеков и седиб шиловидного отростка третьей пястной кости нет, а у неандертальцев и современных людей он велик. К сожалению, на кисти *Homo habilis* ОН 7 третья пястная не сохранилась, зато есть вторая, а на ней отросток, долженствующий соединяться с шиловидным третьей, развит очень слабо, в противоположность человеческому варианту. Можно предположить, что хабилис ОН 7 имел почти обезьяний вариант строения основания III пястной кости.

Таким образом, “человек работающий” имел “трудовую кисть” – закономерно и логично. Более того, он приобрел ее впервые, даже “человек умелый” был в сравнении с трудягой жалким неумехой (не в пору ли переименовать его в “человека неумелого”?!). Неспроста, видимо, *Homo ergaster* смог усовершенствовать галечные орудия до ашельских. Дело не только в развитии мозга, как обычно считается. Своими мозолистыми ручищами этот человечище не мог уже так ловко хвататься за сучья, как его недавние предки, но ему это было и не надо. Взамен он приобрел способность крепко и уверенно держать в руке булыжник – оружие трудового человека. Минула пора, когда надо было спасаться от хищников в кронах, пришло время уже самим хищникам поджать хвосты и бежать от вооруженного человека. Торжество прогресса в действии! Заря пролетариата!

Но: язвительная натура антрополога не позволяет за здорово живешь согласиться даже со столь простыми, наглядными и логичными выводами. Чутье подсказывает, что наверняка не все так просто. И что же: недолго порыскав по закромам, мы обнаруживаем, что гораздо большего размера шиловидный отросток III пястной имеется у гориллы! Конечно, очевидно, что у этой гигантской обезьяны кисть укреплена для поддержания огромного веса при хождении с опорой на фаланги пальцев, а к трудовому процессу никоим образом не причастна, тогда как эргастер не бегал на четвереньках. Однако гориллий феномен лишний раз показывает, что схожие структуры могут возникать независимо и по разным поводам и иногда не стоит спешить с глубокомысленными заключениями и широкими обобщениями на основании одной лишь черты строения.

А антропологам и палеонтологам, работающим в Африке, пожелаем найти не только пястную кость, но и целую руку, крепко сжимающую для пущей убедительности ашельское рубило.

Мозг

Мозг современного человека сильно отличается от мозга человекообразных обезьян по размерам, форме, строению и функциям, однако, сколь бы ни был высокоразвит он у нас, непреодолимой преграды с другими приматами все же нет, и среди ископаемых форм можно найти множество переходных вариантов.

Однако изучать мозг трудно. Современный устроен чрезвычайно сложно – сложнее, чем что-либо еще во всей Вселенной. А ископаемый нам недоступен. Поэтому антропологи вынуждены исследовать эндокраны – слепки внутренней полости мозговой коробки. Специальные исследования показали, что общая форма при этом сохраняется, хотя размеры эндокрана несколько больше размеров самого мозга, а борозды и извилины практически не прослеживаются. Однако отпечатки венозных синусов и швов черепа делают возможным разграничить доли, а во взаимном расположении артерий и извилин мозга есть несколько закономерностей, которые позволяют прикинуть ход по крайней мере основных борозд. По данным палеогенетики, в ближайшем будущем будет возможно оценить и внутреннее строение мозга как минимум неандертальцев и денисовцев, но пока в этом направлении делаются лишь робкие первые шаги.

Типичные признаки мозга человека следующие.

Большие общие размеры мозга надежно отличают современного человека от приматов. Существует даже понятие “мозгового рубикона”, он обычно определяется около 700–800 граммов или кубических сантиметров (плотность мозга едва превышает единицу – 1,038–1,041 г/см³, так что измерение объема и массы дает почти одинаковые цифры). “Мозговой рубикон” символизирует сразу три важные границы: во-первых, он разделяет современных людей и обезьян; во-вторых, нормальных людей и микроцефалов – индивидов с патологически уменьшенным мозгом; в-третьих, ископаемых предков человека, еще не умевших изготавливать каменные орудия труда – австралопитеков, – и тех, кто уже был на это способен – “людей умелых”. Правда, все три границы неидеальны, но тенденции очень сильные.

Так, наименьший из достоверных размеров мозга психически нормального человека (46-летнего мужчины-европейца) – 680 г, а наибольший объем мозга гориллы – 752 см³. Понятно, что здоровенный самец гориллы не был интеллектуальнее того европейца, жившего всю жизнь спокойно обычной жизнью и не знавшего о своем рекордсменском статусе. Строение все же имеет значение. Также нет резкой границы между *Australopithecus* и *Homo*: так, у грацильных австралопитеков максимум достигает 500–550 см³, а у “людей умелых” минимум – 450–500 см³. Собственно, было бы странно, если бы между ними обнаружился резкий разрыв значений. Но австралопитеки каменных орудий почти никогда не делали, а хабилисы – вполне и даже зависели от них.

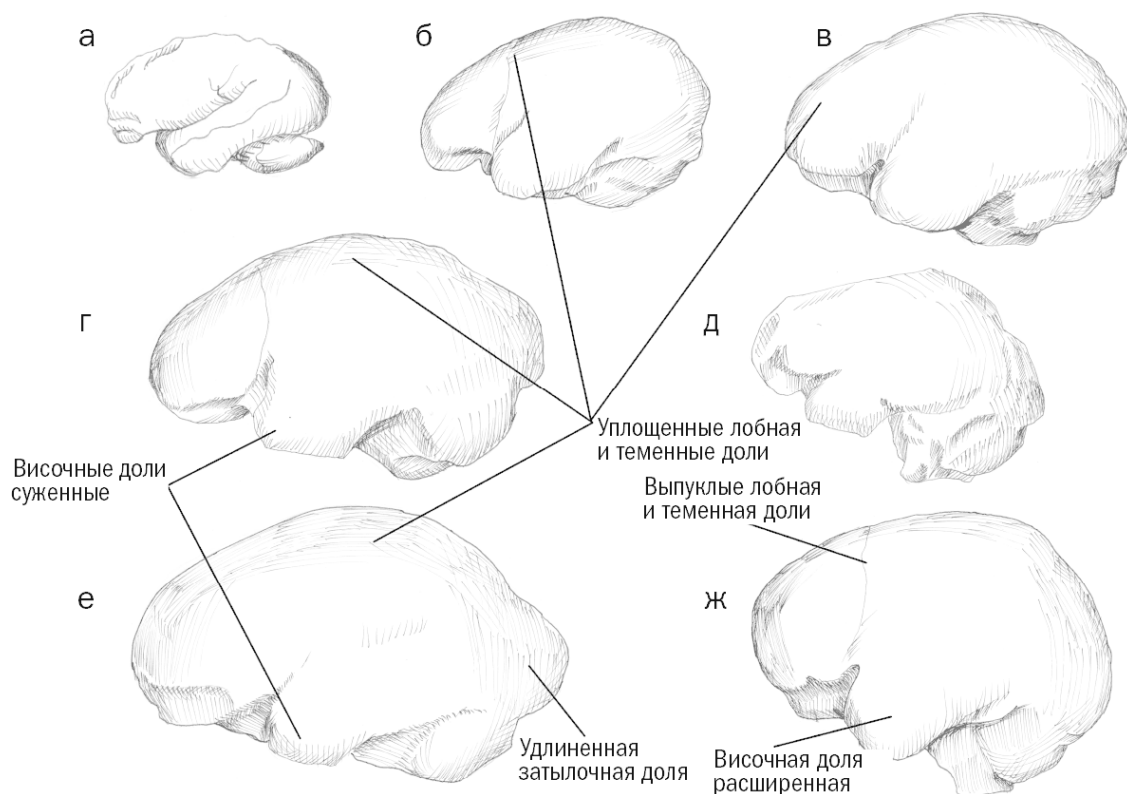


Рис. 5. Мозг шимпанзе (а), австралопитека (б), хабилиса (в), эректуса (г), хоббита (д), неандертальца (е) и человека (ж).

Заметным исключением из общей картины является “хоббит” – *Homo floresiensis*, живший в Индонезии по геологическим меркам еще совсем недавно, 50 тыс. лет назад. Его объем мозга – 426 см³ – почти в два раза меньше “мозгового рубикона”, что не мешало ему изготавливать каменные орудия труда. Видимо, тут дело в истории вида. “Хоббиты” возникли из гораздо более мозговитых – в среднем больше 900 см³ – *Homo erectus* и за без малого миллион лет эндемичной эволюции на Флоресе катастрофически уменьшились в размерах как всего тела, так и головы. Однако убыль мозга шла, видимо, неравномерно, за счет “лишних” участков – тех, что оказались неактуальны при жизни на уединенном острове при отсутствии конкуренции и минимуме хищников. Самые же важные участки, ответственные в числе прочего за орудийную деятельность, очевидно, сохранялись. Можно привести аналогию с собаками: мастифы или сенбернары не интеллектуальнее чихуахуа или той-терьеров, но размеры их мозгов различаются более чем в три раза – 140 против 45 г. Мозг волка еще крупнее, чем у самого выдающегося волкодава. Очевидно, что катастрофическое уменьшение размеров далеко не столь радикально сказалось на функциях. А вот если бы мозг волка изначально был как сейчас у чихуахуа, то столь сообразительными они вряд ли могли бы стать.

Размеры мозга в ходе эволюции менялись неравномерно. От проконсулов до шимпанзе и австралопитеков они мало изменились и составляли примерно 320–550 см³. У первых *Homo* порядка 2 млн лет назад мозг заметно подрос, но после, вероятно, опять несколько уменьшился. В целом же в дальнейшем происходил бурный рост величины вплоть до современных значений. *Homo ergaster* достигли “мозгового рубикона”, а у *Homo heidelbergensis* средний размер мозга был уже почти современным (на сотню граммов меньше, чем в среднем по сапиенсам, но как у некоторых нынешних популяций). Неандертальцы обладали очень большим мозгом, а первые кроманьонцы превзошли и их.

Причины резкого увеличения объема мозга у “ранних *Homo*” кроются в изменениях диеты. Последние, в свою очередь, явились следствием перемен экологии. Около 3 млн лет

назад климат в очередной раз стал суше, а местообитания открытее. Многие представители мегафауны, более зависимые от воды и обильной растительности, вымерли, что привело к исчезновению и многих крупных хищников – саблезубых тигров и их неизбежных спутников – гигантских гиен-пахикрокут. Временно освободившуюся нишу падальщиков и хищников поспешили занять предки нынешних гиен, шакалов и леопардов (древнейшие леопарды известны как раз около 2 млн лет назад). Туда же устремились грацильные австралопитеки, теснимые из привычной экологической ниши собирателей семян гигантскими геладами. С мелкими падальщиками наши предки уже вполне могли конкурировать. Предыдущие миллионы лет жизни в саванне закалили австралопитеков, тем более что и прежде они были тоже не абсолютными вегетарианцами, если судить по приматам вообще и шимпанзе в частности.

Питание мясом привело к ряду заметных изменений в строении тела и поведении. Известно, что добывание мяса требует больших интеллектуальных усилий, чем растительное существование. Травя не сопротивляется и не прячется, а мясо обычно не хочет, чтобы его съели, – убегает, лягается и всячески активно избегает хищника. К тому же мясо гораздо более калорийно, чем фрукты и тем более листья растений. Чтобы наесться, надо съесть немножко мяса или целый день жевать растения. Неспроста хищники большую часть времени проводят в отдыхе, а травоядные постоянно жуют. Кроме того, растительная клетка имеет целлюлозную клеточную стенку, которую тоже надо разрушать – жевать, жевать и жевать, стирая зубы и напрягая челюсти. Мясо же есть намного проще. Поэтому жевательный и вообще пищеварительный аппарат мясоедов всегда меньше, чем растительноядных существ, а интеллект – выше. С эволюционной точки зрения вегетарианство – не путь к успеху; впрочем, и специализированными хищниками наши предки не были, оставшись всеядными.

Поскольку жевать надо было меньше, зубочелюстной аппарат уменьшался, а вслед за ним ослабевал рельеф черепа в виде костных гребней, служащих для прикрепления жевательных мышц. Происходило это не оттого, что маленькие челюсти были полезнее, а потому, что перестали быть вредными: теперь индивиды с маленькими челюстями не страдали от голода и спокойно выживали. Снижение биомеханического стресса привело к уменьшению толщины стенок черепа, а стало быть – массы головы. Поскольку плотность кости вдвое превосходит плотность мозга, открылись небывалые возможности для роста последнего: когда кость уменьшалась на один кубический сантиметр, мозг мог вырасти на два с сохранением общей массы головы и без усиления шейных мышц, поддерживающих голову. То есть кость уменьшалась немножко, а мозги пухли как на дрожжах! Эти изменения мы и наблюдаем: у разных видов австралопитеков масса мозга практически не менялась в течение нескольких миллионов лет, но с момента 2,5 млн лет у группы “ранних *Homo*” начала резко увеличиваться.

Возникали, конечно, и проблемы: более древние предки не были специализированными мясоедами, они не имели природных средств для охоты – больших когтей или клыков. Но они уже наверняка периодически использовали орудия труда (точно мы не можем это утверждать, но шимпанзе используют, а австралопитеки находились в более располагающих для этого условиях). Для охоты и срезания мяса с костей они стали использовать каменные чопперы. Многочисленные следы орудий на костях, частью поверх следов зубов хищников, свидетельствуют об активном использовании “ранними *Homo*” падали. Кстати, стоит помнить, что в африканских условиях понятие падали не так страшно, как это может представлять северный человек: туша погибшего животного часа за два уничтожается до костей гиенами, грифами, марабу и прочими любителями, так что мясо там всегда первой свежести. Иногда, напротив, следы зубов хищников обнаруживаются поверх следов орудий, так что наши пращуры были не чужды и активной охоты.

Второй сложностью были конкуренты. Хотя крупные хищники временно исчезли, мелкие никуда не делись, а при росте австралопитеков и “ранних *Номо*” от метра до полутора даже шакал выглядит вызывающе. Приходилось бороться с ненасытными антагонистами, что опять же способствовало социализации и развитию орудийной деятельности.

Таким образом, питание мясом давало потенциал роста мозга и оно же настоятельно требовало увеличить и усложнить нервную систему: люди смогли есть мясо, его калорийность позволяла уменьшить челюсти, уменьшение челюстей позволяло увеличить мозг, а добывание мяса побуждало увеличение мозга. Что и произошло. Трудно сказать, что тут было причиной, а что следствием: одно вызывало другое, а обратная связь усиливала проявление первого. Получилось как в известной байке про козу и дом, и даже лучше – тост из “Кавказской пленницы” реализовался за два миллиона лет до появления этого замечательного фильма: возможность чудесным образом совпала с необходимостью и реализовалась в выдающемся результате.

Одновременно происходили и структурные перестройки нервной системы. Несомненно, это было вызвано вторым важнейшим следствием перехода к мясоедению – преобразованием социальной структуры, усилением и усложнением общения между особями. Правда, про эту сторону эволюции нам остается больше догадываться, нежели оперировать фактами.

Приятно, что теоретические выкладки совпадают с наблюдаемыми признаками реальных находок: в палеонтологической летописи мы наблюдаем изменения фауны, в ряду “ранних *Номо*” уменьшаются размеры челюстей и растут размеры мозга, рука становится трудовой, а в слоях появляются многочисленные каменные орудия труда.

Антивеган: первые шаги

В последнее время обсуждение пользы и вреда вегетарианства, сыроедения и прочих стратегий питания стало очень модным. Терабайты забиты дискуссиями на темы, что лучше: есть только капусту с морковкой или можно пить хотя бы молоко, плоха ли диета из одних растений и допустимы ли яйца в рационе. А ведь такие проблемы вставали перед приматами еще миллионы лет назад. Одни стали сугубыми вегетарианцами, как колобусы, другие, напротив, увлеклись насекомыми, как долгопяты. Большинство же представителей нашего отряда придерживаются золотой середины: фруктовый салат они не забывают украшать кузнечиками, яйцами, антилопами и даже ближайшими родственниками.

В человеческой линии переходы от диеты к диете происходили неоднократно. Одним из последних и ключевых достижений наших далеких предков на стадии становления рода *Номо* был переход от преимущественной растительности ко всеядности. Чем больше мяса попадало в желудки пращуров, тем умнее они становились. В целом картина рисуется вполне последовательная: питание мясом выгодно в плане соотношения калорийности и необходимости жевания, но требует напряжения мозгов для добывания упрямой добычи, борьбы с зубастыми конкурентами и – в случае со вчерашними вегетарианцами – некой орудийной деятельности хотя бы для соскабливания мяса с костей.

Картина последовательная в целом. Но...

Доселе в археологии существовал досадный разрыв: древнейшие каменные орудия труда датировались временем около 2,6 млн лет назад (а

то и все 2,7!), а следы этих орудий на костях животных – примерно 1,8 млн лет. Было и несколько исключений, древнейшим из которых числились две обломанные кости из Дикики в Эфиопии с датировкой 3,39 млн лет, царапины на коих были интерпретированы как следы галечных орудий. Впрочем, другие исследователи подвергли это заключение основательной критике. Таким образом, донныне оставалось совершенно непонятным: зачем первые каменных дел мастера кололи свои чопперы? Получается, без малого миллион лет каменные орудия использовались вовсе не для резки бифштеков. Расхождение с вышеизложенной концепцией очевидно. Но на то и наука, чтобы искать ответы на вновь возникающие вопросы. Этим и занялась международная группа исследователей, опубликовавшая результаты своего изыскания в электронном журнале *PLoS ONE* (Ferraro et al., 2013).

Ученые обратили внимание на ряд проблем. Главной из них является малое количество доступного материала. В местонахождениях, образовавшихся во временном интервале 2,6–1,8 млн лет, найдено не так много подходящих для изучения данной проблемы костей животных. А наука, как известно, зиждется на статистике. Другая сложность: длительность формирования отложений. Если она слишком велика, то и выводы будут размытыми. Наконец, всегда остается вопрос: насколько наблюдения в одном конкретном месте отражают общую тенденцию прогресса? Или же мы имеем лишь локальный феномен? Местонахождение Канжера Южная, расположенное на юго-западе Кении, оказалось близко к идеалу во всех указанных отношениях. Здесь было найдено много костей разных видов зверей – счет идет на сотни. Животные преимущественно саванные (антилопы, лошади, свиньи), но встречены и некоторые водные (бегемоты и крокодилы). В целом среда реконструирована как саванна; отсутствие “лишних” экологических вариантов свидетельствует о достаточно узком интервале образования отложений; вместе с тем имеется как минимум три слоя, дающих возможность проследить хронологические изменения и проверить достоверность выводов. Время формирования местонахождения определено достаточно надежно как по фауне (верхнюю границу задают архаичный слон-дейнотерий с примитивной свиньей, а нижнюю – лошадь), так и магнитометрически и составляет примерно 2 млн лет назад. И самое главное: масса костей несет на себе очевидные следы разделывания каменными орудиями!

Следы надрезок имеются на фрагментах, происходящих из всех трех слоев; более того – на 1,9–6,3 % всех антилопных костей конечностей. Это огромный процент, означающий, что каждая пятидесятая или даже шестнадцатая антилопа была съедена гоминидами. Для сравнения, следы зубов хищников имеются на менее чем 17–25 % костей конечностей, притом что хищники представлены, понятно, многими видами. То есть наши предки составляли неслабую конкуренцию когтистым и клыкастым.

Надрезки расположены не где попало, а в определенных местах костей, из чего следует, что охотники выполняли две главные операции: срезание мяса с костей и расчленение суставов. Ели, понятно, преимущественно некрупных животных: надрезки на ребрах имеются на 9,7–12,9 % ребер мелких антилоп и только 5,0–7,5 % среднеразмерных. Исследование

соотношений надрезок и отпечатков звериных зубов – когда они встречены на костях вместе – привело исследователей к выводу, что наиболее вероятен сценарий, по которому первыми потребителями мяса были именно гоминиды, а хищники получали лишь объедки. Этот момент был проверен с особой тщательностью путем сравнения с разными известными вариантами в современной и древней Африке.

Настораживает, правда, тот факт, что среди остатков среднеразмерных антилоп, съеденных гоминидами, преобладают нижние челюсти и черепа, а длинных костей конечностей намного больше, чем кончиков ног, позвонков и ребер. В случае с мелкими антилопами картина иная, там разница по частям скелета не столь очевидна, а преобладают более аппетитные части типа плечевых костей и лопаток. Исследователи предлагают два возможных объяснения. Согласно первому, гоминиды могли относиться к мелким и среднеразмерным антилопам одинаково, но в последующем возникла разница из-за падальщиков, то есть гиены могли сгрызть мелкие части среднеразмерных антилоп. Не очень ясно, правда, почему они тогда игнорировали те же элементы мелких антилоп? Более вероятно, что мелкую антилопу древние охотники легко могли дотащить до обеденного стола и целиком, не тратя время на разделывание, тогда как от более крупных отрезали самые ценные части, оставляя тяжелые, но непитательные копытца на съедение жадным падальщикам. Как видно, особенно ценились головы: следы на внутренней поверхности нижних челюстей и мозговых полостей недвусмысленно указывают, что древние гурманы особенно любили языки и мозги. Наконец, обращает на себя внимание, что среди всех находок преобладают осколки диафизов, причем, судя по некоторым признакам, кололись свежие, а не сухие кости. Логично предположить, что гоминидам пришелся по вкусу и костный мозг.

Как итог: мы можем гордиться своими предками! Находки в Канжере Южной являются древнейшими достоверными и притом массовыми следами хищнического поведения древних гоминид. Они на 200–500 тыс. лет (вдумайтесь в эту цифру!) старше, чем изученные доныне аналогичные археологические комплексы в Олдувае и других местах. Стоит особенно подчеркнуть, что речь идет именно о хищничестве, а не поведении падальщиков. Таким образом, образ Великого Предка – Отважного Охотника (для начала хотя бы и на мелких антилоп, потом дойдет очередь и до слонопотамов!) реабилитирован. Ведь сколь много говорилось (в том числе и автором этих строк) о том, что первые мясоедческие опыты гоминид были сделаны в компании вонючих гиен и трусливых шакалов, а не благородных львов, роскошных леопардов и стремительных гепардов. Теперь можно снова вернуться к эпическому варианту.

Впрочем, между первыми изготовителями каменных орудий и временем гоминид из Канжеры Южной по-прежнему остается как минимум 600 тыс. лет, а то и больше миллиона... Что делали эти люди, как жили? Загадка ждет своего решения... Так что – до новых открытий!

Человек антилопе – лев

Анализ следов жизнедеятельности древнейших людей в Олдувайском ущелье всегда был плодотворным. Ему посвящены уже сотни статей. Много лет исследователи спорят: могли ли первые люди активно гоняться за газелями и антилопами, или же их хватало только на подбирание падали за львами и гиенами? В качестве аргументов приводилось множество наблюдений. В частности, археологи очень тщательно разглядывали царапины на окаменевших костях, пытаясь понять, перекрывают ли следы от орудий отметины зубов хищников или сами перекрываются ими? Но даже в случае, если первичны царапины от чопперов (примитивных каменных орудий), оставалось неясным, поймали наши пращуры зверюшку или нашли уже готовую тушку раньше грифов и гиен? Бесспорной добычей был, правда, один древний еж, на челюсти которого имелись четкие следы отрезания мяса (вряд ли наши предки отважно отбивали его у оскалившейся стаи гиен), но еж – не слон и даже не газель.

Очередная работа археологов пролила свет на способности наших предков к охоте (Bunn et al., 2012). Исследователи определили индивидуальный возраст добытых антилоп и газелей, на костях которых сохранились следы зубов хищников и каменных орудий; кости были найдены в Олдувайском ущелье (конкретнее – в локальном местонахождении FLK Zinj) и имеют датировку около 1,84 млн лет назад. Если бы возраст в обоих случаях оказался одинаковым, это могло значить, что *Homo habilis* подбирали остатки добычи хищников. Однако выяснилось, что картина иная.

Кости мелких антилоп со следами орудий принадлежали только старым самцам. Современные леопарды предпочитают мелких антилоп в расцвете сил. Это ясно свидетельствует в пользу того, что *Homo habilis* не пользовались остатками трапез леопардов. Но тут все же возможны две интерпретации: либо *Homo habilis* ловили старых антилоп потому, что те медленнее бегают, либо находили туши животных, погибших собственной смертью.

Последняя версия, однако, не проходит в случае с крупными антилопами. Охотясь на них, *Homo habilis* выбирали только взрослых, но нестарых особей, тогда как львы ловят животных всех возрастов без разбора. Если бы *Homo habilis* отбивали добычу у львов, в FLK Zinj тоже имелись бы кости крупных видов антилоп всех возрастов. Но, видимо, крупная антилопа вкуснее, когда она средних лет и самого большого размера. Молодые – мелкие, старые – жесткие. Хорошо бы поинтересоваться у современных африканских охотников – так ли оно?

Конечно, новое исследование не может отменить всех предыдущих, в которых неоднократно было показано, что добыча падали и отбивание добычи у хищников занимали немаловажное место в жизни древнейших людей, но, как бы то ни было, всегда приятно осознавать, что наши предки все же были не совсем законченными коллегами гиен, а хоть временами, но сами – ловко и умело – ловили антилоп и газелей. Иначе как бы они стали людьми?

Кстати, о малярии...

Примерно 2,7–2,8 млн лет назад у предков человека произошла и закрепились в популяции мутация одного из генов, поменявшая сиаловые кислоты в составе гликокаликса – надмембранного комплекса эритроцитов (Chou et al., 2002; Varki et Gagneux, 2009). Секрет в том, что молекулы именно этих кислот являются мишенями для малярийных плазмодиев – паразитов, разрушающих эритроциты. Мутация позволила нашим предкам избавиться от малярии, но создала новые проблемы. У всех прочих млекопитающих сиаловые кислоты остались прежними, посему при поедании мяса зверей в человеческом организме возникает пусть несильный, но иммунный ответ. Парадоксальным образом именно в это время предки *Номо* начали есть все больше мяса. Как обычно, понятие пользы и вреда относительно: из двух зол естественный отбор оставил меньшее. Впрочем, около 10 тыс. лет назад плазмодии приспособились – таки к человеческим сиаловым кислотам, появился новый вид *Plasmodium falciparum* (у горилл и шимпанзе свой плазмодий – *Plasmodium reichenowi*, безопасный для человека). Вероятно, плазмодиям помогла скученность и оседлость первых земледельцев и скотоводов. Так что после 2 млн лет отдыха человек вернулся на исходные позиции. Пришлось изобретать серповидно-клеточную анемию, эволюция продолжается...

Мозг рос два миллиона лет. Однако в последние примерно 25 тысяч лет он снова стал уменьшаться.

Глупеем ли мы?

Мозг верхнепалеолитических людей и даже неандертальцев был в среднем заметно больше современного. Средний мозг мужчин поздних неандертальцев по самой низкой оценке имел объем 1460 см³, чаще же приводятся цифры больше 1500 см³ (возможная разница обусловлена составом выборки, неточностями в определении объема мозга у фрагментарных находок и применением разных методов измерения). В верхнем палеолите показатели примерно такие же, около 1500 см³, может, даже большие, чем у палеоантропов. Для современных же мужчин всех рас средний размер равен примерно 1425 см³, а для мужчин и женщин – 1350 см³. Уменьшение мозга началось примерно 25 тыс. лет назад и еще около 10 тыс. лет назад продолжалось вполне ощутимо. Этот факт разные исследователи объясняют по-разному. Одни, особенно гордящиеся собственной разумностью, склонны туманно рассуждать о важности количества и качества межнейронных связей, о соотношении нейронов и нейроглии, о непринципиальности абсолютной массы мозга, об отсутствии корреляции между этой массой и уровнем интеллекта, о различиях массы мозга и объема мозговой полости черепа, о тонкостях методик. Однако о нейронах неандертальцев и кроманьонцев мы ничего не знаем, а о размере мозга – знаем.

Есть и второй вариант: древние люди были умнее нас. Этот вывод обычно удивляет слушателей и ставит в некоторое замешательство. Главных

аргументов “против” два: во-первых, если неандертальцы с кроманьонцами были умнее, почему же они имели более низкую культуру, во-вторых, разве объем мозга жестко связан с интеллектом?

На первое возражение ответить проще. Древние люди жили в гораздо более сложных условиях, чем мы сейчас. К тому же они были универсалами. В одной голове один человек должен был хранить сведения обо всем на свете: как делать все орудия труда, как добыть огонь, как построить жилище, как выследить добычу, как ее поймать, выпотрошить, приготовить, где можно добыть ягоды-корешки, чего есть не следует, как спастись от непогоды, хищников, паразитов, соседей. Помножьте все это на четыре времени года. Да еще добавьте мифологию, предания, сказки и прибаутки. Да необходимость по возможности бесконфликтно общаться с близкими и соседями. Поскольку не было ни специализации, ни письменности, *все* это человек носил в *одной* голове. Понятно, что от обилия такой житейской премудрости голова должна была “пухнуть”. К тому же оперировать всей этой информацией древний человек должен был быстро. Последнее, правда, несколько противоречит большому размеру: чем длиннее и сложнее межнейронные связи, тем дольше идет сигнал. Мозг мухи работает быстрее нашего в немалой степени из-за своего мизерного размера. Но и задачи у мушиного мозга попроще человеческих.

Современная жизнь резко отличается от палеолитической. Сейчас человек получает все готовое: и пищу, и вещи, и информацию. Крайне мало современных цивилизованных людей способны сделать какое-либо орудие труда из природных материалов. В лучшем случае человек комбинирует уже готовые элементы, например, прилаживает лезвие топора на топорнице. Но он не изготавливает топор с самого начала – от добычи руды и срубания палки для топорница (тем более срубания орудием, лично изготовленным). Современный человек дров не носил, палок не пилил, руды не копал, железо не ковал – вот и нет ему ничего в смысле мозгов. Специализация – это не проблема XX века, как часто приходится слышать. Она появилась еще в раннем неолите, с первым большим урожаем, позволившем кормить людей, занимающихся не добычей еды, а чем-то еще. Появились гончары, ткачи, писцы, сказители и прочие специалисты. Одни стали уметь дрова рубить, другие – печь топить, третьи – кашу варить. Цивилизация сделала мощнейший рывок вперед, и количество общей информации сказочно выросло, но в голове каждого отдельного человека знаний заметно поубавилось. Цивилизация столь сложна, что один человек в принципе не может уместить в голове даже малой части общей информации – обычно он и не пытается, ему и не надо. Роль винтика устраивает подавляющее большинство цивилизованных людей.

В окружении множества людей не так страшно что-то забыть или вообще не знать. Всегда есть возможность научиться у знатока, скопировать, подсмотреть, украсть мысль (что и было сделано автором этих строк, в чем он честно признается: мысль о воровстве мыслей сворована). Подражание – одно из любимых занятий обезьян, неспроста существует слово “обезьянничать”. Многочисленное постнеолитическое общество вкупе с повышенными способностями к обучению дает для этого широчайшие возможности, гораздо более богатые, чем есть у обезьян (собственно, вместо “обезьянничать” лучше бы говорить “человечничать”).

Когда большинство людей могут жить годами, не особо напрягая интеллект, отбор на разумность оказывается ослаблен. Это не значит, что миром серых посредственностей правят некие выдающиеся гении или что мы обречены на тотальное поглупение. Просто интеллект распределяется по всему коллективу.

Древний человек до всего доходил своим умом. При этом возможности обучения у него были минимальны. Продолжительность жизни была мала, отчего умудренных опытом стариков, да еще с педагогическим даром, было катастрофически мало. Вообще людей в группе было немного. Посему многие вещи приходилось постигать на личном опыте, причем очень быстро, да еще без права на ошибку.

Сейчас же каждого сапиенса с рождения окружают толпы специально выдрессированных лекторов, наперегонки спешащих поведать обо всех тайнах мироздания (в которых, как правило, сами ориентируются только с надежной картой в виде статей, монографий и баз данных, накопленных долгими предшествующими поколениями).

Современный человек берет нусом – коллективным разумом. У кроманьонцев нус не дорос, так что каждому приходилось работать своими мозгами. С усилением же специализации можно спокойно жить и с маленькой головой, это не критично. Пропал стабилизирующий отбор на крупные мозги, и генофонд стал разбавляться “малоголовыми генами”.

А при всем при том мозг – энергетически жутко затратная штука. Большой мозг пожирает огромное количество энергии. Неспроста палеолитические люди часто имели мощное телосложение – им надо было усиленно кормить свой могучий разум, благо еще не истощенная среда со стадами мамонтов и бизонов позволяла. С неолита отбор пошел на уменьшение размера мозга. Углеводная диета земледельцев позволяла неограниченно плодиться, но не кормить большие тело и мозг. Выигрывали индивиды с меньшими габаритами, но повышенной плодовитостью. У скотоводов с калорийностью пищи дело обстояло получше. Неспроста в бронзовом веке размеры тела увеличились, а современный групповой рекорд величины мозга принадлежит монголам, бурятам и казахам. Но жизнь скотовода несравненно стабильнее и проще, чем у охотника-собирателя; да и специализация имеется, плюс возможность грабить земледельцев позволяет не напрягать интеллект. Все скотоводческие культуры зависят от соседних земледельческих. Посему размер мозга уменьшался почти у всех на планете.

У многих на этом месте возникнет закономерный вопрос: почему же у современных охотников-собирателей объем мозга практически всегда очень мал? Австралийские аборигены, ведды, бушмены, пигмеи, андаманцы и прочие семанги – все как один имеют наименьшие значения размеров головы в мировом масштабе. Выходит, у них мозг уменьшался быстрее, чем у земледельцев и скотоводов. Неужели их жизнь стала настолько проще палеолитической, позволив не так сильно напрягать интеллект? Думается, есть разные причины особо активной редукции мозга именно среди охотников-собирателей.

Во-первых, технический и культурный прогресс шел во всех группах людей. Жизнь австралийских аборигенов XIX века – не то же самое, что жизнь их предков 30 тыс. лет назад. За минувшие тысячелетия появились бумеранги, микролиты, собаки динго. Жизнь

стала лучше, жизнь стала веселее! А подавляющее большинство других охотничье-собирательских сообществ жило в контакте с культурами производящего хозяйства. Бушмены, семанги и эвенки использовали железные наконечники стрел и копий, выменивали ткани и посуду у окружающих земледельцев-ремесленников. Вездесущая глобализация затрагивала охотников-собирателей, хотя бы и крайне слабо. Технологические задачи, стоящие перед многими современными охотниками, по всей вероятности, не так сложны, как те, что решали люди палеолита. Конечно, эта причина далеко не достаточна.

Вторая, куда более серьезная причина резкого уменьшения мозга у охотников-собирателей – ухудшение условий их жизни. В палеолите такой образ жизни вели все, стало быть, плотность населения и конкуренция были минимальны, нагрузка на окружающую среду тоже была весьма слабой. Стада непуганых бизонов покрывали степи до горизонта, низкий уровень технологий не позволял извести их всех, но давал вполне достаточно пищи для поддержания большого тела и мозга. Нельзя сказать, что палеолит был золотым веком. Жизнь была тяжела и регулярно голодна. Но в целом, надо думать, неандертальцам и кроманьонцам жилось сытнее, чем нынешним бушменам в Калахари. Причина очевидна. Современные охотники-собиратели оттеснены земледельцами и скотоводами в самые неблагоприятные места. Все плодородные места в первую очередь были распаханы или заселены овцами. Охотники сохранились лишь на самых бедных окраинах, где самые тяжелые условия выживания и мало еды, которую к тому же трудно достать. В этом отношении показательно, что скелеты наиболее вероятных предков бушменов найдены не в Калахари или Намибе, а в пещерах южного побережья Африки. Останки древнейших австралийцев покоятся не в песках пустыни Виктории, а в самой плодородной юго-восточной части континента. Со временем пищи становилось меньше. Где-то – как в Австралии – ее за тысячи лет извели сами же охотники, где-то – в большинстве прочих мест – им помогли земледельцы и скотоводы.

Мало еды – мало возможностей для поддержания большого мозга. Неспроста современные охотники почти всегда имеют и очень малые размеры тела, и весьма субтильное телосложение, даже близко не сравнимое с неандертальским. В свете всего этого закономерно, что с появлением производящего хозяйства размер мозга угнетаемых охотников-собирателей стал резко уменьшаться. Верхнепалеолитический рай закончился.

Такая вот диалектика: технологический процесс улучшил жизнь, а рост населения и истощение ресурсов – ухудшили. И оба процесса вели к уменьшению мозга.

Кстати, об осах...

Уровень развития социума и размер мозга – взаимосвязанные вещи. Среди приматов есть четкая зависимость: чем больше особей в группе, тем крупнее мозг (Gowlett et al., 2012). Конечно, корреляция эта выявляется при сравнении видов, а не отдельных популяций. На этом основании была построена целая концепция “социального мозга”: дескать, сей

замечательный орган увеличивался у предков человека главным образом для общения с себе подобными, а вовсе не для преодоления жизненных невзгод.

Однако не все так однозначно. С появлением производящего хозяйства размер групп людей вырос на порядки, но мозги почему-то не ответили на это симметричным привесом. Может, взаимосвязь социальности и мозговитости не такая уж прямая, а скорее волнообразная? Возможно, социальность обезьян – совсем не та социальность, просто она еще не достигла того счастливого уровня, когда коллективный разум начинает избавлять индивида от надобности думать?

Возможно, стоит поискать более продвинутых в общественном смысле животных, чем макаки и шимпанзе? И вот пожалуйста: среди ос размер грибовидных тел – аналога коры головного мозга у позвоночных – обратно пропорционален их социальности (O'Donnell et al., 2015). Одиночные осы оказались однозначно самыми мозговитыми. Может, это повод задуматься о нашем будущем?

Во всех вышеприведенных рассуждениях одним из ключевых моментов является предположение о связи размера мозга с его функциональными возможностями. Тут стоит сделать подробное уточнение. Размер мозга напрямую не коррелирует с интеллектом в пределах вида. В рамках вида *Homo sapiens* размер мозга связан с размерами тела и качеством питания (отчего во многих странах в последние десятилетия наблюдается увеличение массы мозга – есть стали лучше, вот и подросли малость), а интеллект в основном зависит не от размера мозга (тем более что объем мозга процентов на 40 определяется глиальной тканью, а не нейронами; глия, конечно, тоже нужна, так как обеспечивает работоспособность нейронов, но не в ней происходят нервные процессы), и даже не от числа нейронов (ведь при увеличении размеров тела прежде всего будет увеличиваться число двигательных или чувствительных нейронов, но не они определяют интеллект), и даже не от числа ассоциативных нейронов, а от числа связей между нейронами. Число же связей меняется в пределах нескольких порядков и частично обусловлено наследственно, частично же определяется образом жизни и опытом. Учится человек, наращивает число связей – будет умнее; не учится – будет глупее.

Стремление к обучению, впрочем, тоже имеет наследственную составляющую, так что мозговитый человек с огромной интеллектуальной потенцией может не хотеть тренировать свой мозг, не нарастит связи и останется простофилей. Существенно, что число нейронов в течение жизни катастрофически уменьшается, а способности мозга продолжают расти; это определяется именно появлением новых межнейронных связей. Таким образом, приходится признать, что большой мозг сугубо потенциально должен бы стать более умным, но оговорок так много, что фактически эта связь отсутствует. Доказывается это разными путями.

Во-первых, известны великие мыслители и с большим, и с малым мозгом. Средняя величина по этим мыслителям получается практически средней по миру (на самом деле она получается больше среднемировой средней, но тут надо учитывать два важных обстоятельства: в выборку мыслителей всегда включают только мужчин и почти одних северных европеоидов – крупных телом и, стало быть, мозгом; если бы сюда добавить женщин и южных мыслителей – древних египтян, греков, римлян,

итальянцев, майя, индусов, южных китайцев, то средняя по мегаинтеллектам сравнялась бы с общемировой).

Во-вторых, старые люди с капитально уменьшившимся мозгом могут иметь два жизненных пути. Если в течение жизни они вели интеллектуальную жизнь (пели, плясали, читали, а лучше – сочиняли стихи, занимались наукой, искусством, просто делали что-то умное), то старческое слабоумие им не грозит. Среди университетских профессоров людей с деменцией несравнимо меньше, чем среди людей неинтеллектуальных профессий. Если же человек всю жизнь сидел на лавочке, лузгал семечки и не читал ничего сложнее астрологического прогноза, то перспективы его старости неутешительны. Учиться, учиться и учиться – как завещал нам великий В. И. Ленин, мышление в молодости спасет нас от маразма на пенсии.

В-третьих, в популяционном смысле все то же самое. Великие достижения человеческой мысли принадлежат самым разным группам – и мозговитым, и не очень. К тому же в разное время главные на тот момент открытия делали люди из самых разных мест планеты. Пластинчатая техника, черешковые наконечники, копьеметалка, микролиты, шлифование камня с наибольшей вероятностью придумывались много раз; нам эти штуки кажутся примитивными, но в свое время это были новации, перевернувшие мир. Земледелие независимо изобрели на Новой Гвинее, Ближнем Востоке, в Китае и как минимум дважды в Америке; зернотерку, лук со стрелами и керамику изобретали неоднократно в тех же и других местах; письменность, математику, астрономию и государственность – в меньшем количестве мест, но тоже не единожды и независимо, причем как не самые мелкоголовые, так и не самые башковитые. С другой стороны, одна и та же популяция вполне могла долгое время опережать всех, а потом отстать или, напротив, сначала жить в дикости, а после вырваться вперед. Примеры бесчисленны – бушмены, папуасы, египтяне, норвежцы, китайцы... Фактически любой народ переживал периоды застоя и ускорения. Давно ли римляне писали о варварах кельтах и германцах? А давно ли жители самой Италии бегали в шкурах (а то и без них), притом что в Междуречье уже высились пирамиды? Размер же мозга при всех этих культурных и социальных преобразованиях не менялся.

Неспроста рекордсмены по размеру мозга никогда не являются рекордсменами по достижениям – ни в индивидуальном, ни в популяционном смысле.

Еще очевиднее факт отсутствия внутривидовой связи размера и функции мозга на примере собак. Песики разных пород не распределяются по интеллекту так же, как по росту. Мелкая левретка может быть столь же сообразительной, что и огромный ирландский волкодав. Число двигательных и чувствительных нейронов у разноразмерных собак различается капитально, а число связей между ассоциативными нейронами, видимо, остается более-менее постоянным.

Единственно когда внутривидовая корреляция размера и функции мозга четко проявляется – в случае патологических крайностей. Ясно, что микроцефал не может быть особо умным по причине недоразвития коры, но и рекордсмены в сторону больших значений – частенько тоже с патологиями интеллекта и психики.

Однако в межвидовом масштабе связь размера мозга и интеллекта вполне очевидна, с поправками на массу тела конечно. Мышь глупее слона, кошка глупее собаки. Шимпанзе никогда не достичь уровня человека. Кит имеет в три раза больший мозг, чем человек, но в тысячу раз превосходит его по весу тела, так что тоже не догоняет по разумности. Соразмерные с человеком неандертальцы и кроманьонцы (которые тоже вроде как *Homo sapiens*, но уж больно древние и специфичные) имели больший мозг. Хронологические изменения невозможно списать лишь на аллометрические связи размеров мозга и тела – тело-то не особо поменялось, а питание в целом стало как минимум стабильнее. Стало быть, изменения размеров связаны в первую очередь с интеллектом. С чего мы и начали.

Каковы же перспективы? Усиливающаяся специализация и независимость от условий окружающей среды, обеспеченность выживания независимо от личных качеств делают прогноз неутешительным. С другой стороны, общий разум человечества неизмеримо растет. Обеспечит ли он счастливое будущее? Поживем – увидим...

Строение долей мозга существенно отличается у разных приматов и менялось в процессе эволюции предков человека. К сожалению, на ископаемых эндокражах мы можем изучать только их общую форму и размеры, но и этого достаточно для оценки межвидовых различий. Выясняется, что изменения размеров и формы сменяли друг друга: как правило, сначала увеличивался размер, а потом преобразовались пропорции. Несинхронно эволюционировали и разные доли, и участки внутри каждой доли. Изменения длины, ширины и высоты происходили не одновременно, а последовательно.

По темпам изменения первое место занимает лобная доля, второе место за теменной, третье достается височной, а затылочная замыкает список (об изменениях островковой остается только догадываться по изменению общей ширины мозга).

В пределах лобной доли интенсивнее всего менялась нижнелобная область, а в ней – орбитная часть. Лобная доля отвечает за мышление в самом широком значении этого слова: сознание, способность общаться с другими людьми, этику, эстетику и логику. В задней части нижней лобной извилины расположен центр Брока – моторная зона речи. Грубо говоря, это место отвечает за говорение (на самом деле в большей степени за составление из слов связанных предложений, а еще и за восприятие контекста). Как часто бывает, лучше всего функция понятна на примере нарушений: при повреждении центра Брока человек понимает, что ему говорят, может сформулировать мысль и, скажем, написать текст, но не может артикулировать свою речь, а даже если произносит отдельные слова, то не способен выдать их последовательно в виде внятной фразы. Понятно, что у обезьян на этом месте тоже не дырка, у них этот же участок мозга отвечает если не за речь, то за похожие действия – движения гортани, в том числе издавание звуков при общении. Но у человека относительный размер центра Брока вдвое больше, а абсолютный превосходит обезьяний вариант в 6–6,6 раза!

Участок, соответствующий центру Брока, был совершенно не развит у австралопитеков, но у некоторых “ранних *Homo*” тут появляется заметный рельеф. Это не значит, что *Homo habilis* уже умели говорить, но раз нейронов становилось больше, какой-то очевидный прогресс в этом направлении шел. Еще сильнее выступала та же область у *Homo erectus* (отчего, кстати, Э. Дюбуа назвал свою находку не *Pithecanthropus alalus* – “Обезьяночеловек бессловесный”, как предлагал Э. Геккель), а у неандертальцев тут были основательные бугры. Опять же это не значит, что питекантропы и неандертальцы болтали без умолку, но свидетельствует о значительном развитии коммуникативных голосовых возможностей. Кстати, у современного человека никакого особого рельефа тут нет, но это говорит лишь о том, что отлично развиты соседние области.

Кстати, о песнях...

Сразу впереди от речевого центра Брока расположена самостоятельная зона пения. При повреждении зоны Брока – моторной афазии Брока – человек теряет способность членораздельно говорить, однако может пропеть любую фразу. Другое следствие сего странного разделения – то, что заикающиеся люди поют без всяких проблем. Заикание – это отсутствие торможения в центре Брока: слово произносится, но сигнал не гасится, и человек раз за разом повторяет одно и то же. Однако сей дефект совершенно не влияет на певческие способности. Кстати, может быть и обратная ситуация – прекрасный оратор, совершенно не умеющий петь.

Трудно понять, какая надобность создала у человека разделение способностей к пению и говорению. В любом случае это значит, что пение – не разновидность речи, а совсем особое свойство, на развитие которого шел самостоятельный отбор. Видимо, представляя своих предков хриплыми троглодитами, общающимися гортанными криками, мы сильно недооцениваем их; вероятно, среди них было немало талантливых вокалистов.

У неандертальцев, кроме прочего, наблюдается рельеф в области венечного шва, примерно там, где должна располагаться прецентральной извилина. У современного человека тут находится так называемый “двигательный человечек” – цепь полей, отвечающих за сознательные движения. Надо думать, контроль за своими движениями у неандертальцев был на высоте.

В теменной доле наиболее важным процессом было расширение. Хорошо можно проследить изменения в нижней теменной доле, занятой множеством функций, сводящихся в целом к координации чувствительности руки со слухом, зрением и движениями, то есть, иначе говоря, – трудовой деятельностью, а также ориентацией в пространстве, в том числе на местности со сложным рельефом или, скажем, в лесу. Рельеф тут появляется как минимум у *Homo erectus*, а у неандертальцев достигает наибольшего развития.

Кстати, о картах...

Понятно, что способности к ориентированию были еще у древесных приматов. Однако до сих пор неясно, когда и где люди научились выражать эту способность к абстрагированию особым способом – в виде карт. На роль древнейших схем претендовали разные артефакты: с Киево-Кирилловской стоянки и Межиричей на Украине, Павлова, Пшедмости и Дольни-Вестонице в Чехии, из пещер Эль-Пендо и Льонин в Испании, Гаргас во Франции. Однако во многих или даже большинстве из этих случаев реальность “карт” весьма сомнительна. Поэтому особенно интересны гальки из испанской пещеры Абаунц (Utrilla et al., 2009). В слоях с позднемадленскими изделиями и датировками 13,66 тыс. лет назад были найдены несколько галек с замечательными гравировками. На камушках нацарапаны разные звери – олени, козлы, лошади и какие-то другие. Но исследователи обратили внимание на окружающие зверюшек полосы, загогулины и закорючки. На первый взгляд они довольно беспорядочны. Стало быть – нужен второй взгляд! Раскрасив линии на гальках в нужные

цвета, сравнив их с реальной картой и местным пейзажем и слегка прищурившись, можно увидеть, что с большой вероятностью на камнях изображены именно схемы и виды: самая большая местная гора, речка под ней, кусты вдоль речки, даже место переправы, чуть ли не мостик.

Ясно, что многие археологи настроены в этом отношении крайне скептически: если долго смотреть на гальки с царапинами, там можно увидеть что угодно. Но рисунки лошадей-то с оленями настоящие! Отчего бы кроманьонцы не могли заняться и картографией?..

Височная доля мозга, как и прочие, эволюционировала неравномерно. Височная доля отвечает за многие вещи, но ее верхняя часть – в основном за слух. В задней части верхней височной извилины, на границе с теменной долей, расположена зона Вернике – слуховая зона речи. Показательно, что рельеф тут усилен уже у архантропов и крайне силен у неандертальцев.

Затылочная доля отвечает в основном за сознательное распознавание зрительных образов. Она долго и не спеша увеличивалась, но со времен раннего верхнего палеолита до современности существенно сократилась – как раз в основном этим обусловлено уменьшение мозга, о котором говорилось выше. Этот факт можно интерпретировать двояко. Либо зрение было намного важнее для людей каменного века (пишу я, поправляя очки на носу), либо поля, расположенные у нас в задней части теменной доли, у троглодитов занимали переднюю часть затылочной и лишь потом “переползли” вперед.

Минутка фантазии

Передняя часть височной доли, как гласит “Практикум по анатомии мозга человека” С. В. Савельева и М. А. Негашевой (2005), обеспечивает “контроль за храпом, кряхтением и икотой”, расположенный чуть выше и назад участок отвечает за “ритмические движения жевания, глотания, лизания и чмоканья”. Задняя же часть занята “агностическим слуховым полем”. Для неандертальцев более типичен вариант с большим развитием задней части, а для сапиенсов – передней. Возможно, стены неандертальских пещер по ночам сотрясались от кряхтения и богатырского храпа (бочкообразная грудная клетка тому порукой), а от икоты и смачного причмокивания с потолка сыпалась шуга. Ну не получалось у неандертальцев обуздать сии порывы – нейронов не хватало. Слышали же они при этом преотлично, плоская лобная доля не могла сдерживать бурные эмоции, большая затылочная доля и рельеф ангулярной извилины позволяли найти храпуна в темноте пещеры, а результатом был кровавый мордобой. Выживали только индивиды с самым толстым черепом и мощными надбровными дугами.

В пещерах же кроманьонцев царили тишина и покой: даже во сне они сдерживали храп и причмокивание, а посредственный слух оставлял соплеменников равнодушными даже к этим жалким всхлипам. Если же кому-то и не спалось, то высшая лобная ассоциативная зона позволяла держать себя в рамках приличия. Вероятно, сапиенсы прошли отбор на эти признаки в опасной африканской саванне, где лишние звуки привлекали леопардов, рыщущих в ночи. Неумолчный же тропический ночной гам – стрекот цикад, цоканье квакш и хохот гиен – слушать необязательно. Или же

отбор был искусственным – союз рубила и хорошей координации движений гарантировал выживание только тихо храпящих и плохо слышащих...

Все сходится!

Стоит особо уточнить, что все рассуждения об эволюционной судьбе конкретных участков мозга довольно спекулятивны. Пупырышки и бугорки на эндокражах могут отражать рельеф черепа, а не мозга, или вообще быть следствием плохой сохранности. Многие могут с пренебрежением сказать: “Что это еще за френология в XXI веке?” Но у палеоневрологов есть три оправдания. Во-первых, это пока единственный способ изучать древние мозги, а для существ древнее миллиона лет наверняка так и останется единственным (палеогенетика столь далеко, думается, заглянуть не может, поскольку ДНК так долго просто не сохраняется). Во-вторых, антропологи изучают межвидовую изменчивость: если внутри вида конкретный рельеф обычно случаен и ничего не значит, то в масштабах отличия видов разница оказывается вполне уловимой и хорошо измеримой. В-третьих, антропологи обращают внимание не на каждый выступ на эндокрахе, а закономерно расположенный и подтвержденный статистикой, а статистика у нас, слава археологам, уже достаточно представительная.

Уголок занудства

Множество эндокрахов позволяет оценить детали эволюции мозга (дробышевский, 2012).

Длина лобной доли в эволюции гоминид резко изменялась два раза: росла при переходе от австралопитековых к *Homo erectus* и уменьшалась с начала верхнего палеолита. Ширина достигла максимума у *Homo neanderthalensis*, после чего начала уменьшаться. Нижнелобная область в наибольшей степени увеличилась в промежуток времени от австралопитековых до *Homo erectus* (возможно, до “ранних *Homo*”, среди малой выборки которых имеются все варианты строения этой доли). Орбитная часть достигла максимальной выраженности у *Homo neanderthalensis* в виде бугров, сгладившихся в дальнейшем за счет роста соседних областей.

В эволюции теменной доли наиболее важным кажется процесс неуклонного расширения (абсолютного или относительного) в области надкраевой извилины (передней части нижней теменной доли). Темпы изменения ширины превосходили таковые длины и тем более высоты. Процессы преимущественного роста в длину и ширину сменяли друг друга. Важно отметить переменное преобладание темпов эволюции то лобной, то теменной доли. Теменная доля отвечает в основном за чувствительность и ориентацию в пространстве. Надкраевой (передний) участок нижней теменной доли отвечает за чувствительность рук, определение на ощупь веса, формы, влажности, температуры и рельефа поверхности предметов, производит третичный высший анализ и синтез уже обобщенных и отвлеченных сигналов из соседних областей мозга, отвечает за интеграцию слуховых, зрительных и тактильных ощущений, координацию чувствительности и двигательной активности – трудовую деятельность, обеспечивает самоконтроль. Угловой (задний) участок обеспечивает ориентацию в пространстве и трудовые действия. Верхняя

теменная доля отвечает за схему тела и интеграцию зрения с движениями всего тела.

У височной доли возникли два основных варианта пропорций: первый – расширенный в задней части и удлинённый снизу (австралопитеки, некоторые “ранние *Homo*”, *Homo erectus*, европейские неандертальцы), второй – расширенный в передней части и удлинённый сверху (некоторые “ранние *Homo*”, *Homo heidelbergensis*, ранние ближневосточные палеоантропы, верхнепалеолитические и современные *Homo sapiens*). Заметно менялись размеры и пропорции височной ямки, очень широкой и мелкой у одних групп (массивные австралопитеки, часть “ранних *Homo*”, яванские *Homo erectus* или *Homo heidelbergensis* из Самбунгмачана, европейские неандертальцы) и глубокой и узкой у других (часть *Homo erectus*, ранние ближневосточные палеоантропы, верхнепалеолитические *Homo sapiens*).

Размеры затылочной доли эволюционировали несинхронно: от австралопитековых до “ранних *Homo*” резко увеличилась ширина при сохранении длины; далее длина стала плавно увеличиваться, но вплоть до *Homo erectus* рост в ширину преобладал; после начали превалировать темпы увеличения длины, от палеоантропов к *Homo sapiens* ширина начала уменьшаться при сохранении длины. С верхнего палеолита до современности опять темпы изменения ширины, но теперь в сторону уменьшения, получили превосходство над темпами укорочения доли. При всех этих изменениях неуклонно увеличивалось преобладание верхней части доли над нижней.

Мозжечок с самых ранних этапов вплоть до верхнего палеолита увеличивался, причем полушарие становилось относительно все длиннее и уже. С верхнего палеолита тенденция принципиально изменилась, и к современности все размеры уменьшились, а полушарие относительно расширилось.

В целом австралопитеки имели почти обезьяний мозг, единственной прогрессивной чертой грацильных форм было некоторое удлинение теменной доли, а массивных – расширение и повышение всего мозга. У “ранних *Homo*” большинство признаков мозга оставалось на прежнем уровне развития, с поправкой на бóльшие размеры. *Homo erectus* – первые гоминиды, у которых сугубо обезьяньи черты мозга окончательно были вытеснены специфически человеческими: появились прогрессивные черты лобной и теменной долей, упомянутые выше; мозг преимущественно расширился. *Homo heidelbergensis* – очень неоднородная группа, среди них самыми прогрессивными были африканские и европейские формы, а Ява была местом, где жили самые дремучие и специализированные люди. Особенно преуспели гейдельбергсисы в высоте лобной доли, а ее расширение обгоняло расширение всего мозга. Теменная доля, особенно область надкраевой извилины, прогрессировала настолько резко, что мы можем надежно отличать этот вид от предыдущего по ее размерам (редкий пример, когда признак на эндокране оказывается важнее признака на черепе). Височная доля у гейдельбергсисов уже почти современная, а затылочная с мозжечком, напротив, не отличаются от варианта *Homo erectus*.

Неандертальцы имели самый широкий мозг из всех известных для гоминид и самую большую затылочную долю, тогда как лобная и теменная были относительно невелики и заметно уплощены, хотя и с описанным выше рельефом, а височная почти не отличалась от нашей.

Ранние кроманьонцы еще сохраняли в строении мозга некоторые архаичные черты, например увеличенные размеры затылочной доли. Причем такая архаика продержалась до достаточно поздних времен – как минимум до 28 тыс. лет назад. То есть от трети до половины времени существования нашего вида (а сапиентность определяется в основном по внешним признакам черепа) мозг был еще не вполне сапиентным. Но в целом мозг кроманьонцев отличался от нашего в основном лишь несколько большими размерами при уже современных пропорциях.

Минутка фантазии

В мире животных есть простое правило: чем сильнее вооружен вид, тем лучше у него отлажен врожденный ритуальный контроль за агрессией. Скажем, когда дерутся два волка, проигравший подставляет горло – самую уязвимую часть – победителю, тот изображает укус и на этом битва заканчивается. Реально никто никого не убивает, иначе вид бы быстро вымер. Если же дерутся два хомячка, они запросто могут поубивать друг друга, у них нет подобных рыцарских ритуалов. Неандертальцы были очень мощными и сильными, поэтому логично, что они должны были как-то ограничивать свою агрессию. Вместе с тем лобная доля, обеспечивающая сознательный контроль над порывами души, была у них приплюснутой и относительно не слишком большой. А вот запредельная ширина мозга неандертальцев может означать мощное развитие подкорковых центров – ядер полосатого тела и в целом лимбической системы. А одна из важнейших функций этих центров – подсознательный (читай: инстинктивный) контроль за эмоциями. Так может, при драках неандертальцы тоже “подставляли горло” (а может, даже и без кавычек)? И вот в Европу приходят кроманьонцы – прагматичные ребята с креативным мышлением, но не такие мускулистые, а стало быть, с неразвитой врожденной программой “не бей лежачего”. Грядет борьба за ресурсы, гром сраженья раздается, технически продвинутые кроманьонцы теснят неандертальцев, у тех срабатывает врожденный защитный механизм, они подставляют прытким супостатам горлышко или пузико, ожидая инстинктивной – безусловной – милости... Но у кроманьонцев нет нужного тумблера в лимбической системе, они радостно колют сдавшихся на милость своими высокотехнологичными гарпунами и осваивают захваченные земли...

С изменениями мозга тесно связаны изменения поведения, хотя найти уникальные черты в поведении человека не так-то легко.

Крупный мозг дает преимущества в выживании, потому что позволяет решать нестандартные задачи. Приматы пошли по этому пути дальше прочих животных, а человек – дальше всех приматов. Люди – большие спецы по преодолению форс-мажоров. Они могут действовать нестандартно, обманывая как своих жертв, так и врагов, функционирующих по строгой программе. Поскольку задачи стали бесконечно разнообразны, нашим предкам уже не хватало мозга кошачьего размера, вот он и вырос.

Поведение человека в значительной мере обусловлено обучением и воспитанием, генетически наследуемых форм поведения у человека минимум, а сложных врожденных нет и в помине. Без обучения человек не формируется психически нормальным. Без культуры и общества человек не может полноценно существовать, что наглядно демонстрируется печальными примерами людей-маугли, выросших вне коллектива. Впрочем, сами способ-

ности и стремление к обучению заданы генетически, так что не стоит недооценивать врожденную составляющую поведения человека. В настоящее время генетики ведут активный поиск генов, определяющих интеллектуальные способности, уровень агрессии и асоциального поведения, способности к изучению языков и многого другого.

В целом весь этот комплекс можно определить как устойчивую внегенетическую межпоколенную передачу информации, без которой особи не существуют. Время его формирования невозможно определить точно, но, видимо, человеческие очертания он приобрел с момента начала активного изготовления орудий, что явно требовало длительного обучения.

С шимпанзе и гориллами дело обстоит вроде бы так же – без воспитания и общения они не могут вырасти нормальными. Однако есть одна тонкость. У обезьян не так уж много форм поведения, специфичных для отдельных групп, причем от таких особенных навыков они не зависят принципиально. У разных групп шимпанзе есть своего рода культуры – самые дремучие не используют никаких орудий, другие умеют только ловить термитов палочками, третьи – колоть орехи кола камнями, четвертые кладут при этом орехи на наковальню, пятые подпирают наковальню дополнительным камешком, шестые умеют и ловить термитов, и колоть орехи... Эти навыки не врожденные, они могут переноситься из группы в группу с умелыми особями, а детенышам передаются исключительно путем обучения. Но без них можно жить, обходясь общешимпанзиними ценностями.

Человек обладает еще одним уникальным свойством – способностью обучать и вообще обеспечивать связь поколений за счет передачи информации на искусственных носителях в виде, например, письменности. Этот признак человека совсем не обязательный (письменность была создана недавно и до сих пор есть не у всех народов), скорее это побочный эффект, зато сугубо специфичный, а потенциальные способности к обучению чтению и письму есть у всех людей.

Человек не только использует, но и изготавливает орудия труда. Шимпанзе и некоторые другие животные тоже способны на это, но далеко не в человеческих масштабах и, опять же, не зависят от этой способности. Шимпанзе могут размусолить зубами палочку для ловли термитов, но могут всю жизнь прожить, ни разу не занявшись этим благородным делом. Древнейшие каменные орудия известны в местонахождении Гона в Эфиопии с датировкой 2,6–2,7 млн лет назад, а в Ломекви – 3,3 млн лет назад, их сложность уже запредельна для обезьяньего разума. Все современные люди однозначно зависимы от искусственно изготовленных (хотя бы и не собственноручно) орудий. Без них человек перестает быть человеком, это наша странная специализация, примерно такая же, как зависимость муравья от муравейника.

Человек активно использует небиологическую энергию. Неизвестна ни одна группа сапиенсов, которая бы не использовала огонь. Иногда приходится читать, что где-то на краю Земли якобы есть дикие племена, не умеющие добывать “красный цветок”. Особенно не повезло с такой славой тасманийцам и огнеземельцам. Но этнография однозначно свидетельствует, что они знали даже несколько способов возжигания пламени. Другое дело, что в сыром туманном климате это дело хлопотное, так что проще пойти и занять уголек у соседей. Но если у них с этим тоже были проблемы, то куда деваться – приходилось и тасманийцам, и огнеземельцам добывать искры в поте лица своего.

Впрочем, свойство использовать небиологическую энергию, как ни странно, тоже не полностью уникально. Примеров множество. Самые банальные примеры – бактерии-хемотрофы, скажем использующие энергию неорганических реакций в серных источниках. Правда, это может показаться чересчур уж отдаленной аналогией. Тогда пожалуйста, есть жуки-пожарники, питающиеся животными, погибшими при пожаре, – чем не использование огня? Есть виды сосен, семена которых прорастают только и исключительно после обгора-

ния в низовом пожаре. Конечно, ни жуки, ни сосны не могут сами развести костер, так что человеческий вариант огнезависимости действительно по-своему уникален.

Древнейшие следы использования огня, иногда даже с выкладками камней вокруг очага, обнаружены в Африке в местонахождениях Гомборе I (Эфиопия) 1,6–1,7 млн лет назад, Кооби-Фора FxJj20E (Кения) 1,4–1,6 млн лет назад и Чесованжа Gnj1/6E (Северная Кения) 1,375–1,46 млн лет назад.

Человек сознательно и целенаправленно модифицирует среду своего обитания, чего не делает ни одно животное. Этот признак человеческого поведения сформировался, видимо, позже всех, как результирующая использования орудий и преобразования энергии в начальной форме – с охотничье-собираТЕЛЬским образом жизни примерно с 2,5 млн лет назад, в выраженной форме – с освоением огня около 1,5 млн лет назад, а в законченной характерен уже только для обществ с производящим хозяйством со времени около 12–10 тыс. лет назад, когда распашка, ирригация, вырубание лесов и капитальное строительство стали катастрофически преобразовать лик Земли. Полвека назад люди добрались и до космоса.

Меняют и, более того, разрушают свою среду обитания так или иначе все виды. Всем известны достижения бобров и термитов. Белки грызут орехи, так что те больше никогда не прорастут, слоны расковыривают баобабы, лошади и коровы способны загадить любой луг так, что невозможно пройти, овцы выжирают все до корней включительно... Другое дело, что у животных обычно не хватает численности и целеустремленности для достижения коллапса такого масштаба, какой способен организовать человек. К тому же животные чаще ограничиваются уничтожением лишь одного какого-то особо любимого ими ресурса, тогда как люди подходят к делу куда как более основательно. Люди заняли все экологические ниши и стали сверхконкурентами для всех живых существ, включая бактерий. Насколько хватит запаса прочности у биосферы?..

**Тело человека от докембрия до
наших дней (история в четырнадцать
звеньях с прологом и эпилогом)
Часть третья, масштабная, в коей широкой
(местами малярной) кистью живописано
эпичное полотно эволюции и поведано,
откуда растут ноги у рук, где у нас жабры
и отчего в автобусах поручни наверху**

Пролог

Начало цепи: появление жизни и первых клеток

Гоминидной триадой специфика человека, конечно, не ограничивается. За миллионы лет до того, как по Африке пошла гулять двуногая обезьяна, ее особенности были предопределены жизненными нуждами бесчисленных предков – от первых бактерий и даже раньше.

Начинать долгий путь к человеку надо, по большому счету, с Большого взрыва, определившего фундаментальнейшие свойства нашей Вселенной. Не помешало бы повести речь и о первых звездах, посмертно снабдивших нас всеми элементами тяжелее гелия, ведь из одних водорода да гелия много не намастеришь, разве что еще одну звезду. Нелишним было бы поведать об особенностях нашего Солнца, Юпитере – щите от комет и астероидов, а также об уникальных свойствах Земли, ее расположении, железном ядре и магнитном поле, оберегающем нас от космической радиации, о приобретении воды и рождении океанов, полужидкой мантии и дрейфе континентов, о Луне, ведающей приливами и отливами... Но это увело бы нас слишком далеко от темы, а я не чувствую себя слишком компетентным в космогонических вопросах, так что Читатель может узнать об этих интереснейших гарантах нашего появления, существования и развития из других книг.

Мы же начнем с собственно зарождения жизни. Старт был задан в начале архея, 3,7–3,8 млрд лет назад. Строго говоря, пока никто точно не может сказать, как возникла жизнь (современное состояние вопроса: Кунин, 2014). Но ее следы мы можем найти даже в межгалактических облаках в виде аминокислот. Трудно сказать, были ли занесены “споры жизни” из холодных глубин Вселенной, как считают некоторые. В принципе, среда на первичной Земле была вполне подходящая, и спонтанное образование даже не самой простой органики было продемонстрировано в экспериментах с воспроизведением условий, царивших на нашей планете примерно 4 млрд лет назад. Ныне многие биологи склоняются к концепции “РНКового мира” и молекулярной эволюции. Согласно ей, довольно долго органические соединения спонтанно возникали и разрушались, но самые устойчивые из них сохранялись, и шел своего рода отбор на устойчивость химических молекул. Зарождение жизни можно начинать отсчитывать с появления самоподдерживающегося комплекса РНК и белков. Поэтому жизнь можно определить, вслед за К. Ю. Еськовым (2007), как “автокаталитические системы высокомолекулярных соединений углерода в неравновесных условиях”.

Важнейшее свойство РНК – изменчивость. Эта молекула велика, она может меняться в мелочах, что необязательно критично сказывается на общей устойчивости, но модифицирует частные свойства. На примере кристаллов мы видим, что без изменчивости может быть

рост и даже размножение, но нет развития. Кристаллическая решетка может быть несколько искажена (если, например, кристалл упирается в препятствие), но из “поколения в поколение” будет воспроизводиться по одному извечному шаблону. РНК же, а впоследствии ДНК за счет размера и сложности дают возможность почти бесконечной вариативности.

Древнейшие осадочные породы и древнейшие следы жизни обнаружены в отложениях Исуа в Гренландии с датировкой 3,7–3,8 (а возможно, даже 3,86) млрд лет назад. От этих времен нам достались основные способности адаптации, диапазон условий, в которых мы можем жить, – температурных, кислотных, зависимость от воды, даже предельные размеры клеток, которых тогда еще не было.

Собственно, клетка – это важно. Можно определять жизнь как автокаталитические системы, функционирующие за счет градиента условий внутри и снаружи. А границей между “внутри” и “снаружи” явилась клеточная мембрана. РНК с белками, окруженная липидной мембраной, – это уже клетка. За счет перепада концентрации веществ по обе стороны мембраны обеспечивается метаболизм – обмен веществ, а также обмен информацией. Могут ли быть неклеточные формы жизни? Это вопрос вопросов. Мы знаем лишь наш вариант.

Древнейшие клетки известны из архея: первые цианобактерии и даже их сообщества – строматолиты – найдены в отложениях Южной Африки и США и имеют возраст 3,55 млрд лет. Надо думать, примерно тогда же появилась ДНК, оказавшаяся более устойчивой и надежной, чем РНК.

В принципе, с возникновением бактерий и, более того, автотрофных бактерий эволюцию живого мира можно считать завершенной. С энергетической и обменной точки зрения это так: ведь если сейчас с планеты убрать всех эукариот – организмы с клеточным ядром, – то энергобаланс планеты изменится лишь в пределах погрешности. Все, на что мы склонны обращать максимум внимания – слоны, бизоны, секвойи, водоросли, кукушки, пчелы, – все это незначительная пыль и мимолетное отклонение от основной биомассы – бактерий. Но мы эгоцентричны, поэтому нам кажется, что самое интересное – впереди, ведь впереди – мы...

Глава 6

Звено 1: появление клеточного ядра (протерозой, 1,9±2,4 млрд лет назад)

Первые ядерные организмы – эукариоты – возникли 1,9–2 млрд лет назад. Одной из наиболее аргументированных гипотез является симбиотическая. Собственно, симбиоз оказался итогом несварения: одна клетка глотала другую, но не растворяла, а использовала в мирных целях. Видимо, ядро было когда-то археей, а из бактерий получились митохондрии.

Ядро – очень важный элемент клетки. Оно защищает ДНК, что повышает надежность сохранения информации и дает возможность разнообразить биохимические процессы. В цитоплазме бактерий ДНК неуютно, злые ферменты того и гляди норовят порвать ее в клочья. Кроме прочего, ДНК – это кислота, так что реакции с образованием щелочей бактериям противопоказаны, иначе ДНК нейтрализуется и выпадет в виде соли. Да и вообще, много ли проведешь противоречащих друг другу реакций в одной тесной бактериальной клетушке? Поэтому и ДНК у бактерий обычно маленькая, много генов ей и не надо. И форма у нее кольцевая – так ферментам труднее ухватиться, нет кончика, с которого бы можно было начать есть бедную молекулу. Но опять же кольцо не сделаешь слишком длинным – вырастет вероятность разрыва.

Другое дело в ядре! Любо там, тишь, благодать, примиренье. ДНК надежно спрятана за ядерной мембраной. Теперь ее можно раскольцевать в длинные хромосомы, а их самих напихать в клетку сколько душе угодно (у папоротника-ужовника их 1260 в каждой клетке). Беспрецедентное увеличение генетического материала позволяет ввести в эксплуатацию новые, невиданные доселе обменные процессы, усложнить их, что в будущем станет залогом сначала колониальности, а после и многоклеточности.

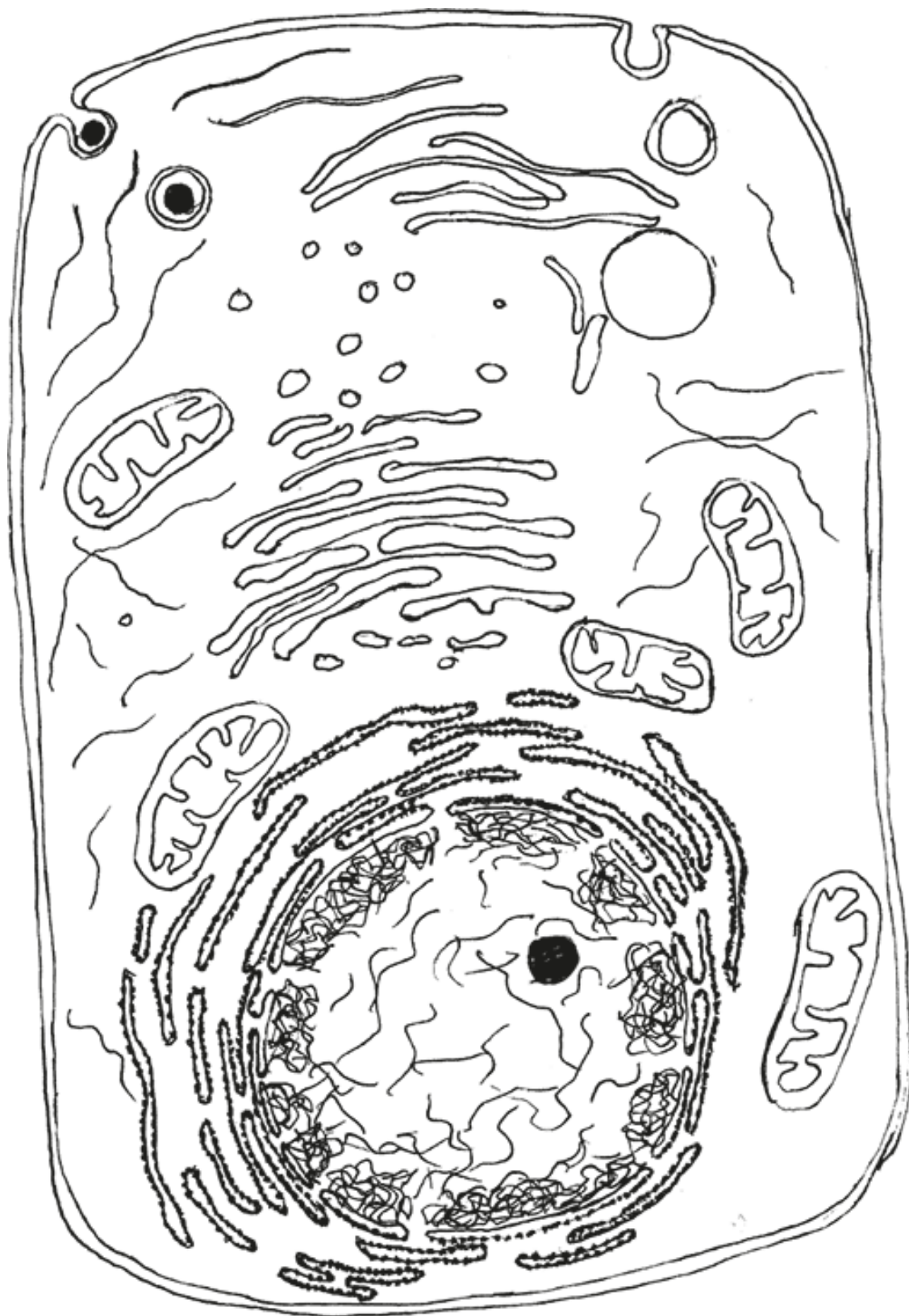


Рис. 6. Эукариотическая клетка с ядром и митохондриями.

Все опасные обменные процессы идут снаружи, в цитоплазме, да еще разнесены по отдельным пузырькам. С этого момента в полные права вступает “пузырькование”; через это странное слово можно определить всю сущность жизни. Жизнь как пузырькование пузырьков в пузырьках, емкостей, без конца вдавливающихся друг в друга и выпучивающихся

наружу: на уровне клетки, эмбриональных бластул и гаструл, мозговых пузырей и зачатков органов чувств, трофобластов, амнионов и желточных пузырьков, мозговой, грудной и брюшной полостей, полых внутренних органов и даже вне организма – нор, гнезд и домов. Но стоп! Мы забежали слишком далеко вперед. В протерозое дело ограничилось лишь ядром и митохондриями.

ДНК эукариот защищена ядерной мембраной от вторжения извне – вирусов и горизонтального переноса генов от других организмов, что можно рассматривать как прогресс, так как позволяет сохранить свое “я”. Но изменчивость бактерий – в своем роде залог их успеха, благодаря ей они могут очень быстро приспосабливаться к новым условиям. Получив стабильность, мы – эукариоты – утратили пластичность.

Митохондрии синтезируют АТФ, что дает огромные энергетические возможности. Энергию можно запастись по-разному: в жирах, углеводах, белках, но АТФ – лучшая батарея, хотя и недолговечная. Первые эукариоты, поглотившие бактерий, умевших синтезировать АТФ, получили такое преимущество, что все другие тут же проиграли эволюционную гонку. Сейчас на планете нет организмов, живущих без АТФ. Правда, остается под вопросом, существовали ли предки эукариот, не умевшие синтезировать АТФ, или они утратили эту способность, положившись на новообретенные генераторы. В любом случае из поглощенных бактерий получились митохондрии, у них и до сих пор имеется бактериальная кольцевая ДНК и собственные рибосомы, они делятся самостоятельно и живут как внутриклеточные симбионты, причем в одной нашей клетке их может быть до двух тысяч. Но часть своих генов они сдали на хранение в более надежное ядро, так что теперь не так легко понять, где граница между собственно нами и нашими жильцами. Обретение митохондрий преобразило жизнь эукариот, благодаря им мы можем активно двигаться. Например, ими насыщена красная скелетная мускулатура, скажем прямые мышцы спины, держащие нас вертикально. Иначе говоря, метаболические нужды протерозойских одноклеточных обеспечили наше прямохождение.

Глава 7

Звено 2: аэробная атмосфера – многоклеточность и твердые части тела (поздний протерозой и ранний кембрий, 850–540 млн лет назад)

Докембрийский мрак скрывает много тайн. Как возникли первые нервные клетки? Как появилось разделение на два пола? Слишком много гипотез, слишком мало фактов. Но все же о некоторых вещах мы можем говорить достаточно уверенно.

В катархее, архее и начале протерозоя в атмосфере было много углекислого газа, метана, сероводорода, аммиака и водяных паров, но почти не было кислорода. Примерно 2,5 млрд лет назад или даже раньше цианобактерии начали производить свободный кислород, но он поглощался горными породами и шел на образование озонового слоя. Кстати, спасибо им за это, без него нам было бы нелегко, ведь озоновый слой защищает нас от космической радиации. Ко времени 850–600 млн лет назад упорные цианобактерии нафотосинтезировали катастрофически много кислорода и отравили им всю атмосферу (справедливости ради надо сказать, есть версия, что кислород сам высвободился из мантии Земли, без помощи бактерий). Для преобладавших в тогдашних экосистемах анаэробов (организмов, живущих в бескислородной среде) кислород был страшным ядом. По всей видимости, это привело к глобальному вымиранию. Приятно сознавать, что не только человек способен так загадить окружающую среду, что потом сам не может в ней жить. Мы же – потомки тех редкостных протерозойских аэробов, которые поначалу с трудом привыкали к ужасному яду в недрах цианобактериальных матов, зато потом попали просто в райские условия.

Кислородный обмен – хорошая вещь. С его помощью можно получать гораздо больше энергии, чем при анаэробном существовании. А с помощью этой энергии можно делать новые чудесные вещи, например увеличивать размеры тела и синтезировать новые вещества. В большей клетке можно хранить большее количество ДНК, а за счет этого усложнить свое строение.

В числе прочего появляется возможность стать многоклеточным. Жить толпой надежней и веселей, неспроста еще на уровне бактерий совершались попытки в этом направлении. Но истинно многоклеточное существо внутренне противоречиво. С одной стороны, все его клетки содержат одинаковую генетическую информацию, с другой – работать в разных клетках она должна по-разному. Основная проблема возникает с размножением. С появлением многоклеточности в мире появились дряхлость и смерть. Одноклеточные не умирают от старости – они могут погибнуть лишь от случайности, голода или хищника. Главная цель любой приличной клетки – стать двумя клетками, жить вечно. Даже если такие организмы соберутся в кучку и станут как-то общаться между собой, они еще не станут многоклеточным организмом, их можно назвать лишь колонией – бесформенной кучей одиночек-эгоистов. В истинно многоклеточном общежитии нужен строгий контроль за размножением, большинство клеток гарантированно умрут, а потенциальным бессмертием обладают лишь гаметы – половые клетки. Убедить рядовую – соматическую – клетку не размножаться, а жить и добровольно сгнуться для обеспечения бессмертия гаметы очень трудно, для этого нужно много сложных генов (притом что гены во всех клетках одни и те же), а их можно хранить лишь в большой клетке с ядром. Поэтому бактерии так никогда и не смогли стать многоклеточными, а некоторые эукариоты таки преодолели сложность.

Правда, и у многоклеточных бывают рецидивы, когда клетка “вспоминает”, что она свободна, никому ничего не должна и может делиться сколько влезет – тогда возникает рак. Причина – мутация, поломка генов-ограничителей, держащих эгоизм в узде.

Получив многоклеточность, мы стали большими и сложными, но потеряли индивидуальное бессмертие, да еще получили в нагрузку шанс умереть от собственных клеток, стремящихся к бессмертию. Адекватна ли цена?..

Многоклеточность бывает разная. Первые опытные образцы, судя по современному трихоплаксу *Trichoplax adhaerens*, больше напоминали кляксу. Потом тело стало шариком; затем оно завернулось кувшинчиком, причем двухслойным – это уровень кишечнотелостных и плоских червей. Но такая форма имеет маленький недостаток: вход и выход из пищеварительной системы – это одно и то же отверстие. Стало быть, нельзя есть непрерывно, а ведь хочется! Более того, такой пищеварительный тракт невозможно дифференцировать на части. Посему величайшим достижением неких протерозойских животных стало обретение анального отверстия. Тело преобразовалось из кувшина в трубку (каковой и пребывает доселе), теперь стало возможно лопать сколько влезет, а пищеварительный тракт – подразделить на сегменты: глотку, пищевод, желудок, переднюю кишку, заднюю кишку. Конечно, не все эти отсеки возникли одновременно, но главное было начать. А в разных отделах можно выделять разные ферменты, переваривать разные вещества, лучше их усваивать, а через то – повышать обмен веществ.

История возникновения пищеварительной системы каждый раз повторяется в нашем эмбриогенезе: сначала из бластулы втягиванием стенки внутрь образуется гастрюла с одним отверстием – бластопором – наружу и полостью – гастротелью – внутри, будущей пищеварительной системой. Фактически это уровень гидры или медузы. Потом с противоположной бластопору стороны вдавливаются второе отверстие и соединяется с гастротелью – это уровень круглых червей (условно, конечно). Человек – тоже трубка. Из сего, кстати, следует интересный казус: полость пищеварительной системы – это на самом деле внешняя среда по отношению к человеку, а бактерии-симбионты, сидящие в нашем кишечнике, сидят в реальности снаружи от нас. Они и рады бы стать паразитами, да иммунная система внутри не пускает. Потому же так просто решается загадка, столь мучающая многих школьников, постигающих анатомию: почему многие железы *внешней* секреции открывают свои протоки в желудок и кишечник? Вроде же они внутри человека? На самом деле протоки открываются вполне себе наружу, просто “наружу” завернута в нас и даже проходит сквозь нас.

Кстати, о ртах...

Многоклеточные животные в первом приближении делятся на две масштабные группировки – первично- и вторичноротые. К первым относятся, например, моллюски и членистоногие, ко вторым – иглокожие и хордовые. У первичноротых отверстие, появляющееся у гастрюлы, становится в последующем ртом, а возникающее позже – анальным. У вторичноротых все наоборот, первым закладывается именно анальное отверстие. Долгие годы зоологи и эмбриологи спорили: свидетельствует ли такая разница о независимом происхождении этих групп, или она второстепенна. Точку в дискуссии поставило открытие *Нох*-генов – особого семейства генов, определяющих закладку переда, середины и зада. Оказалось, что эти гены мало того что весьма схожи от червей до человека, так они еще и жутко консервативны. Различия же первично- и вторичноротых определяются только разницей в последовательности

формирования в общем-то одинаковых частей. Мы начинаем формироваться сзади наперед, а мухи – спереди назад.

Конечно, эмбриологи не могли удержаться и не поиграться с включением-выключением *Hox*-генов; идеальные для этого объекты – дрозофилы, ведь им от жизни надо немного, они выживают даже при довольно серьезных нарушениях эмбриогенеза. Так вот, если выключить определенный *Hox*-ген, отвечающий за формирование третьего сегмента груди с последними ножками и жужальцами, то срабатывает другой ген, третий сегмент развивается по образцу второго и получается четырехкрылая муха. Теоретически, если включать гены лишний раз, можно вывести и мушиную многоножку. Если запустить первый *Hox*-ген и спереди, и сзади, должен получиться дрозофилий Тянитолкай с двумя головами с обеих сторон. Иногда такие нарушения возникают сами собой, и не только с *Hox*-генами, но и другими, отвечающими за верх-низ, право-лево, конечности, глаза и прочие части тела. Тогда могут рождаться сиамские близнецы, двухголовые, трехрукие и прочие подобные индивиды. Это, ясно, явная патология, но между нормой и патологией грань, как ни странно, очень туманная, так что эволюция подобных регуляторных генов была главным двигателем эволюции, ответственным за появление частей тела, отделов черепа и позвоночника, формирование грудной клетки и конечностей, а также всего прочего, чего в протерозое еще не было, но что было вот-вот готово появиться.

Существуют и другие гены, необычайно похожие у первично- и вторичноротых, до того, что после пересадки гена *PAX6* от мыши к мухе чужие гены продолжили работать и дали правильный результат! У мухи с мышинными генами стали появляться дополнительные глаза, причем не мышинные, а фасеточные, ведь гены *PAX6* сами не определяют форму и строение органов, а лишь запускают другие нужные в данном месте тела гены.

Большая часть протерозойских живых существ жила в воде, причем в верхнем слое, так как их собственные остатки делали воду мутной, отчего в нижних слоях было слишком темно, чтобы там могли жить водоросли, так что у дна кислорода фактически не было. Да и в верхнем слое кислорода было не слишком много, ведь от солнца вода нагревается, а в теплой воде газы растворяются плохо (для проверки этого тезиса достаточно согреть бутылку газировки).

Некоторое время спустя, в начале кембрия (542 млн лет назад), появились эффективные планктонные фильтраторы, что-то вроде нынешних рачков. Они ели органическую муть, плавающую в толще воды, и склеивали ее в виде пеллетов, быстро падавших на дно. От этого мутность воды снизилась, а водоросли смогли жить в более глубоких водах. Около дна увеличилось содержание кислорода, так что и эта часть планеты стала доступной аэробам. И тут произошел прорыв!

Увеличение размера клетки ограничено прочностью клеточной мембраны, иначе клетка растечется или даже лопнет. Надо как-то укреплять границы. Можно нарастить толстую клеточную стенку, как сделали растения и грибы. Но она ограничивает подвижность – трудно бежать, когда ты дерево. Можно нарастить внеклеточную оболочку вокруг всего тела, например хитиновый панцирь членистоногих. Но это в любом случае тяжелая штука, тянущая на дно, где утонувшие задыхались без кислорода. Пока у дна условия были анаэробные и царил тьма, там могли жить лишь чудаковатые хемосинтетики-анаэробы, а животные и растения не могли стать большими и прочными. Когда же около дна появился кисло-

род, проблема исчезла и перед живыми существами открылись невиданные доселе перспективы. Дальше дна не провалишься. Теперь стало возможным ползать по субстрату, становясь сколь угодно большим и тяжелым. Унылое и безжизненное доселе дно повеселело, расцвело и зашевелилось. Реализация открывшихся возможностей известна как “кембрийская революция”. Собственно, так палеонтологи с геологами и различают слои докембрия и кембрия: в первых мы не видим крупных животных с твердыми покровами, а во вторых их полно. Долгое время “кембрийский взрыв” был загадкой для ученых. Получалось, что мшанки, кораллы, моллюски, брахиоподы, трилобиты и прочая членистоногая нечисть возникли ниоткуда. В реальности их предки жили уже в докембрии, но имели микроскопические размеры и зачаточные твердые покровы.

В венде – преддверии кембрия – существовали и сравнительно крупные существа, но все они были бесскелетными, а потому их отпечатки сохраняются крайне редко. Самый известный их пример – эдиакарская фауна, сборище фантастических тварей инопланетного облика, лишь малая часть коих имеет родство с современными животными.

Так скажем же спасибо безымянным героям – докембрийским цианобактериям и кембрийским фильтраторам – за наши кости, зубы и ногти, прочность и стойкость, улыбку и прическу, маникюр и педикюр.

Кстати, о морозе...

В конце протерозоя грянуло Лапландское оледенение. Уже одно его название должно нагонять страху на нас, тропических зверей. Но хуже того, оно действительно было самым сильным за всю историю планеты. Земля чуть ли не целиком была скована льдами, а жизнь висела на волоске. Расчеты показывают, что полное покрытие планеты снегом и льдом чревато необратимым остыванием: большая часть доходящего от Солнца тепла будет отражаться обратно в космос, а оставшегося не хватит на растапливание ледников. Если бы такой печальный сценарий реализовался, еще неизвестно, смогли бы выжить хоть какие-то организмы. Наша Земля могла превратиться в аналог Марса.

С другой стороны, не исключено, что именно похолодание сыграло положительную роль, так как в холодной воде кислород растворяется лучше; недаром именно арктические и антарктические моря особо богаты жизнью – водорослями, рачками, рыбами и китами.

Глава 8

Звено 3: хорда, трубчатая нервная система и зрение (ранний кембрий, 530–535 млн лет назад)

В раннем кембрии в палеонтологической летописи появляется множество новых животных, в том числе первые хордовые. Некоторые из них так примитивны, что далеко не все палеонтологи признают их принадлежность к хордовым. Например, *Haikouella lanceolata* и *Yunnanozoon lividum*, жившие 520–525 млн лет назад в Китае, внешне похожи на ланцетника, но в деталях очень уж от него отличны. Например, наличие у них хорды и жаберных дуг сомнительно, а расположенные на спине сегменты могут быть не миомерами – мышечными сегментами, а членистой кутикулой – плотной защитной оболочкой. Как бы то ни было, подобные существа совершенствовались, и развитие мы видим в лице *Pikaia gracilens* из среднего кембрия (505 млн лет назад) Канады. У пикайи кутикула погружилась внутрь и стала “спинным органом”, своеобразным заменителем хорды, хотя и истинная хорда тоже имелась (Conway Morris et Caron, 2012). Была у нее и нервная трубка, а также настоящие миомеры, но хватало и странностей: жаберы наружные и ветвящиеся, а на голове красовались длинные усики. Большую датировку, но и более продвинутое строение имеет *Haikouichthys ercaicunensis* из нижнего кембрия (530–535 млн лет назад) Китая. Он уже обладал настоящими жаберными дугами и глазами. Наконец, 500–515 млн лет назад в Канаде мы обнаруживаем уже “прорыбу” *Metaspriggina walcotti*, у которой пока нет плавников и почти нет черепа, зато есть орган обоняния и глаза. Современным аналогом являются ланцетники *Branchiostoma*, одиннадцать видов которых населяют ныне прибрежные зоны морей всего мира.

Таким образом, в первые миллионы лет кембрия формируются хордовые, типичными признаками которых являются хорда и нервная трубка, а приятным дополнением – глаза.

Хорда – эластичный штырь, идущий вдоль тела хордовых, который служит опорой телу в целом и мускулатуре в частности. Вероятно, хорде предшествовал “спинной орган” пикайи, который выполнял примерно ту же функцию, а сам образовался из спинной кутикулы, но эта гипотеза пока не может считаться полностью обоснованной. Правда, у большинства позвоночных (то есть высших хордовых) хорда имеется только в эмбриональном состоянии, зато вокруг нее образуется позвоночник. У нас ее остатки можно видеть внутри межпозвоночных хрящей.

Наружный панцирь членистоногих – экзоскелет – красив и прочен, надежно защищает от всяких невзгод, но тяжел и негибок. Если мы будем увеличивать, скажем, жука до размеров собаки или коровы, то толщина хитина при сохранении прочности должна увеличиваться такими темпами, что вес панциря будет совершенно неподъемным. Самая же главная проблема с экзоскелетом – ограничение роста. Когда хитин застывает, то не дает возможности увеличиваться. Можно, конечно, наращивать новые членики в длину, но для приличного роста приходится линять. А линяющее членистоногое крайне уязвимо, его всяк готов обидеть. Едва ли не большинство смертей таких животных происходит именно во время линьки.

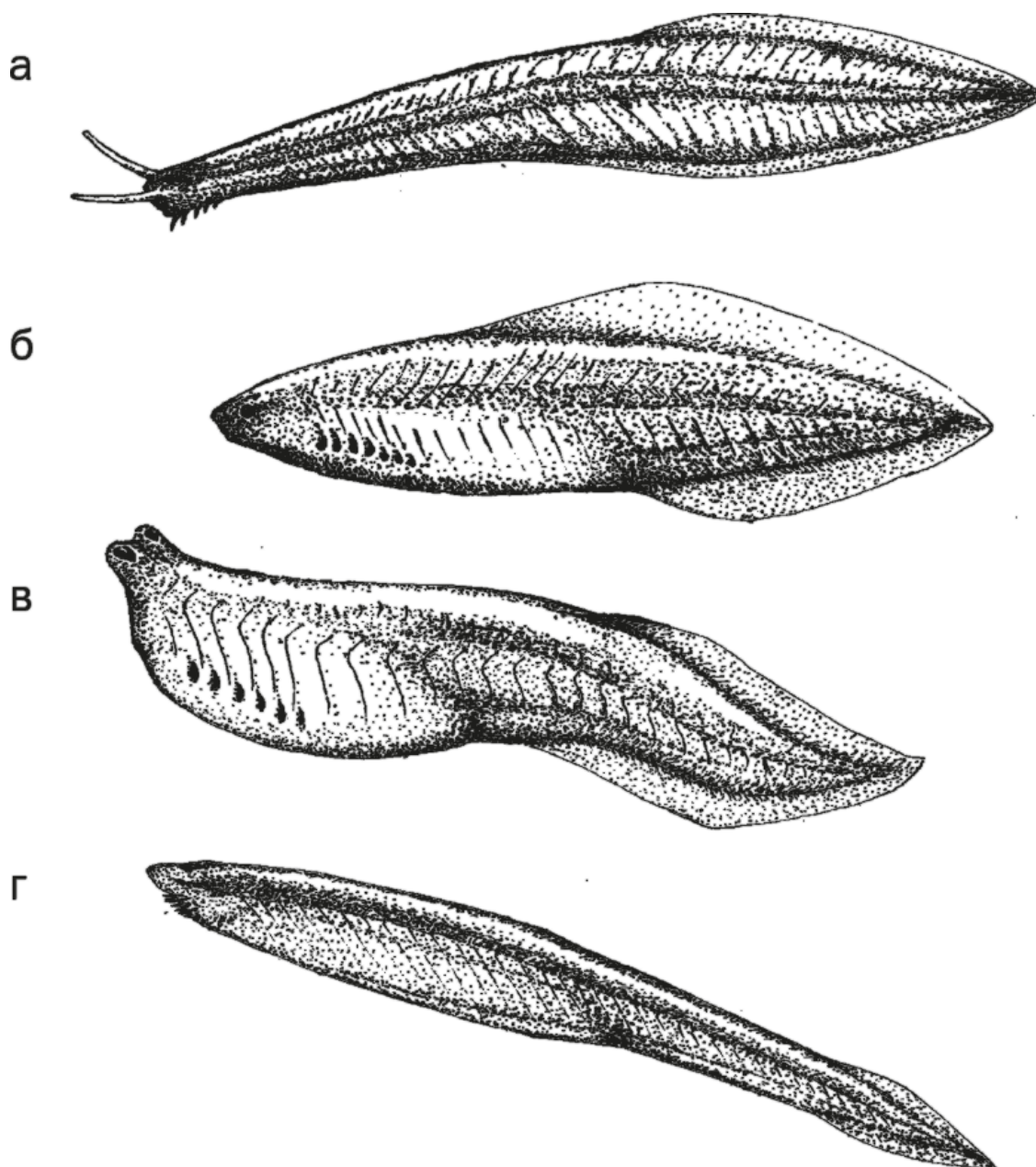


Рис. 7. *Pikaia gracilens* (а), *Haikouichthys ercaicunensis* (б), *Metaspriggina walcotti* (в) и ланцетник (г).

Внутренний скелет лишен этих недостатков, с ним можно расти сколько угодно, а его собственный вес увеличивается далеко не такими темпами, ведь хорда имеет вид палки короче и тоньше животного, а не изогнутой пластины длиной и шириной больше животного. Для свободно плавающего существа, к тому же регулярно втыкающегося в песок, схема с хордой самая подходящая. Впрочем, на уровне первых хордовых выгоды внутреннего скелета были далеко не столь очевидны, как может показаться с нашей точки зрения. Ведь хищники имели хелицеры, радулы и прочие колюще-режущие штуки, которыми так легко покромсать мягкое тельце вкусного хордового, и никакая внутренняя хорда не сможет этому помешать. Кто бы мог подумать в начале кембрия, что из столь уязвимого создания вырастет гроза природы? К счастью, тогда никто не мог подумать, ибо мозгов еще не было. Но они появлялись...

Нервная трубка – великое достижение. У большинства мало-мальски продвинутых беспозвоночных нервная система состоит из ганглиев – кучек нейронов, связанных между

собой пучками аксонов вдоль и поперек. У вытянутых животных она приобретает вид лестницы, отчего называется лестничной. У такой системы есть существенный недостаток: при увеличении объема ганглия клетки, находящиеся в его глубине, перестают получать достаточное снабжение, потому что все вкусное забирают нейроны, расположенные на поверхности. Можно, конечно, увеличить число ганглиев, вытянув тело. Скажем, немертины *Lineus longissimus* могут достигать 60 м длины! Сложность системы от этого, однако, не увеличивается, ведь все ганглии одинаковы. Насекомые решили эту проблему, обзаведясь грибовидными телами – похожими на поганки выростами мозга; за счет вытянутой формы их площадь довольно велика, и они выполняют роль коры мозга.

Но хордовые превзошли всех. Их нервная система представляет собой трубку, опутанную снаружи кровеносной системой, а изнутри заполненную спинномозговой жидкостью, которая образуется все из той же крови и выполняет сходные функции. То есть обмен веществ поддерживается и снаружи, и изнутри. Стенки трубки сразу можно сделать вдвое толще, а если раздуть это все пузырями, а пузыри потом покрыть бороздами, то объем нервной ткани можно увеличивать если и не до бесконечности, то уж точно до огромных величин. Правда, у кембрийской пикайи и современного ланцетника эти потенциальные возможности еще не реализованы, но главное – задатки. Хордовые, жившие полмиллиарда лет назад, строго говоря, не имели никаких интеллектуальных преимуществ перед тогдашними членистоногими, но именно благодаря их нервной трубке написаны эти строки, а Читатель может их прочитать.

Каким именно способом из ганглиозной системы получилась трубчатая, не вполне ясно. Интригует тот факт, что у нехордовых беспозвоночных нервная система расположена на брюшной стороне, ниже пищеварительной системы, а у хордовых – на спинной. Как из первой системы сформировалась вторая – загадка. Есть несколько интересных предположений. Например, некие предки хордовых могли перевернуться на спину и начать плавать кверху пузиком. Также они могли освоить жизнь на боку, подобно современной камбале (которая, сама повернувшись на бок, то ли вернулась в исходное положение, то ли окончательно перевернулась), из двух цепочек ганглиев одна исчезла, а вторая несколько сместилась и оказалась над кишечной трубкой, что у уплощенного животного не требовало больших перестроек. В пользу второй версии свидетельствует, например, асимметрия личинки ланцетника: она заметно перекошена, примерно так, как и должно быть искажено лежащее на боку существо. А лечь на бок предки хордовых могли в силу своего придонного образа жизни, тут аналогия с камбалой просто напрашивается.

Конечно, проблема возникновения нервной системы далеко не решена (Holland, 2015). Ведь на самом деле среди вторичноротых есть довольно различающиеся ее варианты. Интригует тот факт, что нервная система хордовых была, вероятно, исходной, примитивной, а полухордовые и иглокожие в этом случае оказываются эволюционно продвинутыми. Что ж, надо признать, мы взобрались по лестнице эволюции ниже морских ежей и баланоглоссов. Кстати, открытие аксохорда – морфологического, эмбриологического и генетического аналога хорды – у кольчатых червей показывает, что зачаток хорды, видимо, имелся у общих предков первично- и вторичноротых (Lauri et al., 2014). Затем первичноротые его большей частью потеряли, а мы донесли до современности – в буквальном смысле на своих хребтах – дремучий примитивный докембрийский вариант строения.

Незамысловатый образ жизни ланцетникообразных предков до сих пор виден в нашем строении. По всей нервной системе на задней стороне расположены чувствительные элементы (кроме обонятельных), а на передней – двигательные и обонятельные. Ведь ползали они вдоль дна на брюшке, все напасти валились на них сверху, а искали пищу они хеморецепторами, расположенными на передне-нижнем конце рядом со ртом. Мозг человека до сих пор ориентирован как у четвероногого животного и даже как у ланцетника (хотя у ланцет-

ника головного мозга как бы и нет). Поэтому, например, передние корешки спинного мозга двигательные, а задние – чувствительные, в прецентральной извилине расположен “двигательный человечек”, а в постцентральной – “чувствительный”, сосцевидные тела и гиппокампальная извилина, расположенные спереди, отвечают за обоняние, а затылочная доля сзади – за зрение.

Кстати, о зрении. Видимо, первые фоторецепторы возникли еще в докембрии, по крайней мере очень похожие на глаза штуки вроде бы есть у некоторых эдиакарических животных. У самых ранних хордовых начала кембрия – *Haikouichthys ercaicunensis* – уже есть настоящие глаза. Глаза совершили революцию. Раньше, чтобы что-то понять, надо было ткнуться носом или хотя бы прикоснуться усиками, в лучшем случае – унюхать. Но хеморецепция не дает понятия о расстоянии и не позволяет как следует распознать направление на источник запаха. В слепом мире докембрия не имел значения цвет, а форма определялась голой функциональностью, не было понятия красоты и грации. Зрение все изменило: теперь стало можно издали и надежно распознать как добычу, так и опасность, найти спутника жизни или вовремя сбежать от нежелательного знакомства, на других посмотреть и себя показать. Впрочем, у первых хордовых глаза были не ахти какие зоркие, скорее это были просто скопления светочувствительных клеток, различавшие свет, тьму и тени набегающих хищников. А враги и соперники меж тем эволюционировали куда как резво. Например, трилобиты того же времени имели мало того что фасеточные, да еще в буквальном смысле хрустальные глаза. У более поздних членистоногих может быть множество глаз: у скорпионов до шести пар, у пчелы два сложных и три простых. Даже у гребешка – морского двустворчатого моллюска – имеется до сотни глаз, хотя бы и совсем простеньких.

Прозрачность ланцетникоподобных предков сыграла с нами очередную злую шутку: светочувствительные клетки оказались повернуты аксонами вперед. Для прозрачных животных ориентация рецепторов не имела ни малейшего значения: свет доходил со всех сторон, а задачей глазка было не разглядывать детали в определенном направлении, а фиксировать тень от хищника. Случайно получилось так, что аксоны оказались направлены наружу, а потом загибались обратно к нервной трубке. У нас же теперь в глазу есть слепое пятно: аксоны со всей сетчатки сходятся вместе в зрительный нерв, разворачиваются задом наперед и выходят через стенку глаза назад – к мозгу – через зазор среди рецепторов. Конечно, мы этого пятна не замечаем, но только благодаря работе мозга, который все время должен додумывать: что там, на месте “черной дыры”? Не было бы слепого пятна, мозги не загружались бы еще и этой работой. Другое дело – головоногие моллюски: их предки предусмотрительно расположили свои рецепторы аксонами назад, так что глаз, например, осьминога не имеет слепого пятна. В остальном же глаза головоногих удивительно похожи на наши – это один из лучших примеров конвергенции, независимо появившегося сходства. Впрочем, мы опять забежали далеко вперед, до всего этого оставались еще миллионы и миллионы лет...

Ланцетникоподобные или даже более древние червеподобные предки оставили нам много и прочего наследства. Еще до зрения главным видом чувствительности была хеморецепция. В числе прочего она работала как система определения “свой – чужой”. В последующем – уже у позвоночных – из примитивного обонятельного органа развился особый вомероназальный, или яacobсонов, орган. У млекопитающих он расположен в нижней части носовой перегородки и представляет собой трубочку с невнятными на вид клетками внутри. Но сколь много значит этот древний невзрачный пережиток для судеб человечества! Яacobсонов орган определяет химический состав феромонов – специфических для каждого человека химических молекул. Особое коварство яacobсонова органа заключается в том, что информация от него не проецируется прямо на новую кору конечного мозга, то есть на сознание. Для человека как бы и чувства-то никакого нет; потому в языке отсутствует даже слово для самого ощущения. Но древние части мозга не дремлют, каждое мгновение они приди-

чиво распознают флюиды, витающие в воздухе. Если феромоны другого человека похожи на молекулы нюхающего, то мозг решает: “У этого человека химия такая же, как у меня, родимого, стало быть, у него такая же генетика, значит, он из моей популяции, он не конкурент за ресурсы”. До сознания же из дремучих недр подкорки доносится гулкий железобетонный вывод: “Этот товарищ – свой в доску! Он хороший!” Горе тому, у кого феромоны отличны, подкорковые ядра соображают: “У него другая химия, инородная генетика, он из другой популяции – однозначно конкурент, чужак!” В сознание wpłyвает непоколебимое убеждение: “Он плохой! Наверняка и детишек-то он не любит, и бабушек через дорогу не водит, ворует, бездельничает и вообще аморальный тип! Надо бы держаться от него подальше, а еще лучше – избавиться; если же и может быть от него какая польза, то лишь на соляных рудниках или хлопково-сахарных плантациях”. Самое неприятное, что убеждения эти исходят из самой глубины души, они донельзя искренни и не подразумевают проверки. Да и о какой проверке речь, когда система была отработана во времена, когда и мозга-то головного толком не было, не говоря уж о коре и интеллекте? Многие животные успешно пользуются яacobсоновым органом; Читатель мог наблюдать это на любимой кошечке, которая иногда осторожно касается языком какого-нибудь предмета, а потом, полуоткрыв ротик, смешно дышит, загибая язык и прикасаясь им к небу. Это она отправляет взятые на пробу феромоны в резцовый канал, откуда они идут прямиком в яacobсонов орган. У млекопитающих это чувство играет огромную роль в коммуникации (некоторые животные, впрочем, используют его своеобразно: змеи двумя кончиками раздвоенного языка собирают феромоны грызунов, чтобы успешнее охотиться на них; так они повернули общение мышей против них самих). У человека вомероназальный орган сильно редуцирован, он работает еле-еле (если честно, толком непонятно, работает ли он у человека вообще или, может, работает, но не у всех: Meredith, 2001; Monti-Bloch et al., 1998), но он оставил отчетливые следы на нашем черепе. На небе позади резцов есть резцовый канал – отверстие, соединяющее ротовую и носовую полости, через него как раз проходила трубка органа. Но напрасно вы, Уважаемый Читатель, пытаетесь нащупать языком дырку: она уже заросла мягкими тканями и не функционирует; сам орган лежит на сошнике – кости носовой перегородки, феромоны попадают в него через нос.

Как многие явления природы, яacobсоново чувство имеет две крайности.

С одной – темной – стороны, вомероназальный орган может быть в немалой степени ответственен за расизм: ведь именно у представителей разных рас феромоны отличаются в наибольшей степени. Именно из-за подсознательности работы органа расизм так легко возникает сам собой и столь сложно с ним бороться. Ведь убеждение о том, что отличающийся феромонами человек плохой, входит в сознание исподволь из подкорки, на полном автомате, для этого ничего не надо делать. Для того же, чтобы понять, в чем истинная причина неприязни и что моральные, интеллектуальные и прочие личностные качества человека не зависят от его химии, надо немало потрудиться новой корой конечного мозга, иметь информацию и уметь ее обрабатывать, а это уже не каждому дано. Конечно, стоит помнить, что не в одном яacobсонове органе дело: зрение, слух и злобная пропаганда тоже делают свое черное дело, но эти воздействия прямо проецируются на неокортекс, так что с ними легче разбираться; яacobсоново же чувство глубоко личное и внутреннее.

Есть у работы яacobсонова органа и противоположная – светлая – сторона. Если феромоны другого человека почти идентичны собственным, но все же отличаются, да он еще другого пола, что еще надо?! Яacobсонов орган включает программу “Любовь с первого взгляда”. Впрочем, и тут есть доля вероломства: ведь опять же реальные свойства человека не зависят от его феромонов. Проходит время, как любое чувство, яacobсоново притупляется, а уж печать в паспорте, детишки в детском саду, поздно включать неокортекс...

Так что, если при встрече с новым человеком в вас проснется немотивированное внутреннее убеждение “Он плохой!” или “Он хороший!” – подумайте, не попутал ли вас якобсов орган, притормозите на секунду, включите неокортекс. Система, помогавшая выживать ланцетникам, рыбам и зверообразным рептилиям, в наши дни может давать трагические сбои и направлять наше поведение по ложному пути.

Из прочего докембрийского багажа до нас дошел общий план опорно-двигательного аппарата. Так, мышечная система в виде чередующихся миомеров явственно видна и в нашем теле: спинные, межреберные и брюшные мышцы, хотя и заметно перепутались, все же остаются принципиально сегментированными.

Первые хордовые были животными незатейливыми, у них, например, глотка занималась одновременно и глотанием, и дыханием, и выведением половых клеток. У членистоногих эти системы разделены: жаберы, легкие или трахеи – сами по себе, глотка, желудок и кишечник – отдельно, а яичники и семенники имеют свои протоки. Муха в этом смысле сложнее нас, у нее трахеи пронизывают все органы напрямую, в том числе головной мозг, так что ветер в буквальном смысле гуляет у нее в голове. Правда, эта же особенность – одна из главных причин, не дающих насекомым вырасти до очень больших размеров, иначе им пришлось бы превратиться в губку из трахей, ведь площадь трубочек растет в квадрате, а объем тканей – в кубе. Кроме того, в трахеи запросто могут попасть зловередные бактерии, и победить их сложно, ибо такая дыхательная система отделена от кровеносной и иммунной.

В отличие от членистоногих, кислород у нас доставляется к органам с помощью кровеносной системы, так что есть возможность делать это избирательно и прицельно (вспомним красивые цветные картинки томограмм мозга, на которых отмечается именно активность кровотока, а не работа нейронов как таковая), а лейкоциты по пути избавляют организм от болезнетворных микробов. Наши предки дышали фактически стенками пищеварительной системы, мы делаем так же, но стенки эти у нас вздулись в виде очередных пузырьков, что позволяет обеспечить высокий обмен, столь необходимый для мышления. Кстати, происхождение нашей дыхательной системы из пищеварительной привело к тому, что в бронхах наших легких есть вкусовые – “горькие” – рецепторы (Deshpande et al., 2010).

Через те же самые жаберные отверстия у первых хордовых выводились и половые клетки. Созревали эти клетки в гонадах, да вот беда – специальных протоков для их транспортировки предусмотрено не было. Наружные слои гонад и стенки тела рвались, половые клетки выходили в околожаберную полость, а оттуда через дыхательные отверстия – наружу. Для мелкого животного, сделанного из нескольких слоев клеток, это не проблема, но потомки-то выросли. И до сих пор у женщин половые клетки (стадия под названием “овоцит II порядка”) выходят через разрыв наружного слоя яичника прямо в полость тела. Однако ж разрывать брюшную стенку уже не покажется такой безобидной затеей, да и глотка “уехала” далеко, а единственное оставшееся жаберное отверстие закрылось барабанной перепонкой, так что пришлось эволюции открыть изначально замкнутую вторичную полость тела женщины с помощью маточных труб. Система на редкость путаная, с точки зрения членистоногих.

Вот что хордовым действительно удалось, так это кровеносная система. Правда, у ланцетника специальной выстилки мелких сосудов вообще-то нет, так что его “капилляры” – это просто трубкообразные щели в мускулатуре, а кровеносная система фактически незамкнутая, но это мелочи. Выстилка все же появилась, замкнутость замкнулась, и теперь снабжение всем полезным органов может быть точечным и прицельным. У членистоногих и моллюсков сердце представляет собой открытую спереди трубку со щелями по бокам, перебалтывающую гемолимфу, которая омывает все внутренние органы. Для мелкого животного такая система идеальна – не надо тратить на лишние сосуды и занимать ими и так незначительное пространство. Но при увеличении размеров тела и толщины тканей такая система

перестает полноценно работать – до глубоких слоев клеток питательные вещества уже не доходят. Зачем первые хордовые приобрели сосуды – вопрос, но теперь мы можем быть большими и умными. Впрочем, человеку есть над чем еще работать, ведь у нас сердце высоко, а тело большое, качать кровь снизу проблематично, чуть что – появляются варикозные расширения вен. То ли дело у миног и миксин: у них в венозной системе имеются три дополнительных сердца – в голове, печени и хвосте; варикоз им не страшен!

Глава 9

Звено 4: учетверение генома, обретение скелета, зубов и мозга (ордовик, 470–480 млн лет назад)

Долго ли, коротко ли, прогресс шел своим чередом, но идти ему было нелегко. Ведь для появления каких-нибудь новых замечательных усовершенствований необходимы новые гены. Если же мутируют уже имеющиеся гены, то старые признаки модифицируются, но медленно, пока они станут чем-то принципиально новым, скорее всего, минует очень много времени. Гораздо веселее процесс пойдет, если генетического материала станет много. И тут позвоночным повезло, причем дважды (а некоторым и трижды). У неких хордовых, существовавших уже после отделения линии, ведущей к современному ланцетнику, произошло полногеномное удвоение – дупликация, а потом случилось еще одно удвоение (Putnam et al., 2008). Второе, вероятно, свершилось уже после отделения линии современных миног, хотя это пока не вполне ясно. У человека, таким образом, геном увеличен в четыре раза по сравнению с ланцетником, а учитывая изначальную диплоидность – $24=8$, – фактически мы октаплоиды!

В момент удвоения половина генов продолжала работать как прежде, а вторая могла беспрепятственно мутировать. Понятно, что большая часть генов при этом просто полома-лась, но часть смогла получить новые функции. Позвоночные получили два отличных шанса быстро и безопасно усложниться, и они их использовали. Закономерно, что новые гены отвечают в основном за регуляцию активности других генов и эмбриональное развитие, а также работу нервной системы и передачу сигналов. Сколько еще миллионов лет понадобилось бы для появления человека, не случись этих дупликаций?

Кстати, о рыбах, лягушках и мечехвостах...

В третий раз геном удвоился 350 млн лет назад у предков костистых рыб, а у предков южноамериканских украшенных рогаток *Ceratophrys ornata* примерно 40 млн лет назад – удвоился даже дважды относительно обычных лягушек. То есть рогатки – октаплоиды в мире амфибий и совсем уж невероятные полиплоиды в сравнении с ланцетниками. Может, поэтому костистые рыбы сейчас самая разнообразная и многочисленная группа позвоночных? Ведь если считать по числу видов, то мы живем в эру костистых рыб, а вовсе не млекопитающих. А лягушки, быть может, еще не разогнались и у них все впереди? Мир захватят рогатки?!

Удвоение генома случалось и с беспозвоночными, например с бделлоидными коловратками *Adineta vaga*. Совсем неожиданным оказалось, что две полногеномные дупликации случились у предков мечехвостов – до крайности примитивных с виду ракообразных, почти не менявшихся с палеозоя. Почему нашим предкам увеличение числа генов пошло на пользу и резко ускорило эволюцию, а на мечехвостах никак внешне не сказалось? Пока это загадка...

Меж тем жизнь ставила перед хордовыми особые задачи. Подросшее тело и мало-мальски подвижный образ жизни требует нового уровня обмена веществ. Кальций и фосфор – дефицитные элементы и при этом чрезвычайно важные для жизни, они участвуют в регу-

ляции обмена как на уровне клетки, так и всего организма. Поэтому, когда животное находит источник столь ценного ресурса, хорошо бы не только потребить его, но и запастись на будущее. Когда же такая заначка становится достаточно крупной, обнаруживается ее новое свойство – она тверда! И вот такие гранулы начинают скрипеть на зубах хищника, портить ему аппетит, – это уже защитная функция. Если же такие гранулы скопить во рту, то можно и самому кого-нибудь ухватить за бочок. Дальше – больше, и вот уже плывет по морю этакий червячок с зубами – конодонтоносите́ль, а если он обзавелся и хрящевым позвоночником, то это уже бесчелюстная рыба *Agnatha*. Если же постараться и сконцентрировать кальция еще больше, то получится настоящая кость. Неспроста у хрящевых рыб в хрящах содержится больше минеральных веществ, чем у костных, ведь у последних функции хряща и кости расходятся, гибкость и прочность перестают быть синонимами и становятся противоположностями.

Первыми по-настоящему твердыми элементами хордовых стали зубы. Они есть у конодонтоносителей и бесчелюстных рыбообразных, в том числе современных миног и миксин. Зубы возникали неоднократно, например, у крупнейшей хищной рыбы девона *Dunkleosteus intermedius* края челюстей были покрыты зазубренными клыкоподобными пластинами, но не зубами в нашем варианте. Хрящевым рыбам идея так понравилась, что они целиком покрылись зубами: шершавая кожа акулы или ската сплошь усеяна именно ими, точно такими же, что и во рту, только мелкими. Впрочем, в ордовике все было проще: без челюстей ни прилично укусить, ни тем более прожевать ничего невозможно, но можно вцепиться и не отпускать. Так и делают нынешние миноги: вцепляются в бок рыбы, выделяют прямо в тело жертвы пищеварительные соки, а потом всасывают то, что получилось. Миксины хищнее – они вцепляются в добычу, потом завязываются узлом, прогоняют этот узел вдоль себя (чему способствует обильная слизь) и вырывают кусок мяса.

Первые рыбы были совсем небольшими животными, и добыча их была невелика, но, видимо, иногда достаточно прытка, так что зубы в целом оказались полезным приобретением. А уж в далеком будущем функции их необычайно расширились, вплоть до демонстративной и сигнальной. В следующий раз, когда будете улыбаться белозубой улыбкой, с благодарностью припомните жизнелюбивых ордовикских червячков, которые не хотели быть проглоченными первыми рыбами, отчего последние были вынуждены обзавестись крючками во рту.

Таким образом, части с твердыми минеральными составляющими первоначально, видимо, не были предназначены ни для защиты, ни для опоры. Но в ордовике появились новые напасти: пик расцвета переживали головоногие моллюски наутилоидеи *Nautiloidea* с прямой раковиной – смертоносные торпеды, самые гигантские из которых – *Endoceras* – имели раковины до 9,5 м длины! От крупного хищника, как известно, есть два надежных спасения: можно либо спрятаться, либо убежать (можно еще принять бой, но такая стратегия обычно заканчивается плачевно, ведь хищник на то и хищник, что вооружен лучше жертвы). Беспозвоночные в подавляющем большинстве прятались если не в норы, то в разного рода скорлупки. Некоторые хордовые последовали их примеру. Например, одна из древнейших рыб *Arandaspis prionotolepis*, жившая 470–480 млн лет назад, имела на переднем конце панцирь из множества чешуек. У *Astraspis desiderata* они слились в уже сплошной спинной щит. Правда, и про бегство они не забывали: хвост оставался свободным, гибким и подвижным, а у большинства хордовых того времени – конодонтоносителей – наружного панциря вообще не было. Но если мелкие и легкие конодонтоносители и ланцетники вполне могли уплыть от хищника без особых усилий, то рыбам двигать подросшее тело, да еще наполовину закопанное в доспехи, было нелегко. Гибкая хорда уже не справлялась с задачей точки опоры для мышц, поэтому вокруг нее образовался позвоночник. На первых порах, правда, хорда и позвоночник не исключали друг друга, и у современных миног и некоторых рыб они вполне

сосуществуют, но в дальнейшем хорда оказалась уже не столь актуальной, сохранившись лишь у эмбрионов. Позвоночник тоже далеко не сразу стал таким, как у нас. Сначала он был хрящевым, а у круглоротых и хрящевых рыб остается таковым и поныне. Лишь в конце силурийского периода, около 420 млн лет назад, появляются первые костные рыбы. Впрочем, они были не единственными изобретателями кости: в это же самое время очень похожий принцип окостенения выработали бесчелюстные *Osteostraci*.

Рыбы как минимум дважды вступали на скользкую дорожку бронирования – с появлением панцирных бесчелюстных *Heterostraci* и панцирных челюстных *Placodermi*; и это только по-крупному, без учета мелких поползновений типа кузовков и панцирных щук. Ведь как заманчиво замкнуться в уютной скорлупке, отгородиться от всех невзгод и супостатов надежной броней и стагнировать так миллионы лет, прикидываясь пылесосом где-нибудь около илистого дна. Слава эволюции, что наутилоидеи в ордовике, ракоскорпионы в силуре и аммониты в девоне хотели хорошо кушать и изобретали всё более изощренные способы вскрытия консервов, какими становились панцирные рыбы. Благодаря аппетиту гигантских беспозвоночных часть рыб рвалась ввысь, в толщу воды, избегая смерти быстротой и маневренностью. Они расстались с обманчиво спасительными доспехами и миновали опасность превратиться в очередной аналог членистоногих с наружным панцирем. А ведь у некоторых – например, у девонского антиарха *Asterolepis* – уже и плавники становились членистыми! Такие бы никогда не вышли из воды на твердь земную или, по крайней мере, не смогли бы стать крупными существами, ведь внешняя броня должна утолщаться опережающими темпами, чтобы при увеличении площади не терять прочности, от этого она становится чрезмерно тяжелой, и ее невозможно носить на суше. Это одна из причин, почему наземные членистоногие никогда не могли вырасти до приличных размеров. Хордовые избежали этой ловушки. Но вернемся в ордовик...

Первые рыбообразные обрели головной мозг. У ранних хордовых и ланцетника нервная трубка лишь слегка утолщена в передней части. Но жизнь становилась сложнее, банальное утолщение уже не отвечало новым реалиям. И передний конец нервной трубки стал пузыриться: всего получилось пять последовательных пузырей, причем потом передний стал еще и парным (кстати, момент появления головного мозга логично считать и моментом обособления головы, ведь у ланцетника ее фактически нет, есть лишь головной конец). Неравномерное разрастание стенок вздутый дает пять отделов головного мозга. Передний из них – конечный мозг – ясное дело, занимался обонянием. Обоняние было одним из первых органов чувств, а обонятельные рецепторы закономерно расположены на самом конце головы; неспроста и у нас нос занимает почетное место в первом ряду. Сейчас мы конечным мозгом думаем, но о мышлении ордовикских рыб говорить было бы слишком смело; впрочем, они не были и простыми роботами, скорее их душевные движения можно было бы назвать простейшими эмоциями. Параллельно развивались и иные структуры мозга, в том числе совершенствовалась память: животным с развитой хеморецепцией и несовершенным зрением важно запоминать запахи, связанные с пищей, опасностью и общением. Наследие тех далеких времен в полной мере сохранилось в нашем мозге: лимбическая система отвечает как раз за обоняние, эмоции и память (в полной мере она сформировалась уже у амфибий и рептилий, но корни следует искать у истоков – у первых рыб). Когда на улице дуновение ветерка донесет до вас запах из детства и нахлынут воспоминания, а на лице при этом мелькнет улыбка или сами собой нахмурятся брови – это предки просыпаются в ваших гипоталамусе, гиппокампе и полосатом теле.

Впрочем, первые позвоночные не имели очевидных преимуществ перед беспозвоночными. Хитиновый панцирь или разного рода раковины были у кого угодно, а радула моллюсков и позже, с середины силура, хелицеры ракоскорпионов легко справлялись с телом первых рыб. Ганглии моллюсков и членистоногих размерами почти не уступали голов-

ному мозгу хордовых. Именно головоногие моллюски и другие беспозвоночные были главными хищниками первой половины палеозоя. До торжества позвоночных было еще ой как далеко...

Глава 10

Звено 5: обретение конечностей, челюстей и ребер (начало силура, около 440–430 млн лет назад)

Как уже говорилось, первые рыбообразные плавали, просто изгибая тело. В лучшем случае у них имелись плавниковые складки вдоль тела – на спине, животе и по бокам. Они позволяли держать равновесие, не перекувыркиваясь кверху брюшком; у придонных форм возникали также шипы для закрепления в иле. Потом выяснилось, что такие складки можно волнообразно изгибать – ундулировать – и за счет этого плыть. Но у панцирных бесчелюстных с гибкостью были основательные проблемы, особенно на переднем конце. Хвост как основной движитель – это здорово, он хорошо толкает вперед, но не позволяет маневрировать, а резкие повороты в суровом силурийском море – залог выживания. Поэтому плавниковые складки стали дифференцироваться, подразделяться на более отчетливые элементы, превратившиеся в настоящие плавники; они были уже у самых продвинутых бесчелюстных (например, *Thelodonti*) и еще самых примитивных челюстноротых.

Показательно, что плавники возникали несколько раз независимо; так, самостоятельно приобрели их бесчелюстные *Osteostraci*. Однако у большинства первых рыб план плавников уже вполне современный: парные представлены грудными и брюшными. В дальнейшем их вариации были бесчисленными, а начиналось все более чем скромно.

Минутка фантазии

Потенциально плавниковую складку можно подразделить и на другое количество плавников. А у некоторых уже развитых рыб акантод (например, *Climacium* и *Euthacanthus* с границы силура и девона) между грудными и брюшными плавниками имелись еще до шести пар промежуточных шипов. Это, правда, не были настоящие плавники, но и настоящие первоначально сформировались из примерно таких же шипов. Так что наши две руки и две ноги – в некотором роде дань экономии природы. В принципе, и парные плавники, и – в дальнейшем – ноги могли быть множественными. Почему осьминогам можно, паукообразным, насекомым, ракам и многоножкам тоже, а позвоночные должны довольствоваться несчастными четырьмя? Было бы неплохо иметь 16 конечностей. Или хотя бы шесть для начала. Отличные бы вышли кентавры. Как знать, может, разумные существа со свободными и умелыми руками появились бы на миллионы лет раньше, ведь проблема устойчивости перед ними не стояла бы?

Другие важные преобразования происходили на голове. Еще у кембрийских хордовых жаберные отверстия укрепились маленькими дужками, которые не позволяли краям отверстий спадаться. Позже, как уже говорилось, во рту появились зубы, но челюстей еще не было, рот представлял собой просто дырку или трубку. Если добыча не только активна, но и прочна, ее надо раскусить, а для этого нужны челюсти. Эволюция лепит новые элементы из старых, уже существующих. Нужна твердая основа для зубов? Что там рядом? Ага, жаберные дуги! И первые жаберные дуги стали челюстями. Впрочем, принцип оказался более чем удачным: наши слуховые косточки и хрящи всей средней части дыхательных путей, а также мышцы головы и некоторые железы сделаны из тех же жабр. Процесс этот был долг и сложен, но не будем уходить в тонкости, про это написана не одна книга. Главное – своим

жеванию, слуху, мимике, речи и даже здоровью мы обязаны крепежу дыхательной системы древних рыб. Мы жуем жабрами, улыбаемся и хмуримся жабрами, говорим жабрами, вертим головой жабрами, слышим благодаря жабрам, сморкаемся и то их выделениями.

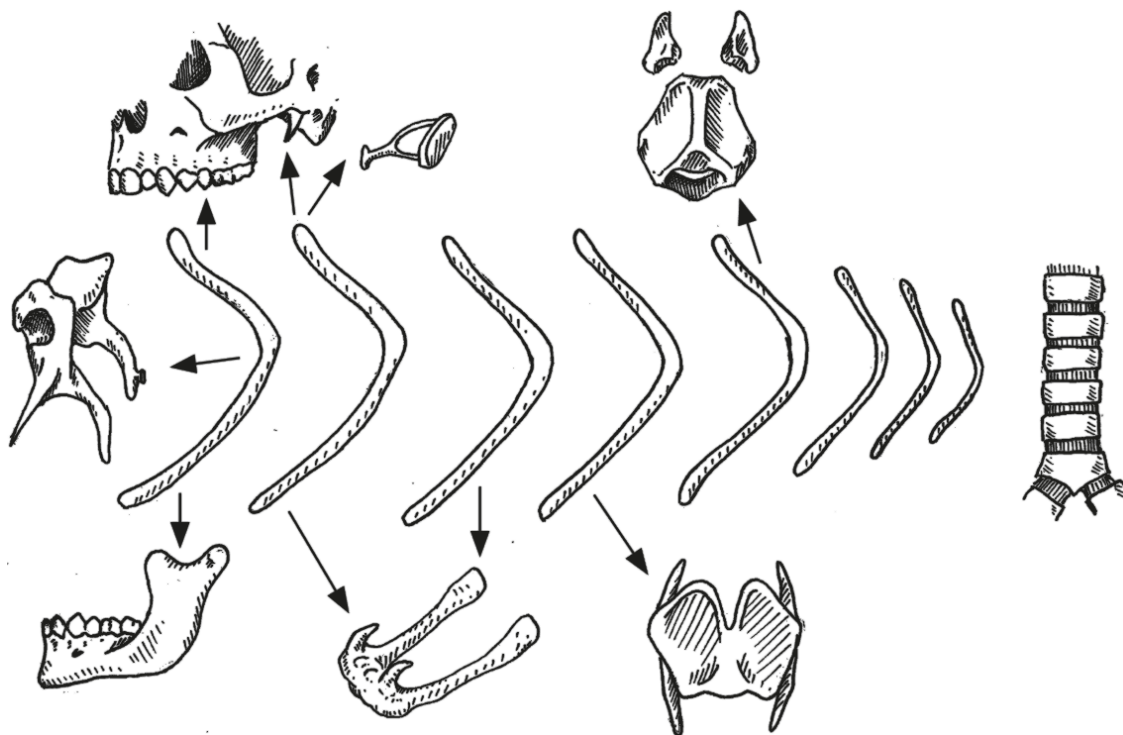


Рис. 8. Схема эволюции жаберных дуг.

Уголок занудства

Жаберные дуги стали основой многих элементов головы, шеи и верхней части туловища. Из верхней половины первой дуги формируется верхняя челюсть, из середины – слуховые косточки молоточек и наковальня, из нижней половины – нижняя челюсть; из верхней половины второй дуги формируется стремечко и шиловидный отросток височной кости, из нижней половины – малые рога и верхняя часть тела подъязычной кости; из третьей дуги – большие рога и нижняя часть тела подъязычной кости; из четвертой – щитовидный хрящ гортани, из пятой – перстневидный и черпаловидный хрящи гортани, из последующих – хрящи трахеи.

Элементы первых трех пар жаберных дуг участвуют в закладке языка, из первой жаберной щели образуется слуховой проход и евстахиева труба, из первого жаберного кармана – полость среднего уха и евстахиева труба, из второго жаберного кармана – небные миндалины, из третьего – две параситоидные и вилочковая железы, из четвертого – еще парочка параситоидных.

Из мезенхимы жаберных дуг образуются жевательные и мимические мышцы, а также мышцы гортани и глотки.

Вторые жаберные дуги и щели хорошо видны у человеческого эмбриона примерно в месячном возрасте, а в редких случаях отверстия сохраняются и у взрослого человека по

бокам шеи и ведут прямо в глотку. Конечно, такому человеку не суждено стать Ихтиандром, ведь жабра – это не только отверстие, да даже и будь развиты функциональные жаберные лепестки и тычинки, их не хватило бы для снабжения всего человека кислородом, для этого нужны жабры с площадью не меньше, чем у легких. Но одна – первая – жаберная щель у нас все же сохраняется навсегда: она преобразовалась в евстахиеву трубу, а первый жаберный карман – в барабанную полость среднего уха. Впрочем, сквозного отверстия уже нет, снаружи все это прикрыто барабанной перепонкой, но это мелочи. Евстахиева труба выравнивает давление в среднем ухе изнутри от барабанной перепонки, приводит его в соответствие с наружными условиями. Жаберная щель спасает нас от закладывания ушей, когда мы взлетаем или приземляемся на самолете или погружаемся в пучины океана на батискафе (лучше всего при смене высоты сидеть, широко открыв рот, но поскольку в самолете сотня человек с разинутыми ртами выглядела бы слишком сюрреалистично, то пассажирам часто выдают сосательные конфетки – не по доброте душевной, как некоторые думают, а чтобы люди сглатывали слюнки и тем самым пользовались своей жаберной щелью). Вот уж воистину – ухо жаброй не испортишь!

Кстати, о муренах...

Челюсти хорошо, а две – лучше! У мурен, кроме стандартных верхней и нижней челюстей, имеются еще и внутренние челюсти, сделанные тоже на основе жаберных дуг и выдвигающиеся вперед при захвате добычи. Чудастик из фильма “Чужой” не так уж оригинален, как многим может показаться.

Рыбы оставили нам богатое наследство, в том числе зевоту. Когда человек устал и засыпает или же, напротив, еще не вполне проснулся, тонус дыхательной мускулатуры слаб, вдох становится менее глубоким, организм недополучает кислорода, а в крови накапливается углекислый газ. Специальные рецепторы в стенках кровеносных сосудов регистрируют эти изменения и посылают сигнал в продолговатый мозг, в ретикулярную формацию. Мозг сообщает: “Кислорода маловато, что-то, видать, приключилось... Что же? Ага! *Жабры засорились!*” Что же нужно сделать? Широко открыть рот, расправить жабры и током воды через глотку прочистить жаберные щели, выгнать оттуда ил и песок. И человек добросовестно “промывает жабры” – открывает рот и расправляет несуществующие хрящевые дуги, то есть открывает челюсти. И неважно, что жабр нет уже сотни миллионов лет, ведь тонус мышц немножко поднимается, вдох углубляется, организм получает кислород – задача выполнена, система работает!

Кроме плавников и челюстей, примерно в это же время были изобретены ребра. У бесчелюстных их нет, они им и не нужны: это либо длинные тонкие создания, так что хорды для прочности им вполне хватает, либо с головным панцирем; да и усилий они прилагают немного. Но удобно, когда мускулатура крепится не только на хорду, но и на дополнительные прочные штуковины, расположенные вдоль тела. Получается, что рыба отталкивается от собственных ребер, изгибы тела получают энергичнее, можно быстрее спастись от злых ракоскорпионов. Кто ж знал, что спустя миллионы лет опорные элементы станут защитой для внутренних органов и, что гораздо важнее, – каркасом движителя дыхательной системы. За счет реберного дыхания мы можем достигать того уровня метаболизма, что необходим для содержания нашего многозатратного мозга.

Кстати, о сосудах...

В середине силурийского периода совершилась очередная революция, повлиявшая на судьбы мира и обеспечившая в будущем наше появление, – растения научились убивать свои клетки! Это было одно из важнейших достижений после появления многоклеточности. Ведь все клетки имеют одинаковый генетический аппарат, все хотят жить, трудно устроить так, чтобы отдельные продолжали благоденствовать, а какие-то добровольно умерли. Зато из мертвых клеток можно сделать трахеиды – по сути целлюлозные трубочки с дырочками со всех сторон, хорошо проводящие воду в разных направлениях, но преимущественно снизу вверх. Пройдут миллионы лет, и на основе трахеид будут созданы настоящие сосуды и качественная механическая ткань, которая вознесет высоко над землей густые кроны, в которых будут резвиться приматы. А пока – 423 млн лет назад – первые сосудистые растения куксонии *Cooksonia* робко высывались из воды и озеленяли берега водоемов...

Глава 11

Звено 6: появление легких, хоан и шеи (ранний девон, около 415 млн лет назад)

Вначале девона рыбы сделали еще один шаг, вернее, гребок в сторону прогресса – работали легкие. Первоначальная функция легких точно не ясна. Возможно и очень вероятно, они с самого начала функционировали как элемент дыхательной системы, были дополнительным жаберным карманом, увеличивающим площадь всасывания кислорода.

Не исключено также, что первым их назначением была балансировка тела. Стенки рыбьей плотки обогащены кровеносными сосудами, ведь у рыб газообмен осуществляется через жабры. Но если есть орган, способный быстро сконцентрировать газ или, напротив, выделить его обратно в воду, то можно сделать на этой основе отличный поплавок. Дело в том, что у древнейших рыб были проблемы с устойчивостью и всплытием-погружением. Первая сложность решается уплощением брюха и наращиванием длинных плавников: два длинных крыла по бокам и высокие кили на спине и хвосте – узнаете акулу? Вторая более трудноразрешима. У хрящевых рыб есть жировое тело, обеспечивающее нулевую плавучесть, но быстро поменять глубину акуле сложно. Неспроста она приближается к добыче суживающимися кругами – хищница делает это не из-за садистских наклонностей, не чтобы лишний раз потрепать жертве нервы. Просто быстро всплыть из глубины акула не может, она двигается как самолет: для поднятия или снижения ей нужно преодолеть гораздо большее расстояние по горизонтали, а грудные плавники работают как рули высоты. Двигаясь кругами, акула просто старается не потерять цель из виду; можно, конечно, “взлетать” по длинной прямой с разворотом, но тогда можно и упустить обед.

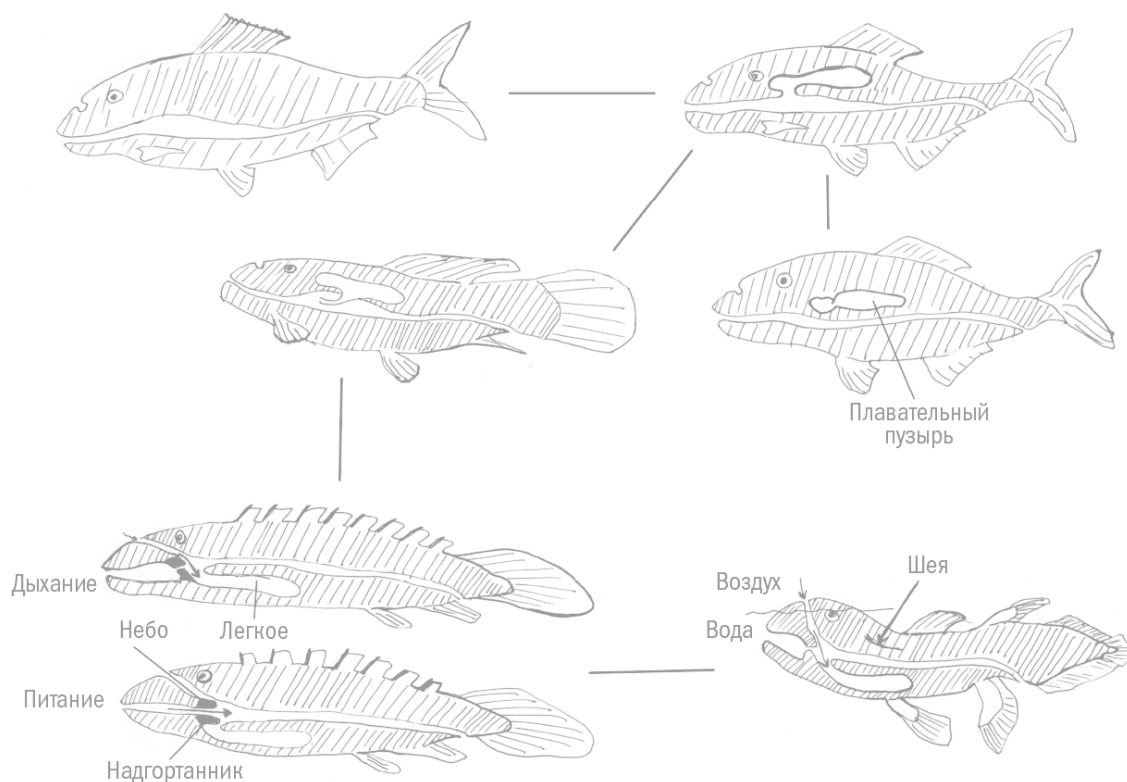


Рис. 9. Схема возникновения легких, плавательного пузыря и неба.

А вот костистые рыбы имеют плавательный пузырь – вырост глотки, снабженный кровеносными сосудами, да не простыми, а двусторонними: в передней части пузыря кислород выделяется из крови в пузырь, а в задней всасывается обратно. Таким образом, дыхательная система становится двигательной. Можно быстро, в пару вдохов накачать газа и всплыть наверх или, напротив, в пару выдохов погрузиться в пучины. Пока акула будет наворачивать свои круги, продвинутая рыба поменяет глубину, и злобная вражина будет вынуждена снова крутиться (правда, делает она это убийственно быстро).

А если есть обширный орган, способный быстро качать кислород в кровь, почему бы не использовать его как продолжение дыхательной системы? Особенно если в мелкой прогретой воде кислорода не хватает и приходится заглатывать воздух ртом, всплывая на поверхность. А это уже и есть легкие.

Однако версия возникновения легких из плавательного пузыря имеет огромный недостаток, ведь древнейшие известные рыбы с достоверным плавательным пузырем появляются заметно позже, чем рыбы с легкими. Посему более вероятно, что цепочка событий была прямо противоположной: легкие возникли у рыб, живших в регулярно пересыхавших водоемах, и лишь дополняли жабры, а после на их основе возник плавательный пузырь. Девонский период был чрезвычайно жарким, за всю историю Земли теплее было только в кембрии. Слаборазвитая корневая система растений плохо держала берега, водоемы были неустойчивыми, быстро наполнялись от дождей и еще быстрее испарялись и утекали в песок, а горячая вода содержала мало газов. Из-за неразвитости корней деревья то и дело падали в воду, а на их гниение опять же уходила масса кислорода. В итоге заморы были обычнейшим бичом девонских рыб.

Дополнять дыхательную систему легкими надо еще и потому, что жаберные щели в мелком грязном водоеме легко забиваются илом, а ведь совсем немножко выше – и воздуха хоть отбавляй. Современные двоякодышащие *Dipnoi*: четыре вида протоптеров *Protopterus* из Африки, чешуйчатник *Lepidosiren paradoxa* из Южной Америки и рогозуб *Neoceratodus forsteri* из Австралии – при спячке во время сухого сезона могут дышать вообще только легкими, причем месяцами. Наземные четвероногие возникли, впрочем, не из двоякодышащих, а их родственников – кистеперых *Rhipidistia*, типа девонской *Gyroptychius agassizi*, имевших аналогичное строение легких. Сейчас существует лишь два вида их родственников латимерий *Latimeria* (из некогда разнообразной группы целакантов *Coelacanthiformes*), живущих на больших глубинах в Индийском океане, а потому потерявших дыхательную функцию легких.

А теперь, Уважаемый Читатель, наберите в ваши легкие побольше воздуха и для лучшего проникновения осилите следующий абзац на одном вдохе...

С очень большой вероятностью похожие органы появлялись неоднократно. Ведь легкие двоякодышащих и кистеперых рыб – это вырост нижней части глотки, а плавательный пузырь костистых – верхней. Правда, легкое могло и переползти с нижней стороны наверх. В пользу этого говорит, во-первых, расположение легких у двоякодышащих: хотя соединяются с глоткой они снизу, сами лежат на верхней стороне тела, огибая глотку справа, вслед за ними погибают и кровеносные сосуды, в том числе с левой стороны на правую; у рогозуба же легкое непарное, хотя и с намеком на раздвоенность. Во-вторых, у костистых рыб эритроин *Erythrinus* плавательный пузырь открывается на боковой стороне глотки, а сам расположен сверху; к тому же его передняя часть имеет альвеолы и выполняет роль легкого. В-третьих, очень своеобразная и даже загадочная костистая (не двоякодышащая!) рыба многопер *Polypterus* имеет вполне развитые парные легкие, расположенные на нижней стороне тела. Тут мы встречаемся с очередной упущенной возможностью. Наши кистеперые предки перед выходом на сушу жили, судя по всему, на мелководье, а сами были не такими уж маленькими. Метровому полену, лежащему в луже, трудно задирать голову так высоко, чтобы заглотнуть

воздух ртом (они, конечно, старались, благодаря чему мы приобрели еще и шею в качестве бесплатного приложения; шея сделана в основном из жаберных мышц и, похоже, возникала независимо в разных линиях рыб и первых амфибий: Шишкин, 2000). Обширная поверхность ротовой полости быстро сохнет, да к тому же в иле и грязи широкой пастью недолго наглотаться всякой гадости. А ведь наверху морды есть аккуратные маленькие ноздри. У обычных рыб носовые полости функционируют исключительно как обонятельные органы, у них даже есть пара ноздрей с каждой стороны – для входа и выхода воды. В новых условиях возникают хоаны – внутренние носовые отверстия, соединяющие носовую полость с глоткой, так что воздух идет по прямой в новообретенные легкие. Кстати, хоаны, по-видимому, тоже возникали независимо у двоякодышащих и кистеперых: одна задача – одно решение, но несколькими разными способами. И кто ж мог знать, что такое очевидное усовершенствование станет проблемой у человека, который появится через четыреста с лишним миллионов лет? Ведь ноздри и хоаны открываются в глотку сверху, а легкие сформировались как нижний вырост глотки. Получился перекрест дыхательных и пищеварительных путей. Для рыб это, видимо, не было великой проблемой, ведь они не жуя глотали крупную добычу, которая в любом случае не могла провалиться в легкие, а вот у наземных существ начались сложности: при глотании (особенно хорошо пережеванной пищи) еда того и гляди может шмякнуться в гортань или трахею. Конечно, возникли предохранительные клапаны – небо наверху и надгортанник внизу; у всех приличных млекопитающих они смыкаются, а потому звери либо глотают (и тогда на полном автомате надгортанник опрокидывается пищей, закрывая гортань, а небо поднимается, перекрывая носоглотку), либо дышат. Посему они в принципе не могут подавиться. Так же система работает и у шимпанзе, и у новорожденного человека, поэтому младенец либо дышит (обычно он при этом еще и вопит), либо сосет молоко (обычно утверждается, что он делает это одновременно, но на самом деле попеременно). Но два миллиона лет назад – четыре сотни миллионов после появления легких и хоан – человек стал делать первые попытки говорить. Голосом общаться удобно, но для обогащения набора сигналов нужно усложнение звукопроизнесения, членораздельность речи. Кто четко и внятно сообщает информацию окружающим, тот имеет больше шансов на выживание, да и на прекрасный пол может произвести должное впечатление, так что его гены будут увеличивать свою частоту. Но для говорения нужна подвижность гортани: расположенная за толстым языком, она и сама не имеет нормальной амплитуды, и языку мешает. И вот гортань начинает свое движение вниз, в свободную часть шеи. У зверей в таком случае либо удлиняется мягкое небо, либо надгортанник, но грандиозность задачи у человека не оставила ему таких возможностей – если бы небо и хрящ увеличились пропорционально длине шеи, то не получилось бы уже ни глотать, ни дышать. Поэтому свершилось ужасное – мягкое небо и надгортанник разомкнулись, расстались навсегда. Их разлучение позволило нам говорить, но оказалось роковым – теперь мы можем погибнуть подавившись. Ведь пища уже вовсе не гарантированно попадает в горло и пищевод, геометрически ей гораздо проще угнаться за гортанью – дыхательную систему. Конечно, возникли рефлекторные защитные механизмы, но уж больно своевольно наше сознание: мы можем захотеть и говорить, и дышать одновременно, тогда надгортанник останется открытым, а мы подавимся. Это редкостный случай возникновения откровенно вредного признака в качестве побочного эффекта, а возможно такое, ибо польза от говорения намного перевешивает опасность. Все же далеко не каждый болтун гибнет, подавившись едой, зато теперь каждый может повышать свою приспособленность говоря. А упущенная возможность, о которой упоминалось в начале этого бесконечного абзаца, проста: будь мы потомками не кистеперых, а костистых рыб, у которых плавательный пузырь – бывшее или потенциальное легкое – вырост верхней стенки глотки, или возникни мы чуть позже из более продвинутых двоякодышащих, у которых не только легкое, но и вход в него мог бы переползти наверх, у нас не было бы злосчастного перекре-

ста. Запросто могла бы возникнуть некая горизонтальная перегородка между дыхательной и пищеварительной системами, да и без нее сила тяжести вела бы пищу куда следует – в пищевод и желудок, а не в трахею и легкие. Кто знает, может, речь возникла бы намного раньше? И ведь есть же прецеденты среди костистых рыб – те же илистые прыгуны, дышащие на суше кожей и *наджаберным* дыхательным органом – полным аналогом легкого. Но в девоне костистых рыб еще не было, так что воздушную среду захватили потомки кистеперых, а после конкуренция с их стороны была уже непреодолима, и у костистых не было шансов стать новыми, более совершенными четвероногими. Пospешишь – людей насмешишь...

Уффф... Можно выдохнуть. Спасибо кистеперым рыбам за их нелегкую болотную жизнь, обеспечившую нас способностью так здорово дышать!

Соединение носовой и ротовой полостей имело и иные последствия: диалектически оформился и их разделитель – небо. Его задняя часть – мягкое небо, а его самый большой вырост – язычок, который очень наглядно показан в мультиках, где он эффектно болтается, когда кто-то кричит. Мягкое небо, как уже говорилось, во время глотания поднимается, перекрывая носоглотку. Но у системы есть недостаток: если человек лежит на спине и при этом очень расслаблен – смертельно устал, вдребезги пьян – или у него ожирение и язычок просто тяжел, мягкое небо свисает вниз и закрывает носоглотку. Поскольку человек упорно продолжает дышать, воздух, идущий через нос, колеблет язычок и возникает храп (конечно, существуют и другие его причины). Спасти положение можно, повернув человека на живот или хотя бы на бок (чтобы язычок свесился в другую сторону и открыл путь воздуху) или же приведя его в чувство – растолкав или хотя бы громко хлопнув, крикнув, пнув (чтобы мышцы пришли в тонус и подняли мягкое небо). Бывает, впрочем, что ничего не помогает, а окружающие ни в чем не виноваты. Тогда приходится идти на крайнюю меру – удаление язычка мягкого неба. Правда, без него не получится жадно глотать еду большими кусками (иначе сокращение глотки будет толкать пищу в том числе и в нос), но, может, оно и к лучшему, особенно если причиной храпа было ожирение. Нездорово будет и пить в лежащем положении: вода будет выливаться через нос. Но на какие жертвы не пойдешь ради блага близких!

Впрочем, когда я излагал эту тему на одной лекции, один из студентов рассказал, что некоему его знакомому-родственнику сделали такую операцию, а он таки храпеть не перестал. Каким органом он продолжал это делать, науке неизвестно; вероятно, языком, который тоже может заваливаться в глотку. Можно предложить еще одну операцию...

Вряд ли девонские кистеперые рыбы храпели, но именно их жизнь создала наши свойства – приятные и не очень.

Глава 12

Звено 7: руки-ноги

(поздний девон, 385–365 млн лет назад)

Большинство девонских кистеперых рыб жило в не очень глубоких пресных водоемах. Но времена были дикие, качественные редуценты были в дефиците, поэтому растения (а к середине девона уже появились деревья приличного размера), падавшие в воду (деревья-то появились, а корневая система у них была крайне непрочная, поэтому они то и дело падали, а корни были маленькие, потому что несовершенные редуценты и вообще почвообразователи не могли обеспечить должного развития почвы, чтобы имело смысл отращивать большие корни; в общем – время еще не пришло), оставались лежать там большими кучами, загромождая пространство. Теплая вода – девон, как мы помним, был очень жарким – плохо растворяет кислород, поэтому в близких к анаэробным условиях несчастные редуценты, как ни старались, не могли быстро переработать утонувшие стволы. В следующем – карбоновом – периоде такие завалы еще увеличились, и из них получились такие грандиозные залежи каменного угля, что человечество жжет их уже сотни лет и все никак не изведет. Но и в девоне бардака хватало. Свободно плавать в таких условиях было сложно, тем более довольно крупным хищникам. Поэтому они стали ползать по дну и всем этим топлякам. Плавники у них видоизменились в толстые конические отростки, неспроста вся группа в целом называется лопастеперыми *Sarcopterygii*, а их важнейшее подразделение – кистеперыми *Rhipidistia*. Среди их современных потомков латимерия, перешедшая к жизни в глубоком море, все же не отказалась от старых привычек и тоже может ходить по дну, поочередно переставляя мясистые “ноги” с прочным основанием. Некоторые ископаемые кистеперые тоже жили в море; например, *Tinirau clackae* из Невады (387 млн лет назад) по некоторым чертам строения оказывается ближе к четвероногим, чем многие пресноводные родственники.

Позднее рыбы неоднократно изобретали хождение по дну. Этим занимаются родственники удильщиков *Antennarius*, *Brachionichthys* и *Sympterychthys*, а также короткорылый нетопырь *Ogcocephalus darwini*, они делают это практически так же, как и амфибии, – шагая на видоизмененных плавниках, на которых даже появляются аналоги пальчиков. *Bathypterois grallator* стал ходячим треножником, он опирается на чрезвычайно удлинённые лучи плавников. Десяток видов илистых прыгунов *Periophthalmidae* вообще едва ли не большую часть времени проводят на суше и даже преимущественно на деревьях, вернее, на корнях мангровых деревьев, поднимающихся над водой выше человеческого роста (рыба, живущая на корнях деревьев, торчащих над водой, – не самый стандартный образ!). Непроста они очень похожи на амфибий, а их грудные плавники, хотя и совсем не похожие на ноги, используются именно как лапки: ими они могут обхватывать стволы и веточки (в этом им помогают брюшная присоска и толстый хвост, служащий опорой), на них они прыгают, подобно лягушкам.

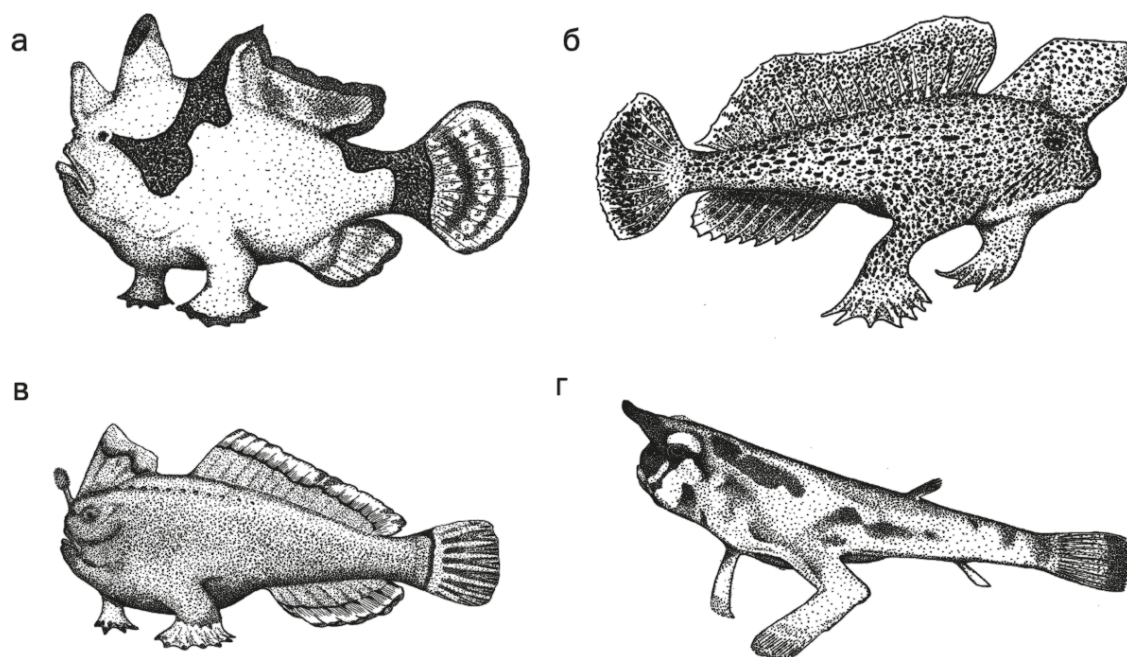


Рис. 10. *Antennarius* (а), *Brachionichthys* (б), *Sympterichthys* (в) и короткорылый нетопырь *Ogcocephalus darwini* (г).

Ближе к концу девона среди нескольких линий кистеперых параллельно возникли аналоги ног. Сколько всего было таких попыток – точно неизвестно. Из среднедевонских кистеперых к амфибиям наиболее близки *Eusthenopteron*, *Tinirau* и особенно *Platycephalichthys*. Но с “почти ногами” рыбы получили новые возможности. Ведь к этому времени на суше скопилось много всего вкусного: уже зеленели леса, а по ним ползали скорпионы и многоножки, первые пауки и насекомые-ногохвостки. Такой банкет никак нельзя было пропустить. Хотя первые насекомые были слишком мелкими для того, чтобы их ловили рыбы, но кормили собой тех, кем кормились рыбы.

Были и иные причины выползать на берега – например, для откладки икры в уединенных мелких бочажках, куда не доберутся злые хищники (кстати, кистеперые и сами были злыми хищниками). Так или иначе, но около 385–375 млн лет назад кистеперых “прорвало”: *Panderichthys rhombolepis* из Латвии и России, *Elpistostege watsoni* и более поздний, но и более распиаренный *Tiktaalik roseae* из Северной Канады, а также, без сомнения, другие подобные твари поползли сначала по дну, а потом и по илистым пляжам. Их конечности еще трудно назвать ногами, поэтому обычно их все же считают рыбами *Elpistostegalia*. Но план строения наших рук и ног тут уже хоть и с трудом, но узнаётся. Остается удивляться, как быстро шел прогресс: не минуло и десятка миллионов лет, как уже появились амфибии *Ichthyostegalia*. Древнейшие из них – *Elginerpeton pancheni* из Шотландии – имеют ту же датировку, что и пресловутый тиктаалик – 375 млн лет назад. Дальше – больше: *Ventastega curonica* из Латвии, *Hynerpeton bassetti* из США, *Acanthostega gunnari* и *Ichthyostega stensiovi* из Гренландии, *Tulerpeton curtum* из Тульской области – все они зашлепали по девонским болотам. Завоевание суши удалось.

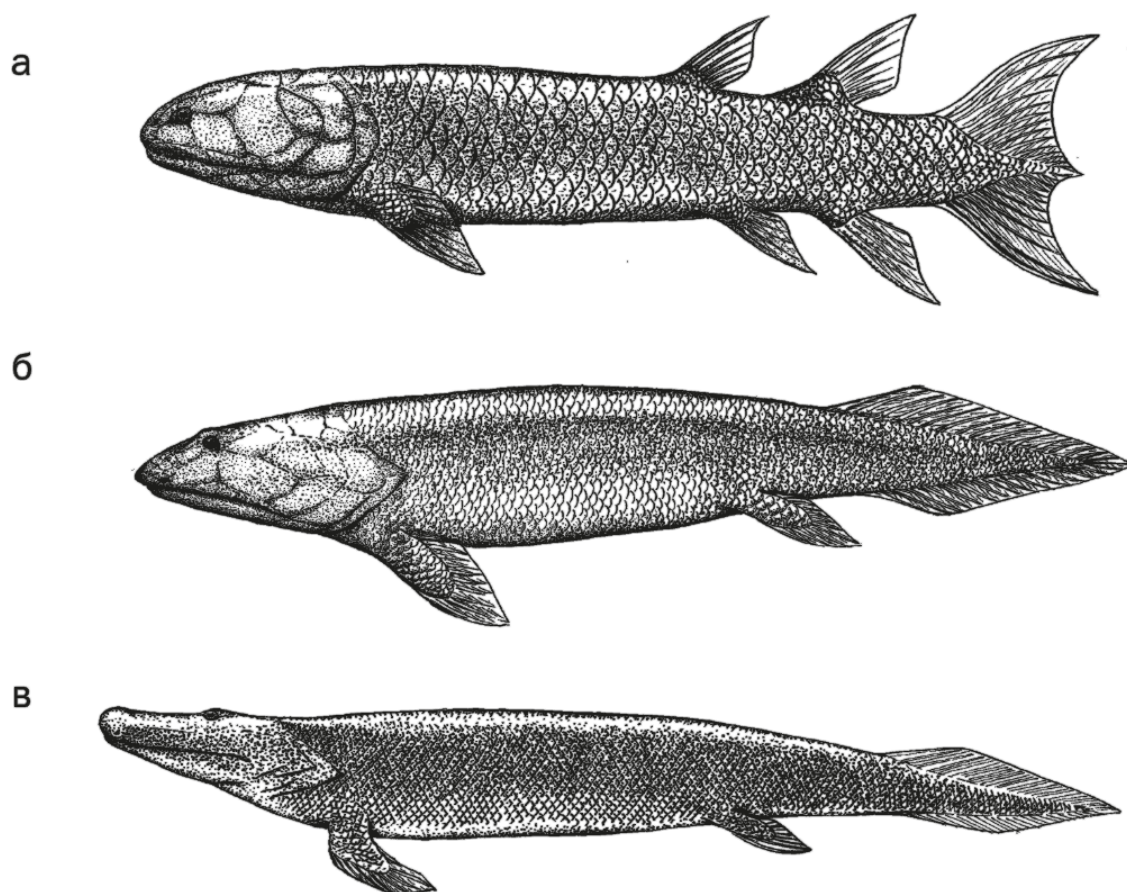


Рис. 11. *Platycephalichthys* (а), *Panderichthys rhombolepis* (б) и *Tiktaalik roseae* (в).

Минутка фантазии

Многие из первых четвероногих около 365 млн лет назад имели нестандартное с нашей точки зрения число пальцев. Так, *Tulerpeton curtum* обладал шестью пальцами на передней и шестью на задней лапах, *Ichthyostega stensiovi* шевелила семью пальцами на задней ноге, а *Acanthoostega gunnari* – аж восемь на передней. Количество же лучей в плавниках кистеперых может быть еще намного большим. То, что все наземные позвоночные в итоге оказались потомками пятипалой рыбоамфибии, просто-напросто случайность – одна из миллионов, сопровождавших нашу эволюцию. Как знать, будь мы правнуками восьмипалой акантостеги, может, и умелые ручки возникли бы раньше? Какие бы перспективы перед нами открылись! Клавиатуры компьютеров в полтора раза шире, сложнейшие жестовые языки, удивительные театры пальцев, чудесные манипулятивные способности – мечта фокусника и карманника... Впрочем, тогда мы бы мечтали о десятке пальцев. Порадуемся же, что наши предки не растеряли и тех пяти, что имели.

Совсем иное строение конечностей мы могли бы иметь, произошли наши предки от двоякодышащих. Плавник рогозубов имеет хрящевую основу в виде членистого стебля с двумя рядами “веточек” по бокам. Такая структура совсем не похожа на наши руки и ноги. Из нее вышли бы отличные ногощупальца с бахромой гибких пальцев, которыми можно

было бы оббивать предметы куда более изящно, чем это делаем мы своими фалангами... Впрочем, прочность подобной структуры невелика, неспроста она проиграла в девонском конкурсе освоителей суши.

От тех времен нам досталась одна странность. В предплечье локтевая и лучевая кости в расслабленном положении, когда ладонь повернута назад, расположены наперекрест. Вроде бы логичнее, если бы они были параллельны, как берцовые кости в ноге. Но эволюционная логика бывает странна. Ведь первые наземные четвероногие ползали на растопыренных в стороны лапах, у них локтевая и лучевая действительно не пересекались, а кисти торчали вбок. Примерно такое же расположение сохраняется и у рептилий. Однако когда зверообразные рептилии – предки млекопитающих – выпрямляли свои передние ноги, более эффективным оказалось развернуть кисть пальцами вперед, так толчок получается мощнее, шаг бодрее. Но кости в предплечье уже не могли поменяться местами и оказались скрещенными.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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