

1

РАГУ ИЗ МАСТОДОНТА

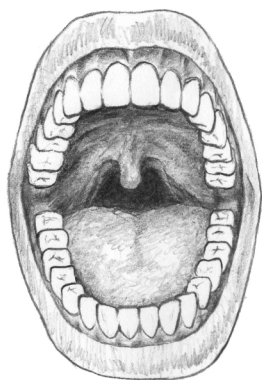
Какое рекордное количество зубов было удалено изо рта человека?

- а. 24
- б. 48
- в. 232
- г. 584

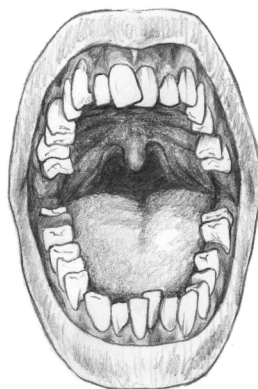
У меня было ощущение, словно я вернулся в среднюю школу. Я исчерпал все отговорки, отложил в сторону гордость и поставил брекететы, даже почти выровняв свои кривые зубы. Я прошел этап неуклюжего подросткового возраста с жемчужно-белыми зубами, выстроившимися красивыми рядами. Но во время учебы в колледже прорезались все мои зубы мудрости и немного подвинули ровные ряды. Я блаженно игнорировал эту проблему в течение нескольких десятилетий, но в конце концов дошел до того, что больше не мог откусить кусочек салата своими кривыми резцами. Мне не хотелось жевать одну зелень всю оставшуюся жизнь, поэтому я стиснул зубы и записался на прием к ортодонту.

Существуют целые медицинские дисциплины, основанные на той анатомической предпосылке, что наши зубы, предоставленные сами себе, в конце концов станут похожими на перекошенный частокол

с искривленными и перекрывающимися друг друга шпакетинами. В каждом учебнике по анатомии на планете есть иллюстрация типичного человеческого рта, и в нем ровно 32 идеально прямых зуба. Однако в реальном мире огромное множество взрослых людей не соответствуют подобной картине стоматологического совершенства. Большинство нуждаются либо в брекетах, либо в удалении зубов мудрости, либо просто мирятся с кривыми зубами.



Учебник



Реальность

После нескольких лет преподавания анатомии бакалаврам меня по-настоящему начало беспокоить то, что я не могу объяснить им, *почему* зубы не помещаются у нас во рту. Студенты изучают основы анатомии зубов, осознают наличие несоответствия зубов с челюстями, а дальше мы переходим к рассмотрению следующей особенности пищеварительной системы. Это не давало мне спать по ночам. Почему зубы не помещаются во рту? Установка брекетов и удаление зубов мудрости — настолько распространенные явления, что мы постоянно задаемся этими вопросами. Что, если бы почти каждому в подростковом возрасте приходилось ампутировать мизинец на ноге для исправления походки? А если бы удаление мочки

уха было обычной необходимой с медицинской точки зрения процедурой? Если бы инопланетяне прилетели и увидели, как мы удаляем собственные зубы, это показалось бы им столь же странным, как и приведенные здесь примеры.

Мне не нравится лишаться сна, поэтому я начал читать об этой проблеме. Много читать. Оказалось, что вопрос «почему наши зубы не вмещаются?» очень прост и имеет интригующий, многогранный ответ.

Что появилось раньше, челюсти или зубы?

Каждый слышал старинное выражение: «Ты то, что ты ешь». Во многих отношениях более точным высказыванием является фраза: «Ты то, что ты съел». В этой версии популярного афоризма не говорится о жареном цыпленке со вчерашнего ужина или о сегодняшних утренних тостах и кофе. Это, скорее, отсылка к нашим далеким предкам, которые выживали миллионы лет назад в африканской саванне и питались клубнями, луковицами и корнями. А также к нашим более поздним предкам, которые охотились на крупных животных, притаскивали их на свои первобытные стоянки и делили у костра.

В человеческом теле версия «Ты то, что ты съел» нигде так не верна, как в форме и структуре челюсти и зубов. Несмотря на то, что виды и обилие пищи, которые составляют наш рацион, в прошлом быстро менялись, трансформация таких прочных структур, как коренные зубы и нижние челюсти, — это очень медленный процесс. Зубы и кости, из которых состоит челюсть, могут видоизменяться со временем, но они не способны делать это настолько быстро,

чтобы поспевать за такой движущейся мишенью, как человеческая диета. В результате на протяжении всей истории человеческому рту приходилось выполнять работу, для которой он не особенно хорошо подходил.

Эту дискуссию следует начать с фундаментального вопроса: что появилось первым, челюсти или зубы? Ответ здесь менее очевиден, чем в случае с вопросом «курица или яйцо», который все любят задавать*. Самое запутанное в вопросе «челюсти или зубы» — то, что на протяжении всей истории эволюции животных твердые образования, называемые *одонтодами*, оказывались во многих иных местах, кроме рта^{1,2}. Одонтоды настолько тверды, что их называют зубоподобными структурами. Несколько непривычно думать о зубах, расположенных вне рта, но мы живем в мире, где у сверчков уши на ножках, а у кенгуру три влагалища, так что в действительности это не так уж и странно. Одонтоды без проблем окаменевают (будучи, как вы знаете, очень твердыми), и поэтому имеются полные сведения об их эволюции начиная с самых ранних позвоночных. Если коротко, оказывается, что зубы (или, по меньшей мере, зубоподобные структуры) существовали задолго до того, как появились челюсти. Просто они не все были так хорошо организованы в ротовой полости, как это обычно предполагают.

Одонтоды представляли собой либо плоские структуры, называемые кожными зубчиками (или плакоидными чешуйками), которые укрепляли кожу

* Касательно вопроса о том, что появилось раньше, курица или яйцо, все данные указывают на существование яиц задолго до того, как появились куры. Птицы — это всего лишь летающие рептилии. На протяжении многих миллионов лет существовали откладывавшие яйца рептилии, которые не являлись птицами, прежде чем появилось что-то вроде причудливой пернатой курицы.

древних рыб, либо глоточные зубы в горле примитивных обитателей океана. Такие чешуйки сохранились до наших дней и встречаются в виде чешуи у хрящевых рыб, включая акул и скатов. Не нужно далеко ходить за доказательствами наличия глоточных зубов у современных живых организмов. Собственно говоря, глоточные зубы присутствуют в миллионах домов по всему миру — повсеместно распространенная аквариумная золотая рыбка является хорошим примером современного организма с зубами в глотке.

Реальная дискуссия здесь заключается в том, от какого набора примитивных зубов (кожных или глоточных) произошли зубы в ротовой полости. В одном углу скалят свои зубы сторонники гипотезы «снаружи — внутрь». Как подсказывает название, эта группа ученых аргументирует, что плакоидные чешуйки, или кожные зубы, со временем мигрировали в область вокруг ротовой полости и внутрь нее. А сторонники гипотезы «изнутри — наружу», наоборот, утверждают, что зубы возникли в полости глотки и в конце концов мигрировали в полость рта.

Вне зависимости от того, возникли они в коже или в глотке, зубы в конце концов оказались во рту. Бесчелюстные рыбы с зубами полости рта, называемые *агнатанами*, широко представлены в палеонтологической летописи. Вымершие ныне угреобразные конодонты плавали в океанских водах начиная примерно с зари палеозойской эры (542 миллиона лет назад). Они прошли долгий путь к успеху, прежде чем столкнулись с проблемами спустя несколько сотен миллионов лет.

Быть бесчелюстной рыбой с зубами весьма приятно в мире, населенном исключительно другими бесчелюстными рыбами, трилобитами и мягкими морскими червями. Это даже приемлемо в мире, где у рыб есть челюсти, но нет зубов в ротовой полости³. Однако отнюдь не приятно существовать в мире,

наполненном акулами. Когда наступил девонский период палеозойской эры (или эпоха рыб, которая была около 400 миллионов лет назад), жизнь бесчелюстных рыб стала все сильнее походить на борьбу за выживание. Большинство из них не пережили девонское массовое вымирание. До наших дней дожили около 120 видов упрямых и стойких бесчелюстных миксин и миног.

Это была непростая эволюционная ситуация для такого ничем не выдающегося переходного организма, как миксина. Появление более причудливых, пронырливых и в целом более высокоразвитых форм жизни обычно означает конец переходных видов. Миксине же удалось переломить эту тенденцию. Увидев одну из них вблизи, можно понять, почему они преодолели эволюционный вызов. Миксины — одни из самых гадких, скользких и наименее привлекательных животных, когда-либо плававших в океане. Несмотря на отсутствие челюстей, они смогли выжить именно потому, что крайне неаппетитны.



Миксина — лучший выживальщик в ходе эволюции

По несчастному стечению обстоятельств миксина оказалась недостаточно отталкивающей для людей с ненасытной тягой ко всему экзотическому. В некоторых культурах этот вид считается делика-

тесом, а также используется в производстве изделий из кожи. Видимо, где-то есть люди, которые не могут жить без ботинок из кожи этого бесчелюстного. В результате многие виды миксин сейчас находятся под угрозой исчезновения из-за чрезмерного морского промысла⁴.

Как бы мне ни хотелось думать об ученых, сражающихся за истинность гипотез «снаружи — внутрь» или «изнутри — наружу» на неофициальных приемах и конференциях, посвященных эволюции зубочелюстной системы позвоночных, важнее понять, что челюсти и зубы имеют независимое эволюционное происхождение. Осознание эволюционной независимости челюстей и зубов имеет решающее значение для ответа на вопрос «почему наши зубы нам не подходят?». Когда одна из структур претерпела заметное изменение (например, челюсть стала меньше), зубы не последовали этому примеру автоматически. Мутация гена, контролирующего размер челюсти, не может чудесным образом вызвать мутацию гена, контролирующего размер зубов. Если бы клетки могли точно связывать мутации вместе подобным образом, мы бы все имели идеальные зубы, и ортодонтам пришлось бы подыскивать себе новую работу.

От зубов рыб к зубам рептилий и до зубов млекопитающих

Теперь, когда мы заложили фундамент знаний о происхождении челюсти и зубов, пришла пора вылезти из воды на поверхность. В любом случае конечная цель первой главы в том, чтобы понять, почему столь многим из нас уже в средней школе понадоби-

лись брекеты, а обучение в школе определенно проходило на суше.

Примерно в то время, когда океан стал наполняться зубастыми и челюстноротыми тварями, некоторые его инициативные обитатели предприняли попытку жить на суше. Разумеется, это происходило на протяжении несконченного числа поколений, и мы никогда не узнаем, сделали ли они это для того, чтобы не стать приманкой для акул, или чтобы найти лучшие возможности для добычи пищи. А может, по причинам, о которых мы даже не подозреваем. Как бы то ни было, некоторые животные, проводившие большую часть своего существования на мелководье, периодически начали выходить на берег. Этот переход был хорошо описан в последние годы благодаря открытию невероятных переходных окаменелостей, таких как доисторическая рыба *тиктаалик**.

Тиктаалик жил к северу от того, что мы сейчас называем полярным кругом, и у него были уникальные для рыбы особенности скелета, такие как шея и плоская голова. Он мог поддерживать свой вес на плавниках и отталкиваться от дна мелководья, где обитал. Тиктаалик фактически был мостом между рыбами и амфибиями, проявляя черты, свойственные как тем, так и другим.

Эта существо выползло около 375 миллионов лет назад и просуществовало примерно 150 миллионов лет до тех пор, пока на Земле в триасовом периоде не появились первые млекопитающие. Разумеется, за эти 150 миллионов лет с наземными позвоночными произошли некоторые существенные изменения. Кожа амфибий затвердела, позволяя лучше

* Подробное описание тиктаалика и событий, связанных с его открытием, можно найти в книге Shubin, Neil, *Your Inner Fish. New York: Vintage Books, 2009.* [Нил Шубин: Внутренняя рыба. М., Астрель: Корпус, 2012.]

сохранять воду, и позвоночные начали проводить все больше и больше времени вдали от воды. Конечности стали более приспособленными для передвижения по суше, а сами рептилии приобрели скорость и навыки хищников. Благодаря таким близким нам анатомическим особенностям, как соски и волосы, некоторые избранные животные организмы миновали стадию рептилий и попали на зарю эры млекопитающих. Большинство ранних млекопитающих не были самой впечатляющей группой: представьте себе мелких, похожих на белок животных, проносящихся между ног намного более крупных динозавров, и вы поймете, о чем речь.

В те времена произошли значительные изменения, затронувшие челюсти и зубы. По мере того как рептилии разошлись по всей планете, их зубы и челюсти менялись в зависимости от населяемой среды обитания. Некоторые виды, например черепахи, полностью освободились от зубов и приспособились к питанию с помощью прочного, как гвоздь, клюва. У многих, как у большинства ящериц, зубы оказались прикрепленными к внутренней стороне челюсти, в отличие от зубов, расположившихся в альвеолах, как у некоторых других рептилий (например крокодилов) и млекопитающих.

Помимо способа прикрепления возникли и другие различия между зубами млекопитающих и более ранними зубами рыб и рептилий. Наиболее очевидным было значительное сокращение общего числа зубов от рыб к земноводным, затем к рептилиям и далее — к млекопитающим. У среднестатистической рептилии может быть от 200 до 300 зубов, тогда как у млекопитающих редко бывает больше 50*.

* Виргинский опоссум возглавляет список животных Северной Америки с 50 зубами. Также это единственное североамериканское сумчатое животное, встречающееся к северу от Мексики.

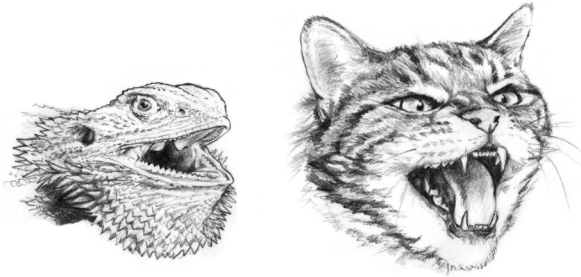
Иногда у человека вырастает значительно больше зубов, чем стандартные 32. Помните вопрос в начале главы? В нем спрашивалось о рекордном количестве зубов, вырванных изо рта. Я бы не стал осуждать вас за ответ «24», поскольку у взрослых должно быть максимум 32 зуба. Чрезвычайный случай произошел в 2014 году, когда подростку из Индии удалили 232 зуба, оставив ему 28 — типичное число зубов взрослого человека, у которого были удалены зубы мудрости.

Владельцы хладнокровных питомцев также могут заметить, что, в отличие от млекопитающих, рыбы и рептилии продолжают менять зубы до конца своей жизни. Млекопитающие теряют молочные зубы относительно рано, а затем вынуждены нести ответственность за сохранность второго набора зубов до конца своей жизни. С возрастом это становится для них серьезной проблемой — отсутствие достаточного числа здоровых и крепких зубов может привести млекопитающее к гибели. Проблема не является пустяковой и для человека. Жители США в возрасте от 20 до 30 лет имеют в среднем 26,9 зуба, но для людей возраста от 50 до 64 лет это число падает до 22,3*. Поддержание достаточного количества здоровых зубов имеет решающее значение: одно исследование показало, что риск смерти у пожилых людей, у которых менее 20 зубов, выше на 30 %, чем у тех, кто имеет во рту набор побольше⁵.

Другое существенное различие, которое можно заметить, глядя одновременно в глотку ящерицы и домашней кошки, — это большее разнообразие ти-

* Данные о потере зубов доступны в Интернете на странице, посвященной исследованиям Национального института стоматологических и черепно-лицевых исследований (*National Institute of Dental and Craniofacial Research*), находящегося под более широким покровительством Национальных институтов здравоохранения (*National Institutes of Health; NIH*).

пов зубов у кошки, тогда как у ящерицы все зубы выглядят одинаково.



У большинства рептилий большое количество однотипных зубов. У млекопитающих зубов меньше, но они бывают разных форм и размеров

Гетеродонтный зубной ряд, то есть наличие зубов разных типов, является отличительной чертой млекопитающих — он позволяет им поедать пищу, не имеющую аналогов в своем разнообразии. Такой зубной аппарат вторично развился у нескольких других групп — крокодилов или некоторых типов змей с узкоспециализированными клыками. Гетеродонтные зубы позволяют нам одним укусом оторвать кусок мяса от куриной ножки, затем похрустеть морковкой и наконец медленно смаковать кусочек карамели на десерт. Такая универсальность в питании позволила млекопитающим завоевать все уголки земного шара, потому что, куда бы мы ни пошли, мы всегда можем найти что-нибудь поесть.

Зубы приматов

А затем, примерно 66 миллионов лет назад, прилетел гигантский астероид. Когда я говорю «гигантский», я имею в виду громадину почти 10 километров