

Какой объем мозга нам реально нужен?

АЛЕКСИС УИЛЛЕТ, ДЖЕННИФЕР БАРНЕТ



УДК 612.82+616.899-053.9

ББК 28.706+57.4

У36

Alexis Willett, Jennifer Barnett
HOW MUCH BRAIN DO WE REALLY NEED?

Перевод с английского Татьяны Землеруб

Научный редактор: П.А. Зыкин, кандидат биологических наук, доцент (биологический факультет СПбГУ, кафедра цитологии и гистологии, лаборатория функциональной нейроморфологии)

Уиллет А., Барнет Д.

У36 Какой объем мозга нам реально нужен? / Алексис Уиллет, Дженнифер Барнет ; [пер. с англ. Т.Б. Землеруб]. — М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2019. — 288 с. : ил.

ISBN 978-5-389-13771-4

Результаты новейших исследований показывают, что в обозримом будущем — еще до конца нынешнего столетия — человечество способно жить в мире без деменции, болезней Паркинсона и Альцгеймера и других нарушений здоровья, связанных с истощаемостью мозговых ресурсов. В книге, цель которой — «пролить свет на возможности человеческого мозга в прошлом, настоящем и будущем», видные британские специалисты в области биомедицины и нейробиологии Алексис Уиллет и Дженнифер Барнет выясняют, сводится ли оптимизация работоспособности мозга к эволюционному отсечению лишнего, изучают пути противодействия нейродегенеративным заболеваниям и оценивают роль сознательных усилий человека по поддержанию здоровья мозга.

«Сейчас люди живут дольше, и поэтому нам нужен мозг, более устойчивый к разрушительным последствиям старения и связанных с ним болезней... Изучение заболеваний, например той же болезни Альцгеймера, дает нам понимание того, как современный образ жизни и среда влияют на устойчивость мозга и механизмов, с помощью которых эта устойчивость поддерживается». (Алексис Уиллет, Дженнифер Барнет)

УДК 612.82+616.899-053.9

ББК 28.706+57.4

ISBN 978-5-389-13771-4

© Alexis Willett and Jennifer Barnett, 2017

© Землеруб Т.Б., перевод на русский язык, 2018

© Издание на русском языке, оформление.

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2019

КоЛибри®

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
Часть I. Суть вопроса	
<i>Какого размера наш мозг и имеет ли это значение?</i>	
Глава 1. Глава рода: почему у человека такой большой мозг?	19
Глава 2. Быть человеком: зачем нам нужен мозг?	45
Часть II. Люди разные	
<i>К чему приводит изменчивость мозга в пределах нормы?</i>	
Глава 3. О мужчинах: правда ли, что размер имеет значение?	63
Глава 4. «Период расцвета»: когда он наступает и как долго длится?	88
Глава 5. Плохие и хорошие времена: как меняется работа мозга?.....	110
Часть III. За гранью возможностей	
<i>С какой частью мозга можно безболезненно расстаться?</i>	
Глава 6. Если чего-то не хватает: можно ли нормально жить с неполным мозгом?	143
Глава 7. Под ударом: как реагирует мозг, когда его часть работает хуже?	172

Часть IV. Будущее безупречно

Можно ли усовершенствовать мозг?

Глава 8. Оптимизация: насколько мы можем улучшить мозг за время жизни?	205
Глава 9. Что ждет современный мозг: сможем ли мы сохранить интеллектуальную силу или даже искусственно увеличить ее?	231
Благодарности	261
Библиография	262

*Посвящается Грэму, без которого не было бы этой книги,
и Кэссиди, которая так здорово отвлекала меня, что за-
ставила планировать свое время как никогда раньше!
Вы — лучшие*

Алексис Уиллет

*Посвящается Грегу, а также странным и удивительным
мыслям, которыми он со мной поделился*

Дженнифер Барнет

I

Суть вопроса

Какого размера наш мозг и имеет ли
это значение?

ГЛАВА РОДА: ПОЧЕМУ У ЧЕЛОВЕКА ТАКОЙ БОЛЬШОЙ МОЗГ?

Наш мозг далеко не всегда был структурой столь великолепной в своей сложности. С тех пор как мы выползли из «первичного бульона», он прошел феноменальный путь развития, но все эти изменения произошли с ним далеко не за одну ночь. На создание этого удивительного органа ушли миллиарды лет, и началось все задолго до того, как наши самые ранние предки появились на планете.

Прежде чем начать разбираться, каковы же функции нашего мозга и действительно ли он необходим нам весь, давайте сделаем шаг назад и посмотрим: почему мозг именно такой, какой он есть? Понимание процесса развития мозга поможет нам определить, какие отделы нам нужны больше (или меньше) всего и почему мы живем именно так, а не иначе. Человеческий мозг увеличивался с самого начала существования наших далеких предков и до недавнего времени, а теперь снова начал сжиматься. Как же развивался наш мозг и чем мы отличаемся от других биологических видов?

Давайте начнем с самого начала (это отличное место для старта)

Когда на Земле зародилась жизнь, мозг — в том виде, в котором мы его знаем, — не существовал. Все мы вначале были крошечными бактериями без видимого мозга и жили так миллиарды лет. Однако со временем эволюция отдавала предпочтение организмам, способным найти пищу и избежать опасности, и постепенно эти простейшие создания развились в нечто более интересное. Этому «нечто» сначала потребовались механизмы регуляции, способные управлять более сложными поведенческими процессами (а не просто реакцией на раздражители), а затем, много позже, у него появились преимущества, позволяющие лучше согласовывать свое поведение с поведением других представителей вида.

Нервная система развивалась медленно, поскольку некоторые клетки (нейроны) приспособились для передачи информации, и у них постепенно появились длинные отростки (аксоны) для взаимодействия с другими клетками в синапсах, то есть местах соприкосновения с ними. Когда такая нервная система сформировалась, мозг стал центром ее управления. Группы нейронов объединились, и получилось то, что мы сейчас называем центральной нервной системой. Она позволила обрабатывать более сложную информацию, и у животных появилась возможность эффективнее действовать и реагировать на окружающую среду.

Мозг постепенно увеличивался и совершенствовался. Если смотреть с точки зрения эволюции, то самые старые отделы мозга те, благодаря которым мы выживаем. Они контролируют различные функции: дыхание, сердцебиение, поддерживают температуру тела и равновесие. Если вы все еще живы и читаете эти строки, то вы, вероятно, догадаетесь, что эти отделы функционируют и по сей день (больше о них вы узнаете в главе 2). Но появлялись и новые, более сложно устроенные и интересные структуры, расширяющие

возможности нашего мозга, и развитие на этом не остановилось.

Со временем появилась способность учиться и запоминать, и обработка данных в нейронной сети становилась все более продуктивной. Поскольку мозг получал больше информации через органы чувств, в основном через зрение и слух, то развивался так называемый неокортекс, или новая кора (которую в дальнейшем мы будем называть просто корой). Это самая последняя пристройка к нашему мозгу, и, если говорить об умственных способностях человека, она часто считается довольно специфической структурой. Благодаря коре головного мозга возникли сложные виды деятельности, особенно социальное поведение; ее появление сделало возможным сложную жестикуляцию, осознанное мышление, способность рассуждать и в конце концов язык.

Вы наверняка знаете, что у первых млекопитающих на планете (появившихся примерно 200 млн лет назад) была лишь небольшая кора. Некоторые из них стали лазать по деревьям. Чтобы лучше ориентироваться в среде обитания и замечать движущуюся очень быстро добычу — например насекомых, — им пришлось адаптироваться к новому образу жизни: улучшить координацию движений и зрение. Такие перемены в поведении привели к расширению зрительной области коры, поскольку те, кто лучше всего адаптировался к жизни на деревьях, передавали свои генетические преимущества следующим поколениям. Установились комплексные связи между различными отделами мозга, и у млекопитающих, особенно приматов, сформировался более сложный стиль поведения.

Теперь вы видите, что мозг проделал долгий путь развития еще до появления гоминид (то есть всех разновидностей как вымерших, так и современных человекообразных обезьян, к которым относимся и мы, люди). Несмотря на то что самые ранние предки современного человека жили приблизительно 6–7 млн лет назад, несколько видов гоминид успели возникнуть

и впоследствии исчезнуть до того, как появились мы, современные люди (*Homo sapiens*^{*}). Это произошло всего-навсего 200 000 лет назад. Итак, чем же занимался питекантроп все это время и, что еще интереснее, что происходило с его мозгом?

Немного об эволюции

Прежде чем подробно рассмотреть, как мозг человекообразной обезьяны превратился в столь высоко ценимый сегодня мощный инструмент, давайте не будем забывать, как должна работать эволюция, теорию которой подарил нам Чарльз Дарвин, применив собственный выдающийся мозг. В книге «Происхождение видов», вышедшей в 1859 году, он называет эволюцию естественным отбором, процессом, в ходе которого организмы меняются с течением времени из-за изменений физических и поведенческих черт, наследуемых из поколения в поколение. Полезные черты, которые помогают организмам лучше приспосабливаться к среде обитания и благополучно в ней развиваться, увеличивают их шансы на выживание и размножение.

Многочисленные виды царства животных появились в результате эволюции, у них развились более сложные способности и усовершенствовался внешний вид. Однако стоит отметить, что процесс эволюции не обязательно происходит линейно. Изменения могут произойти в любой момент и очень по-разному, и, что касается наиболее полезных, развитие может отклониться в сторону. Таким образом, возникает совершенно новый биологический вид, который не будет просто усовершенствованием старого. К примеру, хотя мы знаем, что являемся близкими родственниками других приматов, и часто самодовольно мним себя более продвинутой их версией, это не повод считать, что современный человек — эволюционировавшая обезьяна. Мы знаем, что множество видов обезьян и по сей день живут и здравствуют. При этом у современных обезьян и современных

* Полное видовое название, включающее подвид, — *Homo sapiens sapiens*.

людей существовал общий предок, от которого развитие шло по разным веткам, далеким друг от друга.

Чтобы оценить, как человеческий мозг эволюционировал со времен далеких предков, нам потребуются доказательные данные. К сожалению, в мире не так много примеров доисторического мозга, чтобы можно было его вскрыть, внимательно изучить и узнать, как же он стал таким, каков есть сейчас. Мозг многим хорош, но умение превращаться в окаменелость — не самая сильная его сторона. А вот череп — защита, которая всегда при нем, — гораздо лучше фоссилизируется. Эта окаменелость с радостью отдает себя в руки исследователей, которые оценивают ее размеры и форму, чтобы определить, какие изменения произошли с черепом с течением времени. Еще древние артефакты показывают, когда именно появились первые люди, и это помогает предположить, на что был способен их мозг. Кроме того, если понять, какими функциями и способностями, необходимыми для выживания, размножения и образа жизни наших предков, обладал мозг, мы можем попытаться выяснить, какие именно с ним произошли изменения. Важно отметить, что многие теории развития мозга, основанные на доказательствах, полученных при осмотре окаменелостей, подлежат обсуждению и при этом регулярно появляются новые. И хотя невозможно определить четкий путь развития мозга, изучая черепные коробки разных видов гоминид, можно точно сказать, что наш мозг со временем увеличился в размерах и изменил форму.

Каким был наш мозг в глубине веков?

Правда ли, что наш мозг на самом деле так сильно изменился с тех пор, как наши предки стали ходить на двух ногах? Одним из самых ранних видов представителей человечества считается чадский сахелянтроп (*Sahelanthropus tchadensis*), живший примерно 6 или 7 млн лет назад. Окаменелые останки были найдены относительно недавно, в 2001 году. Поскольку обнаружены

были только фрагменты черепа, то о размерах можно лишь догадываться, но считается, что размер черепа, а следовательно, и мозга этого вида был несколько меньше, чем у современных шимпанзе. Для большей наглядности можно сказать, что у шимпанзе мозг примерно в три с половиной раза меньше, чем у современного человека. И пусть мы знаем, что найдены были фрагменты лишь одной окаменелости, это все равно указывает на то, что мозг со временем значительно увеличился. И все-таки чтобы доказать свою точку зрения, вероятно, нам потребуется немного больше информации о том, что же происходило на протяжении последних нескольких миллионов лет.

Позже в ходе эволюции появилась разновидность, названная австралопитеком (*Australopithecus*), сочетающая в себе особенности и обезьяны, и современного человека. Австралопитеки были двуногими и прямоходящими, при этом с длинными руками и достаточно цепкими пальцами, что позволяло им отлично лазать по деревьям. Считается, что эти черты помогли данному виду выживать и успешно развиваться во время изменения климата и окружающей среды, поскольку его представители могли одинаково жить как на деревьях, так и на земле. Хорошо известна жившая примерно 3,2 млн лет назад представительница афарских австралопитеков (*Australopithecus afarensis*) Люси.

Сидя на дереве на территории современной Эфиопии и размышляя, где бы найти еду, Люси и представить себе не могла, что однажды станет чуть ли не самым известным представителем своего вида. По крайней мере, самым известным среди окаменелых останков. Ее скелет, обнаруженный в 1974 году, в корне изменил представление о происхождении человека. Он был не только самым древним среди окаменелостей, найденных на тот момент, но еще и самым полным, что привлекло внимание широкой публики. Посмотрев на скелет Люси, люди могли представить себе небольшое человекообразное существо, жившее на одной с ними планете всего за несколько миллионов лет до их появления, и этот факт всех очень удивил.

Способность перемещаться одновременно по земле и по деревьям должна была означать изменения в мозге Люси и ее современников. Информация, обрабатываемая их мозгом, и команды, посылаемые телу, были, по-видимому, гораздо сложнее, чем у более ранних видов, а значит, требовали усовершенствования мыслительного аппарата. Изначально, несмотря на то что мозг наших далеких предков был сравним по размеру с мозгом современных обезьян, в строении имелись небольшие различия, потому что кора уже начала увеличиваться, а значит, развивались высшие функции.

В то время как у представителя другой ветки нашего семейного древа, парантропа (*Paranthropusgenus*), наблюдаются незначительные изменения в размере мозга, до появления рода *Homo* (*Homogenus*) никаких серьезных преобразований в мозге обнаружено не было.

Отличительные особенности рода *Homo*, самым современным видом которого является человек, были определены в 1955 году: прямохождение, вертикальное положение тела и способность делать инструменты из камня. Первым в этом роде был *Homo habilis*, или человек умелый, получивший свое прозвище за умение изготавливать инструменты. У представителей этого вида, жившего 1,4–2,4 млн лет назад, черепная коробка была вполовину меньше, чем у современного человека (600 см³). Это примерно на 50% больше, чем у любого австралопитека. Некоторые исследователи считают, что человек умелый — всего лишь разновидность следующего вида гоминид, человека прямоходящего (*Homo erectus*), а не отдельный вид. Но в любом случае у представителей нового рода имелись изменения в структуре мозга. Примеры останков *Homo habilis* показывают, что его мозг был более развит, кроме того, в нем произошло увеличение отдела, связанного с речью, — центра Брока. Это говорит о том, что представители данного вида общались друг с другом, хотя мы и не знаем, существовал ли у них тогда язык в современном понимании этого явления.

По оценкам, размер мозга представителей вида *Homo erectus* был 900 см³, то есть значительно больше, чем у его предшественника *Homo habilis*, хотя и ему было еще далеко до мозга современного человека.

Наши предки научились создавать и использовать инструменты, что позволило им разнообразить рацион и получать больше энергии из пищи, а после того, как они научились готовить мясо на огне, смогли получать еще больше питательных веществ. Они увидели, что приготовленное мясо дает гораздо больше калорий, чем сырое, поскольку его легче жевать и переваривать. При этом его нужно гораздо меньше, чтобы получить то же самое количество энергии. Это значит, что нашим далеким предкам перестал быть нужен такой большой кишечник (которому требовалось много сил при переваривании пищи), и со временем эта часть организма стала меньше, высвободив энергию для увеличения мозга. У современного человека размер кишечника значительно меньше того, что был у других высших приматов (примерно 60% от объема). Однако большой мозг требует больше энергии. Значит, наш рацион должен стать более питательным, чтобы давать необходимое для эффективного существования топливо. Приматолог Ричард Рэнгем из Гарвардского университета считает, что человеческий организм стал адаптироваться к приготовленной пище 1,9 млн лет назад. По мнению ученого, это был ключевой переломный момент, когда мы разошлись в развитии с другими приматами.

Когда появился современный человек (*Homo sapiens*), он был не один. Параллельно с ним жили и другие виды гоминид, такие как неандерталец (*Homo neanderthalensis*) и гейдельбергский человек (*Homo heidelbergensis*), которые впоследствии исчезли. (Несмотря на то что эти виды уже обитали на Земле в течение нескольких тысяч лет, они продолжали свое существование какое-то время в эпоху *Homo sapiens*.) Интересно, что неандертальцы были меньше ростом и коренастее современного человека, однако их мозг был таким же большим по размеру, а иногда и больше, чем

у нас. Хотя по форме он немного отличался: был более удлинённым. Исследователи отмечают: современные люди, как неандертальцы в свое время, рождаются с относительно вытянутым черепом, но только у людей впоследствии череп приобретает сферическую форму. Ученые предполагают, что современный человеческий мозг развивается после рождения совсем не так, как у неандертальцев. Если принимать во внимание эту разницу формы черепа, следует допустить, что должны быть и когнитивные различия, которые отличают современных людей.

Больше, больше, больше...

Со времен наших далеких предков мозг увеличился в размерах примерно в три раза, и скорость, с которой он рос, все время менялась. Изменения в ходе эволюции, приведшие к появлению современного человека, проходили относительно медленно, если сравнивать со скоростью, с которой человек стал таким прекрасным, каким мы знаем его сейчас.

Самые первые изменения заняли миллионы лет, и всего каких-то 800 000–200 000 лет назад мозг стал довольно быстро расти. Считается, что подобные быстрые изменения связаны с резкими переменами окружающей среды в те времена. Сильно менялся климат, происходили перепады от влажного до очень сухого, условия окружающей среды были непредсказуемы. Есть мнение, что наличие более крупного и развитого мозга было преимуществом для вида, пытающегося подстроиться под резкие изменения среды и вынужденного приспосабливаться то к периодам голода, то к изобилию. Вероятно, представители вида, которые смогли пережить природные катаклизмы, в итоге и адаптировались. Они стали вести себя по-другому, чтобы выжить в новых условиях. Это говорит о том, что у мозга уже была способность решать проблемы. Например, его обладатели могли изменить тактику поиска пищи или укрытия. Также это свидетельствует о том, что у них была лучше развита память, они уже могли запоминать и распознавать признаки пищи или

места, где есть вероятность ее найти, а также убежища на их территории обитания и за ее пределами.

Может быть, эти люди умели находить общий язык, а также вместе работать, чтобы выживать. А может, их мозг лучше управлял автоматическими функциями организма, такими как регуляция температуры тела, и, следовательно, они физически были более способны выжить. Безусловно, они могли воспроизводить и выращивать потомство, передавая по наследству черты, дающие им эти преимущества. В конце концов, именно это и есть эволюция. Существует много возможных теорий о том, какие именно полезные черты обеспечили превосходство успешно выжившим представителям вида.

Мы пока не знаем, почему мозг древних людей начал увеличиваться в размерах, однако мы видим по мере развития вида явные сдвиги, причем не только в физической форме, но и в способностях. Все время наш мозг рос, тело развивалось, и по мере этого мы становились выше и теряли волосяной покров. По сравнению с более ранними предками и современными собратьями у современного человека был более легкий и тонкий скелет и очень большой мозг, заключенный в тонкостенный череп. Черты лица становились изящнее, а размер зубов уменьшался. Все это происходило благодаря тому, что менялась жизнь, и анатомически организм развивался с течением времени так, чтобы лучше соответствовать нашим потребностям. Нам меньше приходилось лазать по горам и защищаться, поэтому физическая сила была уже не так необходима. Однако мы стали лучше приспособливаться к жизни на земле, строить убежища и ладить с соседями (это в конце концов привело к тому, что мы стали устраивать шашлыки и приглашать гостей на утренний кофе). Челюсти и зубы уменьшились, когда мы изобрели инструменты, заменяющие их, например, для резки мяса. Мы начали готовить пищу, и нам стало легче ее жевать. Челюсти стали занимать меньший процент объема головы, и в черепе образовалось больше места.

В конце концов настали времена, когда нашим предкам можно было не только думать о выживании, но и заботиться о собственных способностях и интересах.

Жизнь древних людей изменилась, они научились лучше использовать окружающую среду, и им стало легче выживать. Еще они научились делать и использовать инструменты, что, в свою очередь, позволило им придумать много других полезных вещей, а также они стали использовать огонь для обогрева и приготовления пищи. По мере развития когнитивных способностей первые люди адаптировались к жизни в группах, вероятно, стали лучше общаться друг с другом, договариваться и создавать социальный строй. Инструменты, одежда и другие предметы, созданные человеком, становились все более изощренными, требующими для взаимодействия с ними мелкой моторики и мыслительных процессов. Найдены артефакты, подтверждающие, что древний *Homo sapiens* мастерил более продвинутые инструменты, чем другие виды гоминид, живущие в то же время. Ему же приписывают создание искусства, например тех картин, что мы видим в пещерах. Мозг постепенно развивался, происходили и другие изменения к лучшему: человек одомашнил животных, начал вести сельское хозяйство, придумал транспорт и торговлю, построил сложные системы общественного устройства — и все это благодаря развитию сложного мозга.

Как видите, мозг не просто становился больше, у него появлялись новые возможности, и в основном это касалось областей, которые оказались наиболее полезными. Пока неясно: новые способности появлялись в ходе эволюции в результате изменений в мозге или же мозг менялся в ответ на потребность в новых способностях. Однако по мере развития мозга не только улучшились когнитивные способности, но и изменились его основные функции. Есть вероятность, что одни области мозга становились более важными и росли (на протяжении многих поколений) за счет частей, которые становились менее значимыми. Области мозга, отвечающие, скажем, за агрессию

и более примитивные способности, больше не были так хорошо развиты. У тех, кому достались меньшие по размеру области, отвечающие за эти функции, освободилось больше пространства в мозге и больше энергии, так что они смогли раскрыть в себе сложные когнитивные способности и заняться тем, для чего нужна мелкая моторика. Именно эти способности позволили им выжить и продолжить свой род. Люди, способные общаться и договариваться, делать инструменты для того, чтобы охотиться, защищаться или создавать с их помощью другие предметы, имели преимущество над примитивными представителями вида и выживали с большей вероятностью.

...Хлоп! Пузырь лопнул

Все хорошее рано или поздно заканчивается. Человеческий мозг в том виде, в котором мы его знаем сейчас, образовался по меньшей мере 200 000 лет назад. Именно тогда он перестал увеличиваться, достигнув в конечном итоге огромного размера — 1500 см³. Вероятно, вы думаете, что с тех пор все стало просто замечательно и он спокойно себе дрейфовал до наших дней. Однако это не так. Мы 190 000 лет наслаждались физиологическим покоем — откуда нам было знать, что положение вещей вот-вот изменится. Наш мозг начал сжиматься. Как биологический вид мы потеряли примерно 100–150 см³ мозга от его рекордной величины. Эти потери сравнимы по размеру с теннисным мячиком. Мозг серьезно уменьшился относительно размера тела, и это произошло в последние 10 000–15 000 лет. Но почему это произошло? Может, потому, что мозг адаптируется к изменениям образа жизни и больше он не должен был оставаться таким большим? Или так он лучше обрабатывает информацию (вспомните, какими огромными были первые мобильные телефоны, и сравните их с тонкими и мощными современными моделями)?

Джон Хоукс, палеоантрополог из Висконсинского университета в Мэдисоне, считает, что сокращение размера мозга,

безусловно, признак того, что мы стали более интеллектуальными существами. Большой мозг тратит много энергии, а небольшой работает со значительной отдачей и мощностью, требует при этом меньше энергии, а когнитивные способности у него выше. Однако есть люди, предполагающие, что мозг мог бы быть гораздо мощнее, будь он больше по размеру. Майкл Хофман из Нидерландского института нейробиологии утверждает, что мозг достиг бы пика развития способностей при размере 3500 см³, что соответствовало бы двум или трем объемам мозга современного человека. Он предполагает, что чем сильнее мозг превысил бы критические размеры, тем менее эффективным он бы стал, а потом и вовсе перестали бы происходить какие-либо улучшения когнитивной работы. То есть, по крайней мере согласно теории Хофмана, мозг должен был продолжать расти.

Но что же тогда произошло с нами? Вероятно, развитие пошло на спад, когда жизнь наша изменилась и мы перестали использовать все функции мозга; сработал принцип «используй или потеряешь». Некоторые исследователи считают, что усадка мозга является признаком упадка вида с точки зрения когнитивных способностей.

Исследователи из Миссурийского университета изучили, как менялся размер черепа по мере того, как *Homo sapiens* адаптировался к более сложной социальной среде. Они обнаружили, что, пока численность населения по всему миру была низкой, череп рос, однако плотность населения увеличивалась, а размер черепа становился все меньше. Они пришли к выводу, что с появлением сложных социальных структур людям стало необязательно быть настолько разумными, чтобы выжить, поэтому мозг начал уменьшаться в размерах. Прежде менее разумные (или хуже приспособленные) люди умерли бы раньше или, по крайней мере, не смогли бы найти себе спутника жизни и передать свое генетическое наследие. Однако считается, что в сложно организованных сообществах люди могут поддерживать друг друга, разбавляя таким образом интеллектуальные способности

вида в целом. Есть версия: чтобы интеллект развивался постоянно, мы должны быть менее любезны друг с другом. Общество должно быть структурировано таким образом, чтобы обладатели менее благоприятных черт не успевали произвести потомство или даже найти себе пару, умирая раньше. А это никуда не годится.

Крис Стрингер, палеоантрополог из лондонского Музея естествознания, связывает уменьшение объема мозга человека с тем, что в последние 10 000 лет человек в целом уменьшился. Вероятно, в связи с потеплением климата нам уже не нужно быть такими грузными и массивными. Кроме того, он считает, что большой мозг требует больше энергии на поддержание жизненных сил, а это не всегда нужно. По мнению ученого, многим из нас вполне достаточно мозга меньшего размера, потому что уже нет необходимости хранить такой большой объем информации. У нас для этого есть компьютеры и другие устройства, а у предыдущих поколений были книги, песни и устная словесность. Стрингер описывает это явление как эффект одомашнивания. У домашних животных мозг меньше, чем у их диких собратьев, потому что им не нужно думать об охоте или защите, и точно так же наш мозг теряет силу по мере того, как мы становимся все более «домашними».

Для того чтобы понять причину «усушки» мозга, нужно определить, уменьшался ли мозг целиком или только какие-то отдельные его части сжимались, поскольку стали не так важны. Китайские ученые обнаружили, что да, в течение последних нескольких тысяч лет мозг сжимается, однако не весь. У них есть данные, свидетельствующие о том, что одна часть до сих пор продолжает увеличиваться в размерах, и это лобные доли. Эта область отвечает за множество функций: двигательные навыки, решение задач, способность рассуждать, язык, память, настроение и эмоции, социальное поведение и многие другие.

Итак, уменьшается ли мозг до сих пор и продолжает ли менять форму? Может, какие-то области растут, а другие сжимаются?

Крис Стрингер очень хорошо резюмировал: вероятно, современный человеческий мозг в некоторых отношениях лучше, а в некоторых — хуже, но в целом он более восприимчивый. В зависимости от того, какая теория вам больше нравится, мозг уже миновал лучшую пору развития или находится в процессе усложнения и специализации.

Мы особенные?

Независимо от того, переживает ли наш мозг период упадка или находится на подъеме, мы такие, какие есть, и нам стоит использовать это состояние наилучшим образом. Средний мозг современного взрослого человека весит около 1,3 кг. Несмотря на то что на него приходится около 2% общего веса, потребляет он при этом колоссальное для такого размера количество энергии — 20% всех энергетических ресурсов, поскольку нейроны нуждаются в пище и метаболические потребности высоки. Но в чем же особенность нашего мозга? Как-то друг спросил меня: «Моя кошка производит впечатление довольно умного существа, притом что мозг у нее совсем небольшой. Какие же у меня, имеющего такой большой мозг, преимущества?» Хороший вопрос. Неужели вся эта суета и большое количество энергии, затрачиваемое на рост мозга, действительно стоит того?

Люди — лишь один из нескольких видов приматов. Наши ближайшие ныне живущие родственники — шимпанзе, у нас с ними совпадает почти 99% нуклеотидной последовательности ДНК. Однако, как мы уже говорили ранее, наш мозг в три с половиной раза больше, чем у шимпанзе. У горилл и орангутанов размер тела примерно такой же, как у человека, размер мозга у них при этом составляет всего лишь треть от нашего.

У нас довольно много общих черт с нашими родственниками, человекообразными обезьянами. У всех приматов одинаковое расположение и внешних частей тела, и внутренних органов, одинаковая структура костей; у всех нас глаза расположены близко друг к другу и находятся на передней части лица, что

обеспечивает прекрасное зрение. Приматы во многом полагаются на зрение, обоняние развито у нас по сравнению с другими млекопитающими плохо. Мы научились очень хорошо действовать руками и ногами, умеем обращаться с различными предметами, и, как правило, у нас рождается небольшое количество потомства. Но, несмотря на все это, люди разительно отличаются от обезьян.

Пока невозможно объяснить, какие именно эволюционные изменения привели к развитию у нас уникальных поведенческих способностей, это остается научной проблемой. Но есть вероятность, что какая-то связь между большим размером мозга и высоким интеллектом существует. В конце концов, мозг большого размера кажется довольно важным элементом, необходимым для работы организма. Исследование плотоядных млекопитающих зоопарка показало, что размер мозга напрямую указывает на способность животного решать задачи, то есть чем больше мозг, тем лучше животное справляется с проблемой. Но маловероятно, что размер — это единственная отличительная черта человеческого мозга: у слонов и китов, например, мозг значительно больше, чем человеческий, однако ни те ни другие пока не научились делать сложные операции на сердце или строить космические ракеты.

В XIX веке ученые увлекались изучением мозга выдающихся людей, чтобы узнать, связан ли их успех с тем, что их мозг был большего размера. Известно, что якобы у поэта лорда Байрона и лорда-протектора Англии, Шотландии и Ирландии Оливера Кромвеля мозг был очень большой. Однако исследователи того времени обнаружили колоссальные колебания размеров мозга среди выдающихся ученых и людей науки (у многих мозг действительно был непревзойденных размеров). Таким образом, существует несоответствие между уникальными познавательными способностями человека и необъяснимым объемом его мозга, если проводить сравнение с животными гораздо большего размера.

Размер человеческого мозга должен иметь какое-то значение, иначе зачем бы он развивался в ходе эволюции в течение миллионов лет? Однако не только от общего размера зависят способности нашего вида. Итак, если размер не главное, может, структура мозга имеет большее значение?

Может, состав мозга важнее всего?

Известно, что Эркюль Пуаро, герой Агаты Кристи, приписывал свой успех в борьбе с преступностью «серым клеточкам». Предположительно, он имел в виду значение серого вещества в его мозге для интеллектуальной деятельности. Но прав ли он был в своей непреклонной вере? Серое ли вещество отличает нас от других биологических видов? В конце концов, знаете ли вы хоть одно детективное агентство, возглавляемое мармозеткой?

Мозг состоит из двух видов тканей: серого вещества и белого вещества, это видно невооруженным глазом. Серое вещество кишит нейронами и синапсами и с давних пор считается необходимым для интеллектуальной деятельности. Оно в значительной степени привязано к тонкой наружной поверхности мозга, известной как кора. Кроме того, серое вещество состоит из других клеток, образующих нейроглию. Эта ткань служит физическим основанием и обеспечивает поступление полезных питательных веществ. Белое вещество находится глубоко внутри мозга и состоит из пучков аксонов, называемых трактами. Аксоны покрыты миелиновой оболочкой, это значит, что они завернуты в жир, работающий изолятором для того, чтобы помочь быстро передавать электрические сигналы между удаленными друг от друга областями мозга, а также от головного мозга к спинному, чтобы соединить мозг с нервной системой остальной части тела. Белое вещество выглядит белым из-за высокого содержания жира. В сущности, серое вещество обрабатывает информацию, а белое вещество передает ее в области серого вещества и из них, за что его иногда называют «магистралью» мозга.

В последнее время ученые разрабатывают все новые методы для изучения белого вещества у живых людей. Исследователи начали понимать, что оно играет крайне важную роль для всех видов интеллектуальной деятельности. Различные области мозга взаимодействуют друг с другом, им нужно оперативно передавать информацию между собой, это жизненно необходимо, и белое вещество играет здесь решающую роль. Самое большое количество серого вещества наблюдается в подростковом возрасте, а затем оно сокращается. Белое вещество продолжает развиваться и после двадцати и даже, возможно, после тридцати лет. При этом есть версия, что оно меняет структуру в ответ на новый опыт обучения.

По мере увеличения размера мозга млекопитающих разных видов белого вещества становится пропорционально больше, чем серого. У людей белое вещество составляет около 35% от общего объема мозга, и это наибольший процент среди приматов. (Интересно, что у мармозеток, или карликовых игрунок, эта цифра составляет всего около 9%, может быть, именно поэтому они все еще не выбились в руководители детективных агентств.)

Теперь, когда мы лучше понимаем важность белого вещества, мы можем объяснить, почему крупные млекопитающие умнее. Но я уже слышу возглас: «Этого не может быть! Собаки/свиньи/крысы — очень умные существа, но не такие уж они и большие. И в любом случае мы снова вернулись к мысли, что больше значит лучше, а мы уже отказались от этой идеи». Совершенно верно. Наверняка ответ гораздо сложнее, чем просто количество белого вещества в мозге.

Вероятно, в ходе эволюции человека увеличились и размер мозга, и количество нейронов. При этом тело выросло незначительно по сравнению с другими приматами; размер их тел сильно увеличился по мере того, как мы разными путями развивались от общего предка. Возможно, что пока эволюция работала над увеличением мозга человека (и его ранних предков из рода *Ното*), у других человекообразных обезьян росло тело.

Бразильский нейробиолог Сюзана Херкулано-Хузел считает, что с точки зрения обмена веществ невозможно иметь одновременно и большой мозг, и большую массу тела.

Зависимость между размером мозга и размером тела не такая уж простая, как может показаться. Чем больше по размеру становились животные, тем медленнее продолжал расти их мозг. Показатель, который мы называем коэффициентом энцефализации (EQ), демонстрирует относительный размер мозга, определяющийся как отношение массы мозга к предполагаемой массе тела млекопитающего определенного размера (на рис. 2 наглядно представлена эта идея). Предполагаемое значение рассчитывается как среднее для похожих животных. Чем больше значение, тем больше предполагаемый размер мозга и — гипотетически — тем интеллектуальнее биологический вид. Если использовать этот подход, то человек рассматривается как особый случай, поскольку мозг у него в семь раз больше, чем можно предположить для млекопитающих такого размера, и примерно в три раза больше, чем положено иметь приматам для их массы тела. Даже у наших ранних предков, у которых размер мозга был значительно меньше, чем у нас сейчас, скорее всего, был более высокий коэффициент энцефализации, чем у современных шимпанзе. (Хотя стоит отметить, что показатель шимпанзе на самом деле гораздо ниже по сравнению с другими животными. У различных видов дельфинов, например, это значение гораздо выше. Кто умнее, шимпанзе или дельфины, — это тема совсем другого разговора.)

Анализ коэффициентов энцефализации нескольких биологических видов показал, что в ходе эволюции и у травоядных, и у плотоядных мозг постоянно увеличивался в размерах, но на каждом этапе развития плотоядные всегда были впереди. У хищников коэффициент энцефализации, как правило, выше, чем у их добычи. Было предположение, что хищникам для нормального функционирования их организма нужен больший

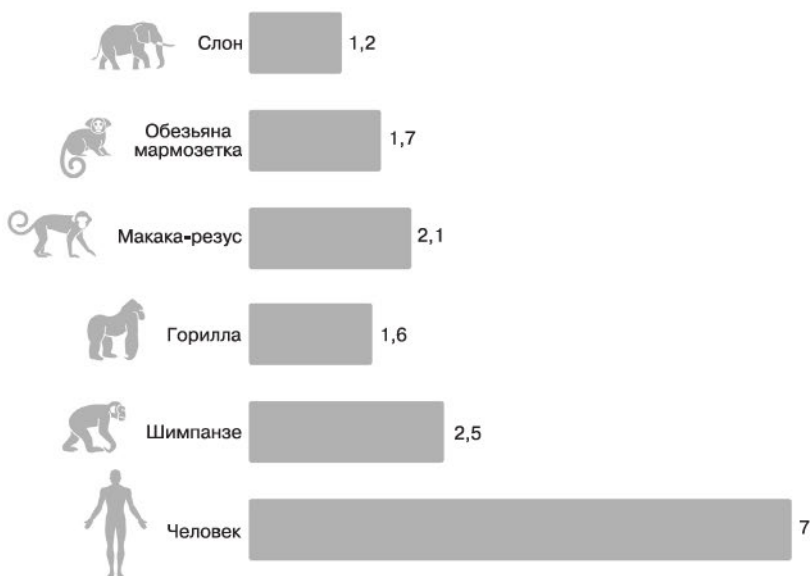


Рис. 2. Коэффициент энцефализации (EQ)

мозг, и по мере увеличения мозга травоядных мозг хищных животных эволюционировал еще больше для поддержания дифференциала. Помимо этого, согласно мнению палеонтолога и эволюционного биолога Стивена Джея Гулда, приматы были впереди с самого начала. Однако почему это так, остается предметом дискуссий.

Теоретически наличие большего мозга позволило бы виду выполнять больше функций. И в случаях, когда размер мозга больше относительно размера тела, люди с «избытком» могли бы выполнять более сложные задачи. Тем не менее коэффициент энцефализации — тоже не абсолютный показатель. Есть, например, капуцины, у которых коэффициент выше, однако по своим когнитивным способностям они не превосходят виды с более низким коэффициентом, например гориллу. У подхода, основанного на коэффициенте энцефализации, как и у многих других, тоже есть свои недостатки. Скажем, он не учитывает

такие факторы, как плотность и количество нейронов, толщина коры или степень складчатости мозга. При этом все они могут влиять на интеллект. Интересно, что если измерять познавательные способности, учитывая только коэффициент энцефализации, то Альберт Эйнштейн оказался бы на одном уровне с дельфинами, то есть его EQ значительно ниже, чем у среднего человека! По-видимому, емкость его черепа изначально была меньше средней. Однако, когда ученые внимательно изучили его мозг, они обнаружили, что кора была тоньше, чем в среднем у человека, а вот плотность нейронов — выше. Другими словами, больше нейронов уместилось в меньшем пространстве. Поэтому есть вероятность, что количество нейронов в мозге может иметь какое-то отношение к интеллекту вида.

Человеческий мозг содержит примерно 86 млрд нейронов. Преимущества человека в плане познавательных способностей могут заключаться в общем количестве нейронов, потому что у нас их больше, чем у любого другого животного*. Согласно мнению Херкулано-Хузел и ее коллег, не размер мозга, а количество нейронов накладывает ограничения на вычисление размеров мозга в ходе эволюции, связанные с метаболизмом: для метаболизма людей с большим количеством нейронов требуется больше энергии для поддержания эффективной работы мозга. Считается, что у австралопитеков (*Australopithecus*) и парантропов (*Paranthropus*) было такое же количество нейронов, как у больших обезьян (около 27–35 млрд). У группы *Homo*, на момент появления человека прямоходящего (*Homo erectus*), их количество выросло до 62 млрд. Также есть предположение, что значительное увеличение количества нейронов произошло между появлением человека прямоходящего (*Homo erectus*) и человека разумного (*Homo sapiens*), что, вероятно, случилось

* По современным данным, мозг слона может содержать до 257 млрд нейронов. См.: Herculano-Houzel S., Avelino-de-Souza K., Neves K., Porfírio J., Messeder D., Mattos Feijó L., Maldonado J., Manger PR (2014). The Elephant Brain in Numbers // *Frontiers in Neuroanatomy*. 8: 46. doi:10.3389/fnana.2014.00046.

благодаря использованию огня для приготовления пищи. Это позволило увеличить потребление калорий, появилась возможность «накормить» мозг быстрее, а нейроны получили время на более продвинутые занятия.

Однако если количество нейронов рассматривать по отношению к размеру мозга, то ничего исключительного в людях нет. Количество нейронов, которое есть у нас, вполне ожидаемо, если сравнить человека с другими приматами. У нас такая же плотность нейронов, как у наших братьев приматов, но поскольку мозг у нас больше, то и нейронов больше. Может быть, значение имеет только общее количество нейронов. Да, у нас их столько, сколько можно ожидать исходя из размера, но это самое большое число, такого нет ни у кого из животных на Земле.

Мозг — мощнейший аппарат, результат длительного формирования. С течением времени кора сильно разрасталась, но ее ограничивал череп, который рос медленнее. Решением проблемы стала возможность создания извилин, чтобы уместить большую площадь и продолжать расширяться. Вот почему наш мозг такой морщинистый и больше похож на большой мягкий грецкий орех, а не на фундук. Исследования показали, что с развитием коры появляется и больше складок, и связанность возрастает, так что мозг становится меньше и работает быстрее, чем было бы возможно в ином случае. У разных видов млекопитающих кора становится более складчатой по мере увеличения размера. Другими словами, чем больше животное, тем более извилистая у него кора. В человеческом мозге больше всего коры относительно размеров черепной коробки (где-то между 75,5 % и 84 %), однако другие животные ненамного отстают: у шимпанзе это 73 %, у лошади 74,5 %, а у короткоплавниковой гринды (вид дельфинов) — 73,4 %. Опять же вряд ли это объясняет уникальные способности человека.

Есть и другие исследования, разгадывающие тайны эволюции человеческого мозга на микроуровне. Вполне вероятно, что уникальность человека заключается в сочетании изложенных

здесь факторов. Тем не менее у ученых все еще остались способы прийти к окончательному мнению, что же именно отличает нас от других видов. Независимо от причин, нельзя не согласиться, что люди обладают исключительными способностями и выделяются среди других представителей животного царства (подробнее об этом в главе 2), и в конечном счете это должно объясняться различиями в мозге.

Никто не идеален

Относительно большой «котелок» дал нам ряд уникальных качеств, отличающих нас от других видов, в том числе врожденное самодовольство. Но в жизни не все так прекрасно. У всего есть недостатки, и большой мозг не является исключением. Есть минусы и от обладания большим мозгом.

Прежде всего, и что очень важно, наличие большого мозга предполагает большой череп, вмещающий его. В ходе эволюции люди стали прямоходящими, а человеческий таз — уже, чтобы было легче ходить. В свою очередь это означало меньшее пространство для головы ребенка. Многие из нас не слишком хорошо представляют, насколько велик человеческий череп относительно размера нашего тела в момент, когда мы должны вытолкнуть его из гораздо меньшего отверстия во время родов... (На самом деле процесс родов у человека проходит сложнее, чем у других видов, и он намного более рискованный. Самки других приматов могут протянуть руку и помочь своим потомкам появиться на свет, направляя их из родовых путей и очищая от слизи рот и нос. Человеческие матери не могут оказать аналогичную помощь, учитывая то, как их дети обычно выходят из утробы.)

Для того чтобы у человека в зрелом возрасте был такой большой мозг, мы вынуждены рожать детей на более ранней стадии их развития. Человеческий детеныш приходит в этот мир примерно на шесть месяцев раньше, чем потомство других млекопитающих, причем с мозгом, развитым примерно на 25 %

Научно-популярное издание

Дженнифер Барнет, Алексис Уиллет

КАКОЙ ОБЪЕМ МОЗГА НАМ РЕАЛЬНО НУЖЕН?

Ответственный редактор А. Захарова

Редактор Ю. Исакова

Художественный редактор М. Левыкин

Технический редактор Л. Сеницына

Корректоры Н. Соколова, Э. Доржиева

Верстка И. Лысова

В оформлении обложки использована иллюстрация

© 3Dstock / shutterstock.com

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» –
обладатель товарного знака «Колибри»
115093, Москва, ул. Павловская, д. 7, эт. 2, пом. III, ком. № 1
Тел. (495) 933-76-01, факс (495) 933-76-19
E-mail: sales@atticus-group.ru

Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» в г. Санкт-Петербурге
191123, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 12, лит. А
Тел. (812) 327-04-55
E-mail: trade@azbooka.spb.ru

ЧП «Издательство «Махаон-Украина»
Тел./факс (044) 490-99-01
e-mail: sale@machaon.kiev.ua

www.azbooka.ru; www.atticus-group.ru

Знак информационной продукции (Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.) **16+**

Подписано в печать 21.03.2019. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура «CharterITC».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,0.
Тираж 3000 экз. В-SCI-21959-01-R. Заказ №

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт». 170546, Тверская область,
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А
www.pareto-print.ru