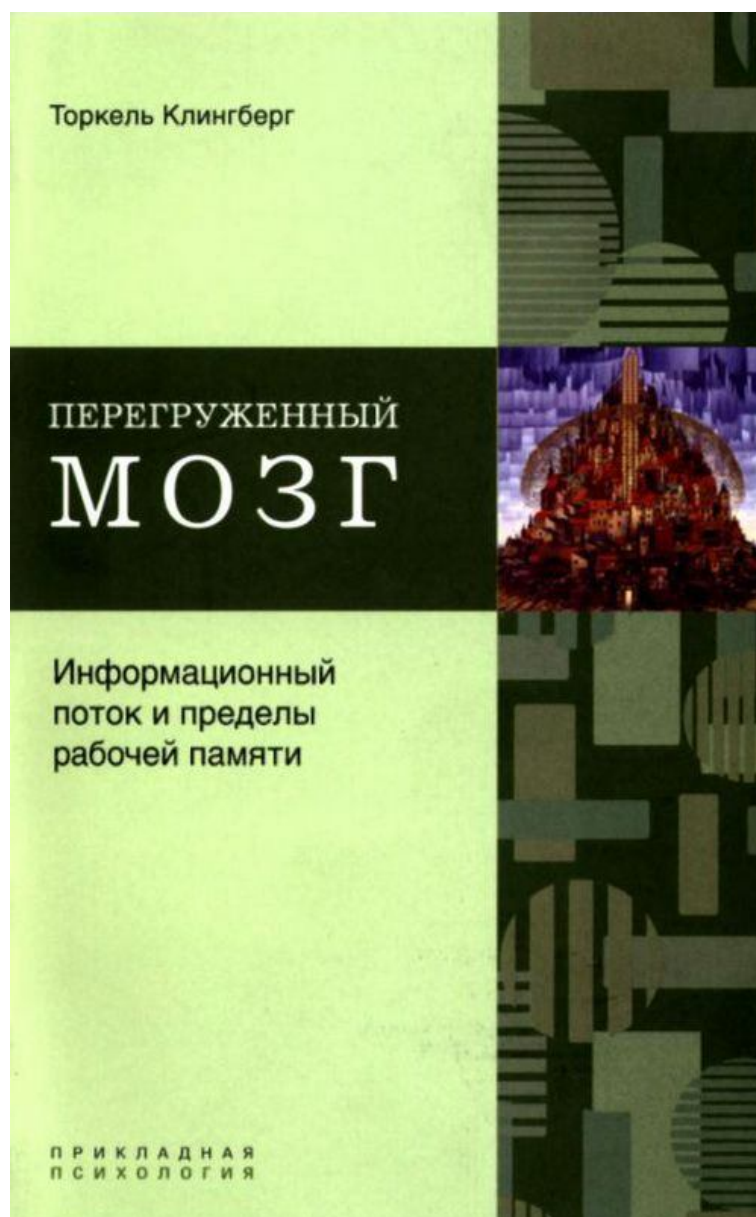


Торкель Клингберг
Перегруженный мозг. Информационный поток и пределы
рабочей памяти



Аннотация

Известный нейрофизиолог делится своими мыслями о том, что может требовать человек от своего мозга при современном темпе жизни. Как избавиться от постоянного стресса? Как влияют на нас компьютерные игры, популярные фильмы и сериалы? Вредны ли препараты для концентрации внимания? И главный вопрос, который ставит автор, — можно ли тренировать «интеллектуальные мышцы»?

Торкель Клингберг — профессор Каролинского института в Стокгольме. Занимается изучением мозговой деятельности. Книга Т. Клингберга «Перегруженный мозг» стала событием в Швеции. Она переведена на английский язык и пользуется большой популярностью в США и других англоязычных странах.

1. Интеллект каменного века

Представим себе такую ситуацию. Вы только что зашли в комнату, вероятно затем, чтобы кое-что взять. Но почему-то замешкались, уставились на стену и пытаетесь вспомнить, что именно вы собирались сделать.

Ваш мозг просто-напросто позабыл, какая команда ему была адресована. Но по какой причине это произошло?

Возможно, вас отвлек звонок мобильного телефона? Или вы пытались выполнить одновременно два или три действия? А в результате переизбыток информации в мозге привел к тому, что вы просто уставились на стену и не можете ничего вспомнить.

Наш мозг имеет определенные пределы хранения и обработки информации.

Я написал эту книгу, чтобы попытаться ответить на некоторые вопросы — какую роль в повседневной жизни играют наши интеллектуальные ресурсы и возможности, как мы обрабатываем и запоминаем информацию, каким образом мы решаем те или иные интеллектуальные задачи и можем ли мы расширить границы нашего восприятия — путем тренировок. Меня также интересуют результаты нейрофизиологических исследований таких процессов, как концентрация, обработка информации и тренировка тех или иных навыков.

Следует отметить парадоксальный факт: мощный прорыв, который совершили в последние годы информационные и коммуникативные технологии, явственно обозначил границы наших интеллектуальных возможностей. Причем границы эти возводит вовсе не техника, а наш собственный мозг. Работа, которую мы выполняем, все время усложняется, рабочий ритм ускоряется. И мы с трудом поспеваем за этими изменениями.

В качестве примера обратимся к Лотте. Лотта — вымышленный персонаж, который, впрочем, имеет много сходных черт с одним из моих близких друзей. Ее рабочий график и образ жизни хорошо знакомы многим из нас.

Лотта возглавляет один из отделов компании, занимающейся разработкой и продвижением новых информационных технологий. Утро понедельника начинается для нее в половине девятого — она подходит к своему рабочему месту в офисе, с чашкой кофе располагается у компьютера и начинает обрабатывать урожай электронной почты, накопившийся с пятницы. Она решает, какие из сообщений следует удалить, какие — бегло просмотреть, на какие нужно ответить немедленно, а затем уточняет свой график — составляет список неотложных дел, расставляя их в порядке очередности, синхронизирует его и перекидывает копию в карманный компьютер.

В десять утра ей приходится отвлечься от электронной почты. Кроме уже намеченных на сегодня самых неотложных дел ей следует самой написать отчет, а еще прочитать отчеты четырех коллег. Она начинает составлять отчет, но уже ровно через три минуты ее отвлекает коллега — ему нужно посоветоваться относительно покупки нового компьютера. Они заходят на сайт фирмы-производителя, чтобы выбрать подходящую модель. Но тут раздается телефонный звонок — по поводу одного из электронных сообщений, присланных еще в пятницу. Разговор затягивается, подождав минуту-другую, коллега возвращается на свое рабочее место, а Лотта, не обращая внимания на сигналы своего мобильного, лихорадочно ищет электронное письмо, о котором идет речь, и попутно удаляет еще несколько лишних сообщений.

Это — всего лишь один эпизод, типичный для современного офиса.

Несколько лет назад в США провели исследования офисной жизни и выяснили, что, во-первых, современные офисные служащие каждые три минуты вынуждены отвлекаться от работы. И, во-вторых, у каждого из них на экране монитора открыто одновременно по восемь окон¹.

¹ См. исследование об отвлекающих факторах в рабочей среде: Thompson, C. Meet the life hackers. The New

О хронических перегрузках на работе и стрессах современной жизни размышляет психиатр Эдвард Хэллоуэлл в статье «Когда система перегружена: почему преуспевающие менеджеры не могут работать в полную меру своих способностей»². Описывая некоторые эпизоды, он приходит к выводу, что современная офисная жизнь порождает новый психический недуг — дефицит внимания, распространяющийся со скоростью эпидемии.

Дэвид просматривает электронную почту и одновременно разговаривает по телефону с менеджером, находящимся на другом краю земли. Его пальцы барабнят по столу, а пятка, как отбойный молоток, долбит пол. Дэвид то и дело нервно прикусывает губу и тянется к чашке крепкого кофе. Он так поглощен всем этим, что совсем забыл про важную встречу, о которой планировщик Outlook напомнил ему 15 минут назад. Анна, вице-президент компании, и Майкл, генеральный директор, сидят в соседних кабинетах, но толком поговорить им почти никогда не удастся. «Как только я захожу к нему, телефон у него на столе начинает мигать, мой мобильник — звонить, кто-нибудь стучит в дверь, потом Майкл смотрит на экран и кидается отвечать на какое-то письмо, — жалуется Анна. — А кончается все тем, что мы обсуждаем совершенно другую тему. У нас все силы уходят на текущие дела, а уж о том, чтобы завершить что-нибудь новое и важное, и говорить нечего. От этого можно сойти с ума»³.

Хэллоуэлл считает, что в таких условиях «самый успешный менеджер может превратиться в суетливого неудачника». Термин «синдром дефицита внимания» («Attention Deficit Trait») характеризует ситуацию, типичную для Лотты и многих современных офисных служащих. Современным медикам, конечно, знаком этот термин. Но в последнее время он переключался из справочников по психиатрии в популярные массмедиа. Термин «синдром дефицита внимания» часто используется для того, чтобы обозначить психическое состояние людей, живущих в эпоху новых информационных технологий и вынужденных приспосабливаться к стремительному темпу жизни и изменившимся условиям работы. Некоторые ученые считают подобное нарушение «побочным эффектом современного образа жизни».

Синдром дефицита внимания сопровождается рядом симптомов: человеку «трудно сохранить способность концентрироваться», «сложно организовать работу», он жалуется на то, что его постоянно «отвлекают и дергают», он «становится забывчивым и рассеянным».

Впрочем, очень часто эти отклонения приобретают настолько серьезный характер, что люди перестают справляться с возложенными на них служебными обязанностями или даже вовсе теряют способность нормально работать. Справиться с этими проблемами порой невозможно без медицинского вмешательства. Хэллоуэлл утверждает, что мы пытаемся угнаться за стремительным темпом жизни, за событиями — и не успеваем за ними, мы не можем сосредоточиться, нам все труднее справляться с возложенными на нас обязанностями, наш мозг перенасыщен информацией, нас не хватает на все, и в итоге нас сражает психический недуг.

Наш мозг перенасыщен информацией. Но виноват ли в этом только мощный информационный поток? И вообще — в чем заключается умение концентрироваться? Какие интеллектуальные задачи представляются нам сложновыполнимыми или вовсе невыполнимыми в процессе работы?

Как минимум один фактор типичен для нашего повседневного рабочего ритма — нас

York Times. 2005, 16. X.

² Hallowell, E. Overloaded Circuits: Why Smart People Underperform. Harvard Business Review. 2005. Jan. 01.

³ Hallowell, E. Overloaded Circuits: Why Smart People Underperform. Harvard Business Review. 2005. Jan. 01.

постоянно отрывают от наших занятий. На нас обрушивается масса впечатлений, мы хватаемся то за одно, то за другое, и нам становится все труднее сосредоточиться на том, что мы делаем в данный момент. И проблема не только в стремительно нарастающем потоке информации, которую мы порой просто не в силах воспринять.

Современный офис превратился в огромное единое открытое пространство. Возможно, этот фактор способствует корпоративной солидарности и стимулирует активность и работоспособность. Но в подобной планировке помещения заложен источник все возрастающего напряжения. Офисных сотрудников постоянно отвлекают телефонные звонки, сигналы мобильных, эсэмэски, да и просто разговоры.

Другой пример — мы черпаем все больше и больше информации из Интернета, а не из книг или газет. Читать книги и статьи в Интернете — значит постоянно отвлекаться на рекламные ролики и баннеры, мультимедийные фильмы. Какие свойства нашего мозга решают, удастся ли нам сконцентрироваться или всё и все вокруг — окружающее и окружающие — будут постоянно нас отвлекать?

Выход, кажется, очень прост и очевиден: мы научились совершать одновременно два или несколько действий. Этот путь выбирают все, кто торопится сделать как можно больше за короткое время. Но выполнить (или, по крайней мере, попытаться выполнить) несколько действий одновременно — довольно сложно. При этом одни действия легко совместимы, другие — нет. Например, можно упражняться на тренажере и одновременно смотреть телевизор. Или еще проще — жевать жевательную резинку и при этом быстро шагать.

Но взять хотя бы обыденную ситуацию: мы управляем автомобилем и параллельно говорим по мобильному телефону. Совмещать две эти операции не так просто, как может показаться на первый взгляд. Хотя бы потому, что приходится крутить баранку и переключать коробку передач одной рукой, ведь в другой руке мы держим трубку. К тому же трудно одновременно и следить за дорогой, и смотреть на дисплей мобильного телефона. Стало быть, телефонные разговоры отрицательно влияют на водительские качества.

Кстати, исследования показали: чтобы среагировать на опасность, водителю, который управляет автомобилем и выполняет еще какую-либо интеллектуальную задачу, нужно на полторы секунды больше времени, чем обычно. Почему одни действия удается совмещать, а другие нет?

Способность одновременно выполнять разного рода действия особенно ценна сейчас, в наш век стремительного технологического прогресса. Благодаря беспроводной революции мы можем брать с собой технику практически в любые уголки земли. Мы беседуем по телефону и едем, летим, плывем на другой край Земли, перемещаемся в пространстве и при этом смотрим телевизор. Наши автомобили оборудованы мониторами и навигаторами, которые непрерывно загружают новую информацию и подсказывают нам дорогу. На встречах и конференциях мы читаем эсэмэски и электронные письма. В конце дня мы располагаемся перед экранами телевизоров, и, плюс к тому, что мы видим и слышим, нам еще преподносят дополнительную информацию в виде бегущей строки. Некоторые модели телевизоров показывают одновременно несколько каналов. Частенько мы садимся на диван с ноутбуком, который имеет беспроводное соединение с Интернетом, и смотрим по нему телевизор.

Наше отношение к информации двойственно. С одной стороны, мы стремимся поглотить огромное количество сложной информации за короткий промежуток времени. Мы сидим на диване перед телевизором, смотрим фильм или передачу, успевая при этом следить за бегущей лентой новостей — нам ведь хочется постоянно быть в курсе всего происходящего. Но с другой стороны, при этом у многих из нас возникает чувство, что мы плохо соображаем и что наш мозг не выдерживает натиска информации.

Новейшие исследования мозга показывают: восприятие нарушается или ухудшается, если мы пытаемся одновременно выполнить несколько действий, а также когда нас отвлекают от наших занятий, и мы не в состоянии полностью сосредоточиться на чем-то одном. И в том и в другом случае причина кроется в механизме «центрального процессора

мозга».

Наши способности запоминать и сохранять информацию ограничены. Если мы хотим выполнить разом два действия, мы должны сохранять в голове две команды одновременно. Стало быть, на одну команду приходится двойное количество информации. Но когда нас отвлекают, мы забываем первоначальную команду, которая хранилась в нашем мозге. И вот мы уже стоим в комнате и не знаем, зачем мы сюда пришли.

Нашу ограниченную способность сохранять информацию можно проиллюстрировать следующим примером из повседневной жизни. Если нам подсказывают: идите прямо два квартала, затем поверните налево и пройдите еще один квартал, — нам нетрудно это запомнить. Но если нам скажут: «Идите прямо два квартала, затем поверните налево и пройдите еще один квартал, затем пройдите по прямой три квартала и затем пройдите три квартала направо, и вы будете на месте», — нам сложно запомнить эту инструкцию — мы получили избыточное количество сведений. То же самое и с пин-кодом — четырехзначный код легко запомнить на слух, и почти невозможно сохранить в памяти двенадцатизначный код.

Магическое число семь

В 1956 году американский психолог Джордж Миллер опубликовал статью «Магическое число семь, плюс-минус два: некоторые пределы нашей способности обрабатывать информацию»⁴.

*Этот знак преследует меня повсюду. На протяжении семи лет это число буквально следует за мной по пятам, я непрерывно сталкиваюсь с ним в своих частных делах, оно встает передо мной со страниц популярных журналов. Это число принимает множество обличий, иногда оно несколько больше, а иногда несколько меньше, но никогда не изменяется настолько, чтобы его нельзя было узнать. Настойчивость, с которой упомянутое число преследует меня, невозможно объяснить простым совпадением. Здесь чувствуется какая-то преднамеренность, определенная закономерность. Или в этом числе действительно есть что-то магическое, или я страдаю манией преследования...*⁵

Миллер излагал гипотезу, согласно которой человеческий мозг имеет фиксированные границы восприятия и обработки информации — а точнее, мы можем одновременно запомнить не более семи единиц информации — чисел, слов, предметов и т. д. Иными словами, сама природа ограничивает диапазон частот, на которых функционирует наш мозг.

*По-видимому, наш организм имеет какой-то предел, ограничивающий наши возможности и обусловленный, в свою очередь, либо процессом научения, либо самим строением нашей нервной системы...*⁶

Статья «Магическое число семь, плюс-минус два: некоторые пределы нашей способности обрабатывать информацию» оказалась революционной для психологической

⁴ Miller, G.A. The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. Psychological Review. 1956. 63:81–97.

⁵ Miller, G.A. The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. Psychological Review. 1956. 63:81–97.

⁶ Miller, G.A. The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. Psychological Review. 1956. 63:81–97.

науки XX века.

В середине XX века, когда Миллер писал свою статью, в психологии наблюдался пик интереса к понятию «информация». Компьютерная индустрия и информационные технологии совершили мощный прорыв во время Второй мировой войны, когда перед учеными и инженерами стояла насущная задача — взломать шифры и найти коды к секретной информации германской армии. Математики и физики предложили количественный подход к информации, и таким образом, представилась возможность измерить, каковы лимиты передачи информации по телефону, по медным проводам, от человека к человеку. Миллер предложил психологам изучать человеческий мозг таким же образом, как физики изучают свойства медных проводов. Мозг сравнивали с «коммуникационным каналом» — наподобие интернет-соединений, которые пропускают определенное количество информации за единицу времени.

С некоторым упрощением, основную идею Миллера можно сформулировать следующим образом — существуют пределы восприятия информации. То есть если мозг — это коммуникационный канал, то канал с ограниченной пропускной способностью. А число семь, подчеркивал Миллер, встречается в нашей жизни слишком часто, к тому же у него есть одна особенность — будоражить фантазию.

Миллер утверждал:

Число семь обладает магическим свойством — семь чудес света, легенда о Синдбаде и семи морях, семь смертных грехов, семь дочерей Атласа в Плеядах, семь возрастов у человека, семь ступеней ада в древнем вероучении брахманов, семь цветов радуги, семь нот, семь дней недели⁷.

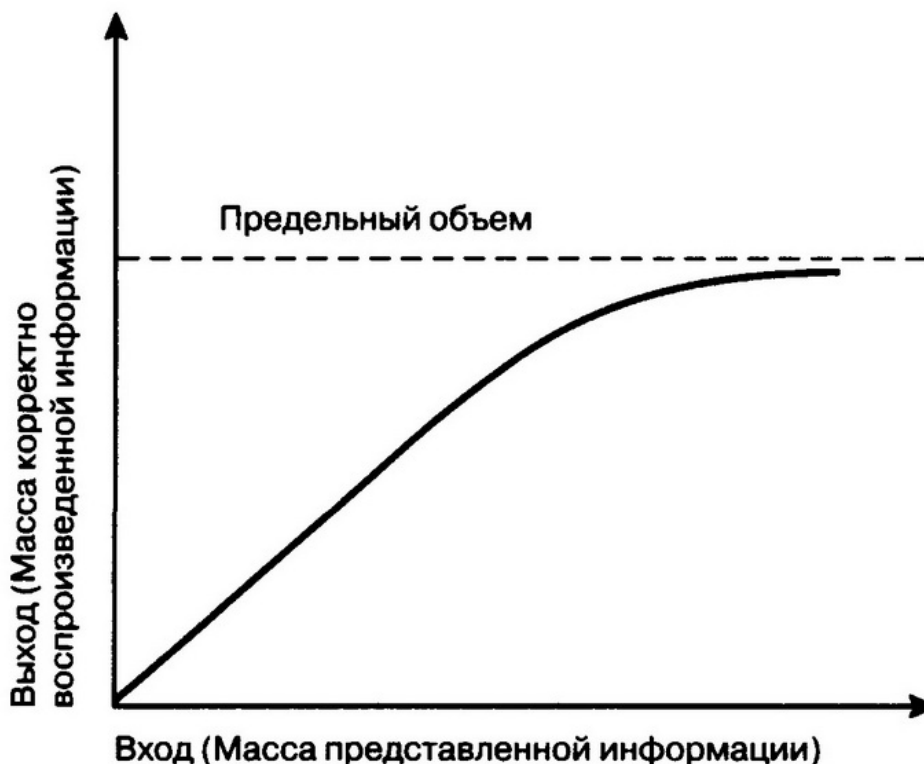


Диаграмма иллюстрирует идею Миллера — здесь дано количественное соотношение полученной и корректно воспроизведенной информации. Взять хотя бы задание повторить

⁷ Miller, G.A. The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. Psychological Review. 1956. 63:81–97.

числа в той последовательности, в которой мы их прочитали. График показывает, сколько чисел нам удалось безошибочно воспроизвести. Если мы слышали два числа, мы их легко запоминаем и воспроизводим. Точка входа и выхода информации находится на стыке пересечения линий. Линии, показывающие вход и выход информации, совпадают. Но если нам продиктуют двенадцать чисел или двадцать, то по всей вероятности, мы сможем в точности повторить только семь из них. На определенном уровне кривая прогибается, она обозначает пределы нашей краткосрочной памяти. Точно так же и медные провода обладают ограниченной пропускной способностью.

После публикации статьи Миллера прошло более полувека, и понятие «информация» вновь обрело чрезвычайную актуальность. Технологическая революция, которая началась в 1950-е годы, активно набирала обороты и вскоре затронула все стороны повседневной жизни. Информационные технологии за единицу времени обрушивают на нас такой несметный поток самых разных фактов и сведений, что вопрос о пределах нашей памяти, о которых писал Миллер, по-прежнему очень важен для нас.

Интеллект кроманьонца

Если сама природа ограничивает возможности нашего мозга обрабатывать и хранить информацию, то, согласно Миллеру, этому феномену не одна сотня тысяч лет. Как анатомический вид современный *Homo sapiens* сформировался приблизительно 200 тысяч лет назад в Африке.

По данным генетиков, каждый из ныне живущих людей обладает митохондриальной ДНК одной женщины, праматери человечества, Евы, которая жила приблизительно 150 или 200 тысяч лет назад. Представители вида *Homo sapiens* активно осваивали новые территории, в том числе южную часть Европы, где они постепенно вытеснили неандертальцев. Грот Кро-Маньон на юге Франции, от которого и произошло название «кроманьонец», — хранит следы деятельности *Homo sapiens* — великолепные наскальные рисунки.

Тогда люди обладали таким же уровнем интеллекта, как и сейчас. Практически не изменились и анатомические параметры. Разве что неандертальцы отличались от кроманьонцев более массивным телосложением. Но если бы мы одели кроманьонцев в современную одежду, то, гуляя по нашим городам, они слились бы с толпой и не привлекли бы к себе никакого внимания.

Кроманьонцы жили размеренной жизнью, занимаясь в основном охотой и собирательством. Скорее всего, они объединялись в группы по несколько семей, примерно по пятьдесят человек. Несколько семей, в свою очередь, образовывали кланы, примерно по 150 человек. Большую часть времени они посвящали добыче и приготовлению пищи, они также обрабатывали кожу, изготавливали инструменты и часто охотились. Технологическое оснащение кроманьонцев состояло из простых орудий: копий, ножей, скребков, свёрл, гарпунов, игл и прочее.

Мозг, с которым мы рождаемся сегодня на свет, практически идентичен тому, с которым рождались кроманьонцы 40 тысяч лет назад. И если генетически сама природа ограничила наши познавательные возможности, то произошло это уже тогда, когда самым технологически совершенным орудием был острый гарпун из кости. Иными словами, обладая тем же мозгом и интеллектом, что и десятки тысяч лет назад, сегодня мы пытаемся справиться с бесконечным потоком разнообразной цифровой информации. Можно предположить, что за год кроманьонец встречал столько же людей, сколько мы встречаем сегодня за день. Объем и сложность информации, с которой мы сталкиваемся сегодня, продолжают нарастать. Но если наши врожденные интеллектуальные способности ограничены самой природой, то можем ли мы их тренировать и развивать? Вот в чем вопрос.

Пластичность мозга

Недавние открытия нейрофизиологов дополнили наши познания о мозге. Оказалось, что наш мозг обладает пластичностью⁸. Так называется недавно обнаруженная способность мозга менять свою структуру и функции, в частности расширяя или усиливая используемые участки и сжимая или ослабляя те, которые используются редко. Простой пример: прочитав эту книгу, вы уже никогда не будете тем, кем были прежде. И вовсе не потому, что содержание самой книги произведет на вас столь сильное впечатление. А просто потому, что любые новые знания и опыт меняют наше сознание. Невозможно дважды войти в одну и ту же реку.

Мозг изменяется, и не только тогда, когда пополняются или истощаются резервы памяти. Разные зоны мозга отвечают за разные функции. Функциональная карта мозга не статична, она постоянно меняется. Как именно изменяется наш мозг, когда он перестает получать сигналы? Если человек теряет, например, указательный палец, то та область мозга, которая ранее получала сигналы от этого пальца, сжимается, а смежная область, которая получает сигналы от среднего пальца, расширяется. Таким образом, карта мозга перекраивается.

Более серьезные информационные потери мы наблюдаем, исследуя феномен отсутствия визуальной информации у слепых⁹. Исследования мозговой деятельности у слепых показывают, что области мозга, отвечающие за зрение, активизируются в процессе чтения ими по методике Брайля, несмотря на фактическое отсутствие любых визуальных сигналов. Значит, зрительная зона коры головного мозга не бездействует, а нацелена на то, чтобы обрабатывать сенсорную информацию. И когда мозг не получает сенсорной информации, например, от потерянного пальца, то окружающие области расширяются и вовлекают пассивную часть мозга. Этот эффект свидетельствует о пластичности мозга.

Похожие результаты были получены в ходе исследований людей с врожденной глухотой — ученые обнаружили, что область мозга, ответственная за слух, активизируется, когда глухие общаются друг с другом при помощи языка жестов¹⁰.

Мозг изменяется, и не только тогда, когда мы лишаемся какого-либо источника информации, но и в процессе обучения или освоения новых навыков. Интенсивный процесс обучения активизирует деятельность нашего мозга, когда, например, мы осваиваем игру на музыкальных инструментах¹¹. Когда ученые нанесли на карту мозга те области, которые получают сенсорную информацию от левой руки музыкантов, играющих на струнных инструментах, они обнаружили, что эти области шире, чем у не музыкантов¹². Они также

⁸ Феномен пластичности мозга описан в следующих работах: Kaas, J.H., Merzenich, M.M. & Killackey, H.P. The reorganization of somatosensory cortex following peripheral nerve damage in adult and developing mammals. *Annual Review of Neuroscience*, 1983. Vol. 6: 325–356; Kaas, J.H. Plasticity of sensory and motor maps in adult mammals. *Annual Review of Neuroscience*. 1991. Vol. 14:137–167.

⁹ О визуальной области мозга у слепых см. Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibanez, V., Deiber, M.P., Dold, G. & Hallett, M. Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature*. 1996, 380:526–528.

¹⁰ О слуховой области мозга у глухих см.: Petitto, L.A., Zatorre, R.J., Gauna, K., Nikelski, E.J., Dostie, D. & Evans, A. C. Speech-like cerebral activity in profoundly deaf people processing signed languages: implications for the neural basis of human language. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 2000. Dec. 5; 97:13961–13966.

¹¹ Об особенностях мозговой деятельности музыкантов, играющих на струнных инструментах, см.: Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*. 1995. 270:305–307.

¹² Об активности мозга и звуках пианино см. Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L.E. & Hoke, M. Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*. 1998. 392:811–814.

обнаружили, что при прослушивании фортепьянной музыки область мозга, специализирующаяся на восприятии звука, у пианистов примерно на двадцать пять процентов больше, чем у не музыкантов. При этом изменяются и проводящие пути, по которым в мозг поступают импульсы¹³.

Немногие занимаются, например, жонглированием. Но если бы мы начали тренироваться каждый день, то уже через несколько недель добились бы заметных успехов. На примере жонглирования мы можем изучать процессы, происходящие в мозге при тренировке специфических навыков. Исследователи изучили структуру мозга у группы испытуемых, которая осваивала навык жонглирования¹⁴. Затем через три месяца тренировок исследования провели заново. Выяснилось, что область мозга в затылочной доле, отвечающая за моторику, расширилась. Через три месяца после прекращения тренировок та же область сократилась примерно наполовину. Иными словами, три месяца активных тренировок и три месяца пассивной деятельности оказали прямое воздействие на структуру мозга.

И все же по-прежнему остается загадкой — как информационная среда воздействует на наш мозг? И как на него влияет тот или иной тип упражнений?

Интеллектуальная акселерация в XX веке

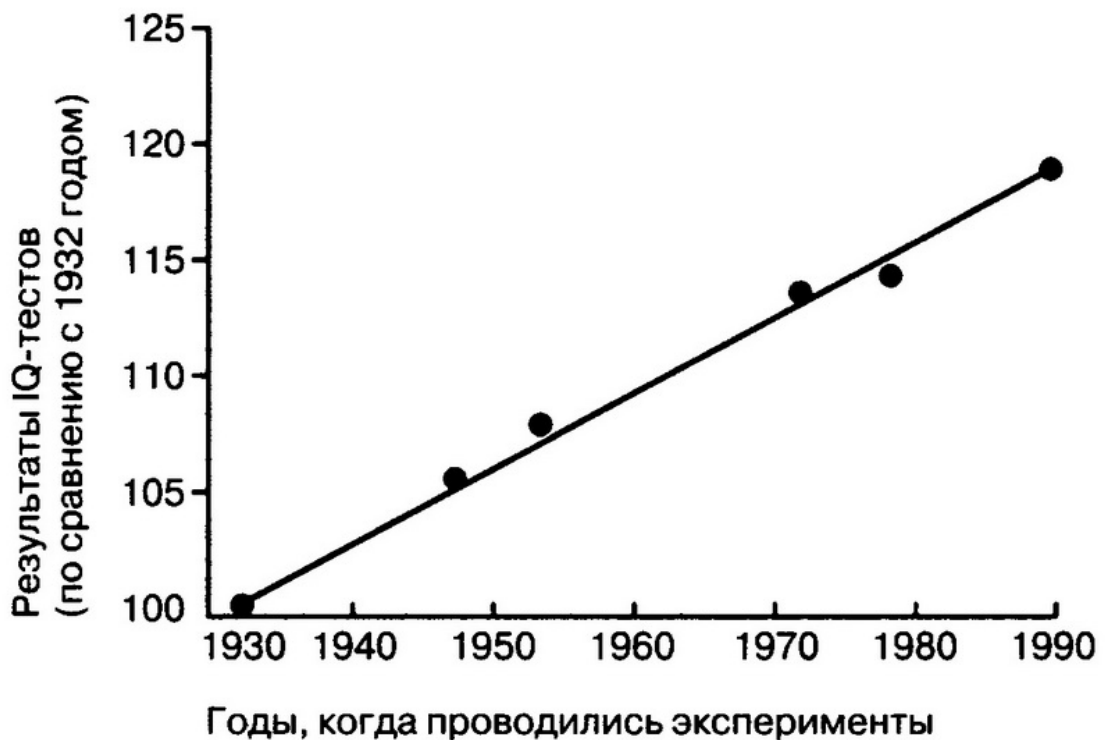
В 1980-е годы новозеландский социолог Джеймс Флинн обнаружил: среднестатистические показатели интеллектуального уровня поступательно возрастали на протяжении многих десятилетий. На основе анализа огромного массива данных Флинн пришел к заключению, что человечество умнеет буквально с каждым годом — нынешние молодые люди умнее своих отцов и значительно умнее дедов. Этот феномен сегодня известен как эффект Флинна¹⁵. По определению, среднестатистический коэффициент интеллекта всего населения земного шара равен 100 единицам.

Флинн протестировал огромное количество молодых людей, а затем сравнил их показатели с результатами аналогичных тестов 20-летней давности. Он обнаружил, что вопреки ожиданиям результаты тестов не совпадают. Нынешняя молодежь оказалась значительно умнее, чем их ровесники двадцать лет назад. Причем задания в старых и новых тестах были одинаковы. Коэффициент интеллекта у современных молодых людей превысил 100 баллов. Флинн провел более 73 экспериментов с 7500 участниками. Он сравнил результаты огромного количества тестов, проведенных между 1932 и 1978 годами, и пришел к выводу, что каждые 10 лет средний показатель IQ увеличивался в среднем на 3 балла, то есть на 3 процента.

¹³ О восприятии музыки музыкантами см.: Bengtsson, S.L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H. & Ullen, F. Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature Neuroscience*. 2005. 8:1148–1150.

¹⁴ О жонглировании см.: Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A. Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature*. 2004. 427:311–312.

¹⁵ Эффект Флинна описан во многих публикациях, в частности, см.: Flynn, J. Massive gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin*, 1987, 101:171–191; Flynn, J. Searching for justice — The discovery of IQ gains over time. *American Psychologist*. 1999. 54:5–20.



Изменения показателей IQ в XX веке

Результаты этих экспериментов стали настоящей научной сенсацией. За несколько десятилетий разница между двумя поколениями составила примерно одно стандартное отклонение. Это означает, что 18-летний, который показывал весьма средние результаты в 1990-е годы, если его перенести в прошлое, на 60 лет назад, окажется в числе отличников. Сейчас его зачислили бы в середнячки, а 60 лет назад он вошел бы в первую пятерку.

Бесспорно, повышение IQ прежде всего обусловлено более высоким уровнем образования. Но если ограничиться подобным объяснением, то самые серьезные изменения должны были бы проявиться в заданиях на вербальный интеллект и на уровень общей эрудиции. И напротив, тесты на умение решать логические задачи, которые обычно считаются культурно нейтральными и практически не зависящими от уровня общеобразовательных знаний, показали бы более скромные результаты. Однако когда Флинн более детально проанализировал данные тестов на IQ, проведенных в США, результаты оказались неожиданными. Испытуемые отлично справились с логическими задачами, в то время как их вербальный уровень, по сравнению с предыдущими поколениями, почти не изменился.

Тогда Флинн сравнил результаты тестов, проведенных в разных странах, взяв за основу матрицы Равена, которые специально разработаны для того, чтобы определять уровень интеллекта независимо от уровня образования.

Он проанализировал результаты тестов, проведенных среди военных — с 1952 по 1982 год. Причем географический спектр был довольно широк: Израиль, Норвегия, Бельгия, Голландия и Англия. Флинн отметил те же самые тенденции, которые он наблюдал в американских тестах на IQ. И пришел практически к тем же выводам. Уровень IQ с годами повышался почти одинаково в разных странах. Только теперь уровень логического мышления стал почти вдвое выше, чем раньше, когда проводились тесты и на вербальный интеллект, и тесты на умение решать те или иные задачи.

Тот факт, что среднестатистические показатели уровня интеллекта поступательно возрастали на протяжении последних десятилетий, был подтвержден многими исследованиями в разных странах, и никем не оспаривался. Тем не менее никто, в том числе

и сам Флинн, не мог объяснить причины этого феномена. Флинн поначалу считал, что полученные данные не могут свидетельствовать о реальном улучшении интеллектуальных способностей. Не может быть, чтобы 18-летние, чьи успехи на сегодняшний день весьма скромны, шестьдесят лет назад считались бы суперинтеллектуалами, — полагал он. Вместо того чтобы проанализировать этот феномен и попытаться дать ему объяснение, Флинн раскритиковал методику использования IQ-тестов, ссылаясь на то, что не следует безоговорочно полагаться на их результаты. Но аргументация Флинна не убедила других психологов. Впрочем, и сам Флинн, похоже, со временем отказался от своих идей. Большинство же ученых придерживались мнения, что интеллектуальная акселерация — научный факт, и отнестись к нему следует со всей серьезностью.

И все же ни один фактор так и не смог до конца объяснить «эффект Флинна». Самое приемлемое объяснение сводится к тому, что окружающая нас информационная среда настолько изменилась, что изменились и мы сами. Возможно, все возрастающий поток информации натренировал нас до такой степени, что уровень IQ стал выше. Но может ли вообще окружающая нас среда позитивно воздействовать на уровень IQ? Какие функции мозга можно усовершенствовать путем тренировок и при каких обстоятельствах?

Перспективы

За последние десятилетия научные знания о структуре и деятельности человеческого мозга совершили качественный рывок. Раньше считалось, что мозг поделен на четко разграниченные участки, каждый из которых «отвечает» за свою функцию. Со временем выяснилось, что нейроны внутри разных зон взаимодействуют между собой весьма сложным путем и нельзя осуществлять четкую «привязку» тех или иных функций к конкретным областям мозга. И хотя гипотеза Миллера о семи дочерях Атласа или о семи чудесах света до сих пор сохраняет свою актуальность, в поисках факторов, ограничивающих наши интеллектуальные возможности, ученые обнаружили «главных виновников».

Изучая механизмы и конкретное месторасположение интеллектуальных ограничителей и регуляторов в мозге, мы научимся тренировать и совершенствовать самые разные навыки и таким образом расширим функции познания.

Ведущие современные нейробиологи, в числе которых и лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине Эрик Кэндел, в 2004 году в статье «Нейрокогнитивный прогресс: что мы можем и что мы обязаны сделать?» писали не только о новых возможностях, но и о новых этических дилеммах, которые встали перед современной наукой¹⁶. В частности, авторы утверждали: *Многие ученые предсказывают, что XXI век будет веком нейрофизиологии и нейробиологии. Если мы расшифруем тайны мозга и научимся контролировать и регулировать его, то для человечества это достижение будет равносильно скачку из эпохи примитивных орудий железного века в эпоху развитой металлургии, сумме изобретений промышленной революции или прорыву генетики во второй половине XX в. Последние открытия нейрофизиологии не только открывают необозримые перспективы, но и таят немалые опасности. Общество должно научиться контролировать и ограничивать вмешательство науки в свою жизнь и в пространство личности.*

В статье затрагиваются вопросы, которые актуальны для всех нас и каждого из нас в отдельности.

Мне хотелось бы в своей книге остановиться на новейших достижениях науки о мозге. Меня интересуют нейрофизиологические исследования таких процессов, как концентрация, обработка информации и тренировка тех или иных навыков. Но хочу сразу отметить — я не

¹⁶ Об оптимизации нейрокогнитивных возможностей см.: Farah, M. J., Illes, J., Cook-Deegan, R., Gardner, H., Kandel, E., King, P., Parens, E., Sahakian, B. & Wolpe, P. R. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? *Nature Reviews Neuroscience*. 2004. 5:421–425.

стремился написать монографию или учебник, который охватит весь спектр исследований памяти и внимания.

Даже если бы я вознамерился охватить столь необъятную тему, то уверен — немногие приняли бы читать мой эпос: даже в самом фундаментальном труде невозможно изложить все самое важное. Для этого не хватит ни сил, ни времени. Я попытался проанализировать итоги некоторых исследований, которые дополняют друг друга и которые, как мне кажется, изменили наши представления о самом предмете исследования. Я буду ссылаться на те данные, которые позволяют увидеть хотя бы часть мозаики, общей картины, часть целого. Я поделюсь также результатами собственных исследований функций мозга, своими соображениями относительно наших интеллектуальных ресурсов и их границ. Меня также интересует, как можно развивать и тренировать наши интеллектуальные способности.

В наше время многие озабочены проблемами жителей мегаполисов, их психическим здоровьем. В газетах и журналах постоянно публикуются статьи на тему: как научиться снимать стрессы, как реагировать на все окружающее с олимпийским спокойствием, как защититься от реальности, как покончить с вечной спешкой, как в противовес практике fast food усвоить принципы философии slow food, и так далее. Все это так. Однако я не предлагаю отгородиться от потока информации, от стимулов и интеллектуальных вызовов. Вполне вероятно — когда мы определим границы нашего познания и найдем оптимальный баланс между нашими возможностями и реальными требованиями окружающей нас среды, мы сможем увеличить объем нашей памяти.

А пока нам нужно реально оценить интеллектуальные вызовы окружающей нас реальности. Что такое способность концентрироваться? Каким образом мы запоминаем и храним информацию? Можем ли мы повлиять на этот процесс?

2. Информационный портал

Впрочем, пора вернуться к Лотте. Она сидит за письменным столом, в огромном офисе, где ее коллеги общаются друг с другом и вокруг постоянно трезвонят телефоны. На ее столе возвышаются горы бумаг — отчеты, статьи и брошюры. На экране монитора сайт, демонстрирующий новые модели компьютеров. По экрану бежит строка, рекламирующая дешевые туры на Карибы. Крошечный символ в нижнем уголке дисплея напоминает о непрочитанных электронных письмах, а мобильник бодро пиликает, сообщая, что только что ей прислали эс-эм-эс.

Лотте приходится выбирать, на какой именно сигнал среагировать в первую очередь. Куда ей направить свое внимание, на чем сконцентрироваться? Внимание — это портал между потоком информации и мозгом. Направить свое внимание на тот или иной объект — значит заняться отбором информации, расставить приоритеты, сосредоточиться на небольшом фрагменте из огромной массы доступной информации. Внимание можно сравнить с прожектором. Если, находясь в темном помещении, мы направляем луч света на определенные предметы, то соответственно, можем увидеть лишь часть комнаты, иными словами, воспринять лишь часть информации.

Впрочем, если мы хотим разобраться в том, какие процессы происходят в мозге, когда на наш интеллект кроманьонца обрушивается поток информации, нам следует досконально разобраться в том, что же это такое — внимание.

Разные типы внимания

В конце концов Лотта решает разобраться с электронной почтой позднее и приступает к чтению одного из отчетов. На некоторое время в офисе воцаряется тишина, и она прочитывает несколько страниц без особого напряжения. Но вскоре ловит себя на том, что перестала толком воспринимать прочитанное и мысленно перенеслась к событиям

вчерашнего дня.

Когда она осознает, что мысли ее витают где-то далеко, она пытается заставить себя сосредоточиться на тексте. Но уже буквально через несколько минут рядом что-то звякает — это один из коллег роняет чашку и проливает на пол кофе. Причем это заурядное происшествие привлекает внимание не только Лотты, но и всего офиса. Рабочее утро постепенно перетекает в обеденное время, сотрудники в предвкушении перерыва оживляются, и Лотта решает повременить с чтением и откладывает отчет.

Позже, уже ближе к концу рабочего дня, когда сотрудники начинают расходиться, Лотта возвращается к чтению отчета. Теперь ей удастся сконцентрироваться на целых 45 минут, не без помощи допинга — чашки кофе. Но она чувствует — ей трудно дочитать отчет до конца, ей хочется спать, и непреодолимая усталость заставляет ее снова отложить чтение.

Все мы понимаем, что Лотта в этот день просто не может толком сконцентрироваться на чтении. Но в чем же заключается процесс концентрации внимания? Ученые, исследующие функции мозга, убеждены, что существуют разные типы внимания. Есть, по меньшей мере, три типа внимания¹⁷.

Первый — контролируемое, или произвольное внимание. Именно его не хватает Лотте, чтобы заставить себя прочитать отчет. Когда она мысленно возвращается к событиям предыдущего вечера, она отвлекается.

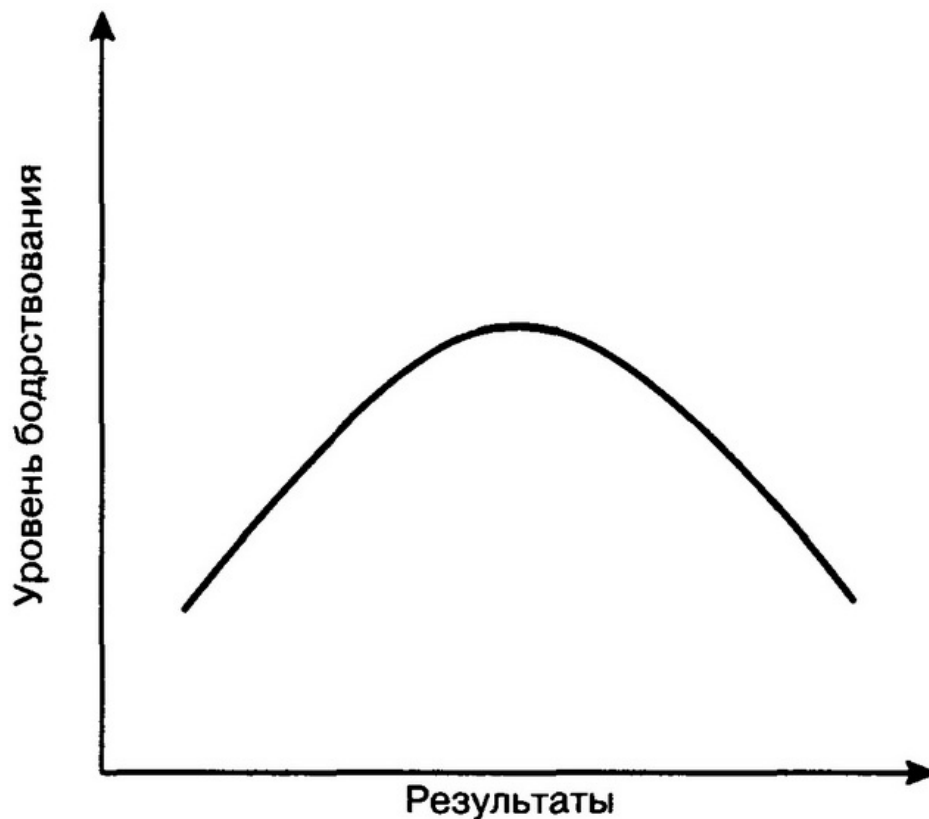
Второй тип — непроизвольное внимание, или внимание, вызванное какими-либо внешними стимулами. Наше внимание автоматически переключается на то, что происходит вокруг. Например, Лотта оборачивается, когда кто-то из ее коллег роняет на пол чашку кофе.

Третий тип внимания — уровень бодрствования, который дает о себе знать ближе к ночи, когда человек ощущает усталость и его клонит ко сну¹⁸.

В этой книге мы сосредоточимся на первых двух типах внимания, которые связаны с фактором селективности. И все же — прежде чем мы перейдем к другим темам — следует сказать несколько слов об уровне бодрствования.

¹⁷ Существует множество методик характеристики разных типов внимания. Приводимые мной характеристики основаны на результатах новейших исследований активности мозга и разных типов внимания. См. например: Corbetta, M. & Shulman, G.L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 2002. 3:201–215; Kastner, S. & Ungerleider, L.G. Mechanisms of visual attention in the human cortex. *Annual Reviews of Neuroscience*. 2000. 23:315–341; Chronometric explorations of mind. Hillsdale, 1978. N. J.: Erlbaum; Posner, M.I. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1980. 32:3–25; Posner, M.I. & Petersen, S.E. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 1990. 13:25–42.

¹⁸ Mackworth, J.F. *Vigilance and attention*. Baltimore. 1970. Penguin.



Соотношения между уровнем бодрствования и результатами

Уровень бодрствования отличается от других типов внимания, поскольку он не зависит от определенной точки в пространстве или от определенного объекта. Этот процесс не связан с выбором. Уровень бодрствования может изменяться от секунды к секунде, от минуты к минуте и от часа к часу. Классический пример — уровень бодрствования у военных, которые часами вынуждены следить, не появятся ли на экране монитора крошечные точки, представляющие собой потенциальный вражеский самолет. При выполнении подобных задач, требующих довольно длительного напряжения, уровень бодрствования постепенно снижается, реакции замедляются, и это приводит к ухудшению конечных результатов.

Уровень бодрствования может повыситься, если поступает предупреждение, что скоро что-то может произойти. Некоторые стимулирующие средства, такие как, например, кофе, могут временно повысить уровень бодрствования — две чашки, выпитые за ночь, улучшают качество работы операторов радаров. Но если выпить, к примеру, десять чашек кофе, то это напротив, только усложнит задачу, поскольку операторы каждую новую точку на экране будут воспринимать как вражеский самолет. Так что лучше избегать крайностей. Соотношение между уровнем бодрствования и результатами работы имеет вид кривой. Из этой диаграммы следует, что мы лучше всего справляемся с задачами, когда уровень бодрствования — средний, а максимальный или минимальный уровни не оптимальны.

Стресс влияет на уровень бодрствования примерно таким же образом, как кофе влияет на тонус. Легкий стресс может оказать отрезвляющее воздействие, но чрезмерные стрессы выбивают нас из колеи, и тогда мы не в состоянии рассуждать и действовать адекватно.

Рассеянность

Мы вряд ли запомним то, на что не обратили внимания.

Рассеянность — одна из наиболее распространенных причин забывчивости, или, как выразился исследователь памяти и писатель Дэниэл Шактер, один из «семи грехов памяти».

Эпизод с потерянной скрипкой Страдивари — наглядный и поучительный пример забывчивости¹⁹.

Струнный квартет только что исполнил концерт в Лос-Анджелесе. Солист квартета играл на скрипке Страдивари стоимостью в несколько миллионов долларов. После концерта музыканты в полном составе собирались ехать на машине в гостиницу. Утомленный после концерта скрипач размышлял о том, как они играли и какие рецензии будут опубликованы в утренних газетах. Он кладет скрипку на крышу автомобиля. Автомобиль отъезжает от концертного зала и направляется в гостиницу. Только когда музыканты приезжают в гостиницу, обнаруживается, что скрипка пропала.

Скрипка нашлась через 27 лет, в мастерской, куда ее сдали на реставрацию.

Этот эпизод демонстрирует, насколько важен фактор внимания. Если мы на что-нибудь отвлекаемся, то важная информация немедленно ускользает из нашей памяти. Если, например, нас отвлечет какое-нибудь событие или объект, мы обязательно забудем, где оставили очки.

Если же внимание направлено на какое-то событие или объект, то мы лучше и быстрее запоминаем и интерпретируем информацию, которую нам оттуда посылают.

Например, Лотта поздним вечером возвращается домой, и ей приходится пройти через неосвещенную арку. На какое-то мгновение ей кажется, что в арке мелькнул подозрительный силуэт, она останавливается и напряженно всматривается в темноту. Естественно, она не упустит из виду и соседние ворота, а вдруг там кто-нибудь притаился. Она обязательно обратит внимание на соотношение тени и света и на любые другие детали. Таким образом, благодаря концентрации внимания и бдительности она заметит угрозу и мгновенно на нееотреагирует.

Как измерить внимание в миллисекундах

Каждый из нас весьма субъективно интерпретирует понятие концентрации. Однако ученых такое положение вещей не устраивает, им всегда хочется перевести результаты своих исследований в количественный формат, измерить то, что они изучают. Сегодня стало возможным измерить уровень внимания.

Психолог Майкл Познер провел серию простых, но эффективных экспериментов²⁰. Они выполняются на компьютере. Каждое задание требует различной степени концентрации. В одном из заданий на экране монитора возникает «цель» — небольшой квадратик. Участник эксперимента должен — как можно скорее — нажать на клавишу. Таким образом измеряется скорость реакции на внешний стимул, или уровень произвольного внимания. В другом тесте на дисплее всплывает треугольник, который предупреждает о том, что скоро на экране появится «цель». Таким образом, измеряется уровень бодрствования. В третьем задании на экране возникает стрелка — за несколько секунд до того, как появится «цель». Стрелка не только предупреждает о событии, но и подсказывает, где именно его следует ждать. Теперь участник эксперимента может заранее направить свое внимание туда, где возникнет цель.

Измеряя скорость реакции, можно измерить и уровни разных типов внимания. Примечательно, что разные типы внимания функционируют независимо друг от друга. А это означает, что человек может испытывать затруднения только с одним типом внимания, а с заданиями, требующими другого типа внимания, справляется вполне успешно²¹.

¹⁹ Пример из жизни скрипача приведен из книги: Schacter, D.L. The seven sins of memory: how the mind forgets and remembers. New York: 2001. Houghton Mifflin.

²⁰ См. исследования М.Познера: Posner, M. Chronometric explorations of mind. 1978. Hillsdale, N.J. Erlbaum; Posner, M.I. Orienting of attention. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1980. 32: 3-25.

²¹ О связях между разного типа вниманием см.: Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, A. & Posner,

Австралийские ученые провели серию экспериментов. Дети, страдающие синдромом дефицита внимания, и здоровые дети играли в две видеоигры²².

Первая игра называется «Выстрел в упор» («Point Blank»). Цель ее — обнаружить и обстрелять мишени, которые по очереди появляются на дисплее. Дети попеременно нажимают на клавиши. Результат игры зависит от уровня внимания и скорости реакции.

Вторая игра называется «Бандикут по имени Крэш» («Crash Bandicoot»). Герой игры, бандикут, австралийский барсук, прокладывает дорогу через джунгли, стараясь не угодить в западню, и попутно выполняет разные задания. Смысл игры заключается не только в том, чтобы своевременно направить внимание на определенный объект, но и в том, чтобы следить за его перемещениями по экрану.

В игре «Выстрел в упор» дети из обеих групп показали одинаковые результаты. Однако со второй игрой — «Бандикут по имени Крэш» — они справились по-разному. Дети, страдающие синдромом дефицита внимания и гиперактивности, получили намного меньше баллов, чем дети из контрольной группы: они часто ошибались, и бандикут у них то и дело погибал.

Полученные данные свидетельствуют о том, что разные системы — произвольного и произвольного внимания — функционируют по-разному. И это в свою очередь может означать, что разные области или разные процессы в мозге отвечают за внимание разного типа. Каковы биологические механизмы внимания и концентрации?

Прожектор

Представьте себе, что вы находитесь в большой комнате с белыми стенами, которая выглядит как экспериментальная лаборатория. У стен стоят полки, на которых штабелями лежат коробки, доверху набитые пластиковыми перчатками, медицинскими пластырями, лентами и подушками. В комнате есть также белые и голубые пластмассовые шары различного размера и объекты, похожие на огромные решетчатые шлемы. У объектов, которые стоят штабелями возле стен, есть одно свойство, которое их объединяет: они не являются магнитными. Посреди комнаты стоит белый куб — приблизительно два на два метра, он оснащен электромагнитом, создающим мощное магнитное поле, способное превратить маленький стальной кислородный баллончик в настоящий снаряд.

Чтобы создать такое сильное магнитное поле, требуются электромагниты, которые охлаждаются жидким гелием при температуре минус 296 °С. В центре куба есть цилиндрическое отверстие, а также выдвигающаяся кушетка, на которой можно поместить пациента и транспортировать его внутрь куба, с тем чтобы составить карту его мозговой активности.

Куб — это магнитно-резонансный томограф, один из самых сложных и умных приборов, позволяющих нам проследить, как функционирует человеческий мозг и, в частности, как функционирует механизм внимания. Поместив пациента в томограф, экспериментаторы давали ему разные задания, например переключить внимание с одной части картины на другую. А камера тем временем фиксировала состояние мозга. Примерно через полчаса после начала эксперимента была получена информация, позволившая точно определить, какие именно области мозга активизировались.

Техника позволяет проследить за процессами кровотока в мозге. Когда нейроны в

M.I. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002.14: 340–347.

²² О компьютерных играх и синдроме дефицита внимания и гиперактивности см.: Lawrence, V., Houghton, S., Tannock, R., Douglas, G., Durkin, K. & Whiting, KADHD outside the laboratory: boys' executive function performance on tasks in videogame play and on a visit to the zoo. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2002. 30: 447–462.

отдельно взятой области мозга активизируются, туда устремляется поток крови, обогащенной кислородом.

В 1990-е годы ученые обнаружили, что поскольку гемоглобин воздействует на магнитное поле по-разному, в зависимости от того, присутствует ли в гемоглобине молекула кислорода или нет, магнитно-резонансная камера может использоваться для получения изображений мозговой активности. Камера также позволяет получить детализированные снимки мозга, с тем чтобы определить местонахождение опухолей и других аномалий. Но чаще всего, используя эффект обогащенного кислородом гемоглобина, ученые пытаются проанализировать функциональную деятельность мозга.

Эту методику называют магнитно-резонансным сканированием или функциональным магнитно-резонансным исследованием.

Ученые из медицинского колледжа в Висконсине Джулия Брефчински-Льюис и Эдгар Дейо использовали функциональную магнитно-резонансную методику, чтобы измерить уровень внимания²³. Испытуемых поместили в магнитно-резонансную камеру и дали им задание — смотреть на экран, показывающий круг, разделенный на разноцветные сектора, наподобие мишени. Таким образом ученые изучали механизм произвольного внимания. В этом эксперименте было использовано еще одно свойство внимания — совместимость центрального фокусного внимания и периферического внимания. Например, мы можем смотреть на один предмет и в то же время направить внимание — на другой. Попробуйте смотреть на центр циферблата и в то же время не упускать из зоны внимания цифры.

Чтобы оценить результаты этого эксперимента, нам нужно знать, как в мозге обрабатываются визуальные впечатления. С помощью магнитно-резонансного томографа ученые обычно изучают разные функции мозга, и, прежде всего, деятельность коры головного мозга. Кора головного мозга представляет собой тонкий слой нервной ткани, покрывающий всю поверхность большого мозга и образующий множество складок. Благодаря складкам и извилинам она уместается в черепную коробку сравнительно небольшого объема. Визуальные сигналы поступают в затылочную долю, которая называется первичной зрительной корой. Отсюда сигналы передаются далее, в более специализированные визуальные области. Разные части изображения, разные сектора картины кодируются разными частями визуальной области коры мозга. Таким образом, визуальная область мозга составляет карту происходящего.

Когда испытуемые задерживают взгляд, переключая внимание с одного участка картины на другой, соответствующие зоны первичной визуальной области активизируются. Результаты, полученные методом томографии, настолько убедительны, что по активности мозга можно даже определить, куда испытуемый направит свое внимание.

Эти эксперименты позволяют более детально изучить биологические механизмы внимания. Если визуальная область — это карта, то внимание можно уподобить прожектору, который освещает определенные части этой карты²⁴. Если какая-либо область освещена, значит, нейроны в этой зоне обладают высокой степенью активности, и, стало быть, более восприимчивы к приему информации²⁵.

²³ Об исследованиях феномена внимания на функциональном магнитно-резонансном томографе см.: Brefczynski, J. A. & DeYoe, E. A. A physiological correlate of the 'spotlight' of visual attention. *Nature Neuroscience*, 1999. 2: 370–374.

²⁴ Многие исследователи сравнивают внимание с прожектором. См. в частности: Sengpiel, F. & Hubener, M. Visual attention: spotlight on the primary visual cortex. *Current Biology*, 1999. 9: R318 R321.

²⁵ Более поздние исследования продемонстрировали, что нейроны активизируются, когда возникает стимул. В то же время они становятся более синхронизированными, то есть разные нейроны активизируются одновременно. Ритм учащается, достигая 40–70 колебаний в секунду. Измеряя степень синхронизации нейронов, можно вычислить скорость реакции. См.: Womelsdorf, T., Fries, P., Mitra, P.P. & Desimone, R. Gammaband synchronization in visual cortex predicts speed of change detection. 2006. *Nature*. 439:733–736.

По карте мозга можно определить разные параметры. В соматосенсорной коре мозга, например, содержится анатомическая карта — карта разных органов и частей тела. В одном из первых исследований мозговой активности и внимания нейрофизиолог Пер Роланд дал задание контрольной группе — закрыть глаза и сосчитать, сколько раз волосок прикоснется к их указательному пальцу. Однако во время эксперимента никто не прикасался к испытуемым. Но уже сам факт ожидания заставлял участников эксперимента направить свое внимание к указательному пальцу, и поэтому на сенсорном участке усилилась мозговая активность.

Состязание нейронов

Одно из исследований наглядно демонстрирует, что внимание функционирует, используя механизм выбора. Причем происходит это на клеточном уровне. Ученые зарегистрировали активность в визуальной области мозга, когда испытуемым показывали сначала зеленый круг, а затем зеленый и красный круг одновременно²⁶. Оказалось, что мозговая активность, которая возникает в зрительной области при появлении зеленого круга, уменьшается, когда рядом с зеленым появляется красный круг. Это происходит, скорее всего, потому, что нейроны в двух пограничных областях зрительной зоны подавляют импульсы друг друга. Но этот эксперимент продемонстрировал еще одну особенность — когда испытуемый не обращал внимания на красный круг и сосредотачивался только на зеленом, то мозг проявлял такую же активность, как тогда, когда испытуемому показывали только один круг.

В процессе этого эксперимента удалось расшифровать один из самых элементарных механизмов внимания: активность одной группы нейронов увеличивается за счет других. Этот эффект условно называют *biased competition* — необъективной или предвзятой конкуренцией²⁷. Когда испытуемый смотрит только на один объект, в данном случае только на зеленый круг, ему не надо напрягать внимание, чтобы удерживать его в поле зрения. Но если появляется множество конкурирующей информации, которую наш мозг должен обрабатывать, то приходится делать выбор.

Можем ли мы применить эти знания к повседневной ситуации в офисе? Если бы у Лотты был кабинет, напоминающий монастырскую келью, и у нее на столе лежала бы только одна книга — Библия, то проблема выбора отпала бы сама собой. Но когда на столе находятся хотя бы два предмета или документа, то уже приходится выбирать, на какой из них направить внимание. А поскольку поток информации увеличивается, то и требования к вниманию предъявляются более высокие.

Как наши мысли, идеи, воспоминания и импульсы соперничают друг с другом за наше внимание? Именно этот аспект с большим трудом поддается изучению. Необходимость контролировать внимание отпадает, если мы сосредоточены только на выполнении одной задачи. Но если мы стремимся одновременно выполнить несколько задач, то нам приходится контролировать и регулировать наше внимание. Когда окружающая среда посылает нам сигналы, мы вынуждены реагировать на них. Например, когда наш коллега в офисе роняет чашку с кофе на пол или когда птица внезапно влетает в комнату, наше внимание

²⁶ О более ранних исследованиях внимания см.: Roland, P.E.: Somatotopical tuning of the postcentral gyrus during focal attention in man. A regional cerebral blood flow study. *Journal of Neurophysiology*, 1981. 46:744–754; Roland, P.E. Cortical regulation of selective attention in man. A regional cerebral blood flow study. *Journal of Neurophysiology*. 1982. 48:1959–1978.

²⁷ Об исследованиях феномена состязательности нейронов см.: Motter, B.C. Focal attention produces spatially selective processing in visual cortical areas VI, V2, and V4 in the presence of competing stimuli. *Journal of Neurophysiology*. 1993. 70:909–919.

автоматически переключается.

Две параллельные системы внимания

Итак, зрительная зона головного мозга проявляет повышенную активность в ответ на внешние раздражители. В зрительной зоне вспыхивает прожектор и освещает карту происходящего. Но где именно находится прожектор? Если бы мы могли измерить активность мозга именно в момент, когда мозг получает команду направить внимание на тот или иной объект, то у нас появилась бы возможность определить местонахождение участков мозга, которые ответственны за функцию управления.

Несколько исследовательских групп проводили эксперименты, используя тесты Познера на управляемое внимание. Результаты тестов во многом совпали. Познеру удалось идентифицировать две области — одну в теменной части, а другую — в лобной. Обе активизируются в тот самый момент, когда мы направляем наше внимание на какой-либо объект. Возможно, нейроны в этих областях контактируют с нейронами в зрительной зоне и активизируют определенные точки. Возможно, в этот процесс вовлечены и другие структуры мозга.

В результате многих исследований ученым удалось идентифицировать области, отвечающие за процесс активизации непроизвольного внимания (например, когда цель появляется на дисплее компьютера без заблаговременного предупреждения). В этом случае активизируются области, которые находятся на стыке теменной и височной долей и чуть ниже лобной доли.

Исследователь мозга Маурицио Корбетта (факультет медицины, Вашингтонский университет) сделал на основе множества экспериментов вывод, что существуют две параллельные системы внимания: одна — система произвольного (или контролируемого) внимания и другая — непроизвольного (или неконтролируемого) внимания²⁸. Результаты психологических экспериментов демонстрируют, что два различных типа внимания функционируют независимо друг от друга.

Пример рассеянности, продемонстрированный в истории со скрипкой на крыше автомобиля, является формой расстройства внимания, которая свойственна всем нам — в той или иной степени. Однако есть люди, страдающие серьезным расстройством внимания, прежде всего непроизвольного внимания. Такой феномен называют «игнорированием» и связан он, как правило, с повреждением теменной области мозга²⁹. Теменная область в

²⁸ О разных типах внимания см.: Corbetta, M. & Shulman, G.L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*. 2002. 3:201–215. Результаты исследований в этой области описаны в следующих работах: Kastner, S., Pinsk, M.A., De Weerd, P., Desimone, R. & Ungerleider, L. G. Increased activity in human visual cortex during directed attention in the absence of visual stimulation. *Neuron*, 1999. 22:751–761; Hopfinger, J.B., Buonocore, M.H. & Mangun, G.R. The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 2000. 3:284–291. Следует отметить, что в процессе селективного внимания задействованы не только фронтальная и париетальная области мозга. Давид Ла Берже и другие ученые подчеркивают, что важную роль играет группа нейронов под названием «colliculus superior» («верхний холмик»). Они функционируют как пространственная карта, отсюда контакты ведут в кору головного мозга. Другая область головного мозга — таламус — также выполняет важную роль в процессе концентрации внимания. Речь идет о группе нейронов в самом центре мозга, состоящей из заднего бугорка таламуса и ретикулярных ядер. Эти ядра связаны с большими фрагментами коры головного мозга, такое расположение позволяет им активно участвовать в функции внимания. Фрэнсис Крик, который получил Нобелевскую премию за свои открытия в области ДНК, затем изменил сферу своих научных интересов. Он включился в исследования мозга, и, прежде всего, изучал границы и механизмы познания. В 1984 году написал статью «Функции ретикулярного комплекса таламуса: гипотеза прожектора». И в этой статье он сравнивает внимание с прожектором.

²⁹ Gazzaniga, M., Ivry, R.B. & Mangun, G.R. *Cognitive neuroscience*. Second edition. 2002. New York: Norton.

левом полушарии головного мозга обрабатывает информацию, которая поступает из правого поля зрения, а правое полушарие обрабатывает информацию, поступающую и из правого, и из левого поля зрения. После травмы левого полушария правое полушарие может функционировать как дублирующая система. Но правое полушарие после травмы не может справиться с аналогичными задачами, и симптомы нарушений проявляются все отчетливее. У людей с подобными травмами, как правило, сужается поле зрения. Если кого-нибудь из них попросят, например, нарисовать часы, они смогут нарисовать лишь половину циферблата.

В одном исследовании женщину с травмой теменной доли мозга попросили закрыть глаза и описать площадь в ее родном городе в Италии, которая была ей хорошо знакома. Она представила себе, что стоит на площади, лицом к церкви. Но из-за травмы она смогла описать только те здания, которые располагались в правом поле зрения. Затем ей предложили приблизиться к церкви и повернуться, так, чтобы увидеть площадь с другой стороны. Теперь она смогла описать здания, расположенные на другой стороне площади.

Таким образом, определенные ограничения пропускной способности мозга объясняются особенностями механизма внимания. Мы можем, например, направить наше внимание на какой-то определенный объект. Но как объяснить ограниченную пропускную способность при выполнении более сложных интеллектуальных задач, например при управлении вниманием и при сохранении полученной информации? Можем ли мы объяснить эти процессы?

3. Ментальный станок

Если механизм непроизвольного внимания в целом функционирует как прожектор, то он запускается автоматически, реагируя на внешние раздражители. Но когда речь идет о произвольном или контролируемом внимании, то необходима определенная команда, чтобы задать ему направленность. Чтобы сосредоточиться на определенной цели, например на лице в толпе, нам требуется обратиться к определенному типу памяти. Но как нам запомнить, на чем конкретно нам следует сосредоточиться?

Ответ прост — речь идет о рабочей (или оперативной) памяти. Рабочая память — это способность удерживать информацию и манипулировать ею короткое время, как правило, несколько секунд. Эта, на первый взгляд, элементарная функция чрезвычайно важна и незаменима для выполнения многих интеллектуальных операций. Прежде всего, рабочая память помогает контролировать внимание и решать логические задачи. Функциям рабочей памяти посвящены следующие главы моего исследования. Ниже я попытаюсь охарактеризовать понятие «рабочая память», а также проанализировать — как она соотносится с другими функциями мозга.

А теперь вернемся к Лотте, с ее напряженным и суматошным рабочим графиком. Например, когда она роется в ящиках своего загроможденного бумагами рабочего стола в поисках марки, она все время должна помнить, что именно она ищет. Беспорядок на столе свидетельствует о том, что многие объекты и цели конкурируют за ее внимание. Нейроны в визуальных областях мозга состязаются за право быть активизированными. Поэтому ей следует контролировать и регулировать свое внимание. Возможно, ее настолько раздражает беспорядок, что она закрывает ящик и начинает делать что-то другое. Но через пару секунд спрашивает себя, почему она закрыла этот ящик или где собственно находится марка. Команда найти марку стерлась из рабочей памяти.

Мы используем рабочую память, когда запоминаем телефонный номер или ищем бумагу и авторучку. В этом случае мы сохраняем в рабочей памяти вербальную информацию, и, кстати, при этом часто повторяем про себя цифры. Играя в шахматы, мы сохраняем визуальную информацию в рабочей памяти: «если я сделаю ход конем, то он съест моего коня своим слоном, но зато потом я съем его слона своим ферзем». Игра в

шахматы развивает визуальную память и эвристические свойства мозга. И чтобы запомнить все возможные комбинации ходов, мы обращаемся к рабочей памяти.

Рабочая память и кратковременная память

Многие считают, что понятие «рабочая память», которое сейчас так активно используется, запустил в научный обиход психолог Алан Бэддели в начале 1970-х годов³⁰. Он предложил разделить рабочую память на три блока. Один отвечает за хранение визуальной информации (visuo-spatial scratch pad — визуально-пространственная матрица), другой (the phonological loop — фонологическая петля) — за хранение вербальной информации, а центральный исполнитель (central executive) координирует функцию первых двух подсистем. Если мы запоминаем шахматные ходы, то используем визуальный блок, а когда запоминаем телефонный номер, — фонологическую петлю. В обоих случаях требуется координатор, и эту роль исполняет центральный исполнитель.

Если психологу нужно проверить нашу вербальную рабочую память, то он попросит нас повторить ряд чисел. Для проверки визуально-пространственной рабочей памяти он, как правило, использует тест, который называется «стратегия повторения». В этом тесте мы должны запомнить, в какой последовательности нам показывают разные кубики. Сначала нам покажут два кубика. После этого испытания мы перейдем к запоминанию следующего уровня, который состоит из трех кубиков, и так далее. Когда мы дойдем до уровня, состоящего из семи кубиков, то наверняка начнем делать ошибки. Когда уровень запоминания приблизится к 50 процентам (то есть мы будем ошибаться через раз), наша рабочая память достигнет предела. Это — максимальное количество информации, которое мы способны сохранить в нашей рабочей памяти. Итак, одна из базовых характеристик рабочей памяти — ограниченность ее объема.

Вернемся к предисловию: если нам скажут, например, «пройдите два квартала вперед, а затем поверните налево и пройдите еще один квартал», то мы запомним сразу. Но если команда звучит очень долго и превышает объемы нашей рабочей памяти, то мы вряд ли запомним сказанное.

Так что же такое собственно кратковременная память и как она соотносится с рабочей памятью? Кстати, ответ не так уж и прост и требует некоторых комментариев. Опыт показывает, что пациенты, имеющие травмы мозга, могут испытывать сложности с выполнением одного типа задач, в то время как другие задачи, требующие участия рабочей памяти, решаются довольно просто и не требуют особых усилий. Например, они могут повторять буквы, которые слышат, но не могут повторить их в заданном порядке, отвлекаются и не могут полностью сосредоточиться.

Таким образом, можно согласиться с утверждением, что рабочая память выполняет два разных типа задач. Некоторые психологи считают, что понятия «кратковременная» и «рабочая» память — синонимы. Но согласно мнению большинства исследователей, кратковременная и рабочая память функционируют по-разному. Рабочая память, согласно этой классификации, выполняет оперативные задачи, которые требуют определенных манипуляций. Для кратковременной памяти характерен относительно короткий период хранения информации, которая теряется в силу действия временного фактора или из-за поступления новой информации. Кратковременная память включает в себя фактор distraction и требует навыка синхронного выполнения разных задач³¹.

³⁰ О разных типах рабочей памяти см.: Baddeley, A.D. & Hitch, G.J. Working memory. In: G.A. Bower (ed.), Recent Advances in Learning and Motivation, Vol. 8, New York: Academic Press. 1974. s. 47–89; а также более поздние работы, напр.: Baddeley, A. Working memory: looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience, 2003.4:829–839. Алан Бэддели также предположил, что существует особая форма рабочей памяти — эпизодический буфер, который хранит фрагменты информации в рабочей памяти.

³¹ До сих пор нет единой позиции о разных формах активности при выполнении задач рабочей памяти и

Но такая классификация грешит условностью. До конца не ясно, какие конкретные задачи закреплены за тем или иным типом памяти, и порой граница может быть очень зыбкой.

Этой проблематике посвящена следующая глава. Очень сложно провести четкую границу между кратковременной и рабочей памятью. Оба типа памяти включаются при активации одной и той же области мозга, но разница заключается именно в степени активации.

Существует фактор, который весьма усложняет задачу исследователей — одни и те же задачи решаются разными способами. Задача, которую выполняет кратковременная память у взрослых, у детей может решаться рабочей памятью. Многое зависит и от того, какой именно тип информации мы должны запомнить. Например, если нам нужно запомнить пять букв или знаков, то мы обращаемся к кратковременной памяти, — для этого мы повторяем про себя буквы или знаки. Но запомнить позицию из пяти единиц — гораздо более сложная задача, и поэтому к выполнению подобной процедуры приступает рабочая память. К тому же сам термин «кратковременная память» часть исследователей использует совершенно в ином контексте, например для обозначения начального этапа кодировки информации в долговременной памяти. Так что термин толкуется по-разному, и порой произвольно.

Конечно, в перспективе терминология будет уточняться, и появится термин, обозначающий стадию активности мозга в процессе выполнения разных задач рабочей памяти. К этому вопросу мы еще вернемся. Разные задачи рабочей памяти чаще всего описываются как «более пассивные» и «более активные». И только термин «рабочая память» уместен для характеристики большинства ситуаций в этом контексте. Так что следует определиться, какую роль играет визуально-пространственная рабочая память.

Долговременная память

Ограниченный объем рабочей памяти отличает ее от долговременной памяти. В долговременной памяти мы храним информацию о разных событиях. Например, мы можем вспомнить, что мы ели вчера на обед. Мы можем также помнить факты, не связанные с определенными событиями, например значение того или иного слова или название столицы Марокко. Память о событиях называют эпизодической памятью, а память о фактах — семантической долговременной памятью. Количество информации, которая может храниться в долговременной памяти, практически не ограничено. Благодаря долговременной памяти мы можем запомнить, например, какое-либо событие или объект, а затем переключить свое внимание на что-то другое — на другое событие или объект. Через несколько минут или лет мы легко извлечем эту информацию из памяти. Рабочая память опирается на иные

различиями между кратковременной и рабочей памятью. Есть сторонники теории, согласно которой медиальная префронтальная кора активизируется при выполнении задач рабочей памяти, не требующих манипуляций. Они же предполагают, что верхние дорсолатеральные области активизируются только при выполнении манипуляций. О подобном подходе и результатах экспериментов см.: Owen, A.M., Evans, A.C. & Petrides, M. Evidence for a two-stage model of spatial working memory processing within the lateral frontal cortex: a positron emission tomography study. *Cerebral Cortex*, 1996. 6:31–38; D'Esposito, M., Aguirre, G.K., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R.K. & Lease, J. Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cognitive Brain Research*. 1998. 7:1–13. В то же время многие исследователи опровергают эту точку зрения, полагая, что в задачи рабочей памяти не входят манипулятивные функции, такие как точечные тесты. Они считают, что рабочая память активизирует дорсолатеральную область передней доли мозга. См.: Curtis, C.E., Rao, V.Y. & D'Esposito, M. Maintenance of spatial and motor codes during oculomotor delayed response tasks. *Journal of Neuroscience*, 2004. 24:3944–3952. О том, что эти области сохраняют непрерывную активность в период ожидания, даже когда не проводятся никакие манипуляции, см.: Cohen, J.D., Pearstein, W.M., Braver, T. S., Nystrom, L.E., Noll, D.C., Jonides, J. & Smith, E.E. Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*. 1997. 386:604–608. Д'Эспозито и Кертис различают процесс выполнения манипуляций и нулевой процесс. Об этом см.: Curtis, C.E. & D'Esposito, M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003. 7:415–423.

механизмы. Информация, сохраняемая в рабочей памяти, постоянно находится в фокусе нашего внимания.

Долговременная память кодирует воспоминания, активируя цепь биохимических и клеточных процессов. Гиппокамп — область мозга, отвечающая за процесс запоминания на ранней стадии, расположена в медиальных височных отделах полушарий, на поздней стадии запоминания играет менее существенную роль. Эту гипотезу подтверждает эффект электрошоковой терапии, которая используется для лечения депрессии³². После воздействия на мозг электрошоком в долговременной памяти, которая отвечает за раннюю и менее стабильную стадию кодирования, нарушается механизм кодирования. Люди, подвергшиеся воздействию электрошока, могут забыть о событиях, которые произошли несколько дней или несколько недель тому назад, хотя в то же время память может извлечь информацию, закодированную год назад.

Различие между долговременной памятью и рабочей памятью можно проиллюстрировать примером из нашей повседневной жизни. Если мы припарковали наш автомобиль перед супермаркетом, чтобы купить литр молока, то мы используем нашу долговременную память, чтобы вспомнить, где находится наш автомобиль, когда мы выйдем из магазина. Нам не придется непрерывно визуализировать место парковки, пока мы ходим по магазину. Вместо этого мы просто кодируем информацию, которую затем извлекаем. А рабочую память используем для того, чтобы вспомнить, что мы ищем литр молока, пока мы изучаем магазинные прилавки.

Таким образом, рабочая память обычно используется для того, чтобы хранить информацию в активном состоянии в течение нескольких секунд, в то время как долговременная память может хранить информацию в течение нескольких лет.

Различие между долговременной и рабочей памятью заключается в способе хранения информации. А когда именно мы ее сохранили, не играет роли.

Для наглядности приведу типичный пример. Однажды вечером мой друг познакомился в пабе с привлекательной женщиной. На прощание она продиктовала ему свой телефонный номер. Но вот незадача — у него не нашлось под рукой ручки или карандаша. Он не рискнул довериться своей долговременной памяти. Поэтому он сохранил номер в своей рабочей памяти, постоянно повторяя его про себя, всю дорогу, пока добирался домой. При этом он старался не смотреть на номера автомобилей, автобусов и другие цифры, чтобы не отвлекаться.

Через двадцать минут он добрался до дома и наконец записал ее номер телефона.

Теперь они женаты и счастливы, у них двое детей.

Концентрация внимания

В 1970-е годы нейрофизиологи изучали структуры и механизмы рабочей памяти у приматов, в частности, у макак. Макака весит примерно десять килограммов, а ее мозг имеет всего пять сантиметров в диаметре. В плане интеллектуального развития макаки отстают, например, от шимпанзе, но зато макаки могут сохранять информацию в рабочей памяти. Объем памяти макаки можно сравнить с объемом памяти годовалого ребенка.

Макакам предлагали решить самые элементарные задачи, чтобы им было под силу с ними справиться. Раньше использовался такой тест: под одной из двух чашек прятали арахисовые орехи, а потом чашки накрывали тканью, так, чтобы обезьяна не могла их видеть. Затем ткань откидывали и предлагали обезьяне показать место, где находятся орехи. Если обезьяна сохраняла в своей рабочей памяти информацию о том, где находятся орехи, то она делала правильный выбор. Однако невозможно было исключить и другой вариант —

³² О воздействии электрошока на долговременную память см.: Squire, L.R. Memory and Brain. New York: Oxford University Press. 1987.

обезьяна могла полностью повернуться всем своим туловищем к орехам и непрерывно смотреть на то место, куда они спрятаны. Таким образом, она использовала маленькие уловки, чтобы решить предложенную задачу. Чтобы избежать подобной погрешности, ученые использовали эффект задержки глазодвигательной реакции («oculomotor delay response task»).

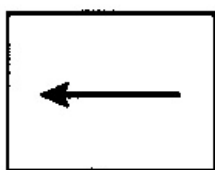
Для простоты назовем это задание «точечным тестом». В точечном тесте обезьяну предварительно обучают — она должна научиться сосредотачивать взгляд на крестике, который видит прямо перед собой. Затем на периферии монитора начинает мигать точка. После нескольких секунд крестик, на котором обезьяна сконцентрировала свой взгляд, исчезает, и тогда она переводит свой взгляд на то место, где раньше видела точку. Нужно, чтобы во время периода ожидания обезьяна сохранила эту позицию в своей рабочей памяти.

Запоминать позицию из точек и затем сосредотачивать на них свое внимание — вряд ли многие из нас согласятся с тем, что именно так действуют механизмы рабочей памяти в повседневной жизни.

Проблема, однако, состоит в том, что точечный тест чересчур сложен, и обезьянам понадобится несколько месяцев, чтобы его освоить. Но этот тест по-своему незаменим, потому что он подчеркивает главную характеристику рабочей памяти: мы откликаемся не на то, что мы видим, а на информацию, которая хранится в нашем мозге.

Многие наши знания о том, как рабочая память кодирует информацию, мы почерпнули из исследований последних десятилетий, в которых использовались вариации этого теста.

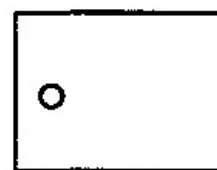
Произвольное внимание



1) Стрелка показывает, что цель появится слева



2) Испытуемый направляет свое внимание на область слева



3) Испытуемый нажимает на левую клавишу

Точечный тест



1) Точка показывает, куда испытуемый должен направить свой взгляд



2) Позиция запоминается в рабочей памяти



3) Взгляд направляется на позицию слева

Совпадающая фаза в двух тестах

Совпадения между задачами на контролируемое внимание и задачами рабочей памяти (точечный тест)

При ближайшем рассмотрении точечные тесты и тесты на внимание, которые проводил психолог Майкл Познер, во многом совпадают. В одном из экспериментов Познера стрелка указывала на ту часть экрана, где должна была появиться ожидаемая цель. Именно туда

испытуемый направлял свое внимание. Этот тест не получится, если испытуемый не вспомнит, где появлялась цель. Таким же образом обезьяны вспоминают точку, которую им раньше показывали. Это демонстрирует, самым элементарным образом, как управляемое внимание, с одной стороны, и рабочая память, с другой стороны, накладываются друг на друга. Рабочая память необходима для управления вниманием. Мы должны помнить, на чем именно нам следует сконцентрироваться.

Нейрофизиолог Роберт Десимон одним из первых исследователей доказал наличие связи между вниманием и памятью. Он назвал компонент памяти в тестах на внимание оригиналом или шаблоном внимания («attentional template»)³³. Мы используем примерно такой же механизм, когда ищем в толпе знакомое лицо: чтобы найти его, мы должны сохранять в нашей рабочей памяти цель нашего поиска. Однако следует принять во внимание, что частичное совпадение рабочей памяти и внимания относится только к произвольному вниманию. Непроизвольное внимание не требует использования рабочей памяти.

Решение задач

Впрочем, благодаря рабочей памяти мы не только запоминаем команды, цифры или события. Рабочая память играет важную роль, когда мы выполняем самые разные задачи. Чтобы убедиться в этом, можно провести следующий тест: прочитайте вопрос, затем закройте книгу и дайте ответ. Например, сколько будет девяносто три минус семь плюс три?

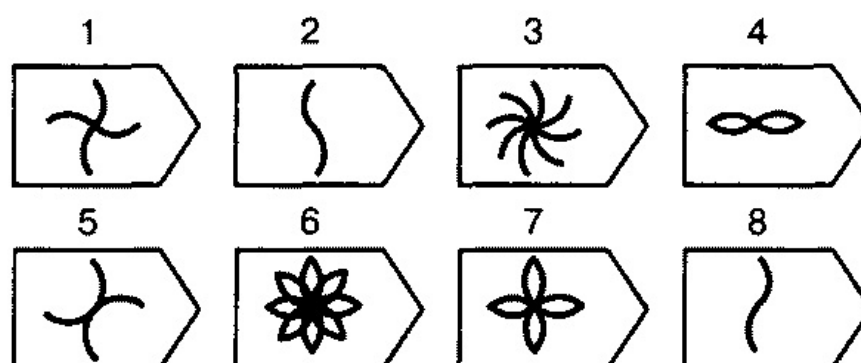
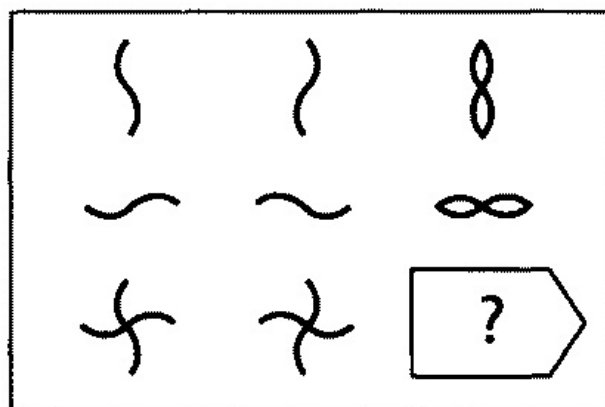
Чтобы решить эту задачу, нам понадобится совершить несколько операций в определенном порядке. Большинство начинает с того, что вычитает семь из девяноста трех и получает восемьдесят шесть. Мы сохраняем эту информацию и одновременно извлекаем из памяти следующую задачу — а именно прибавить три. Теперь мы прибавляем три к восьмидесяти шести. Чтобы решить эту и подобные задачи, необходимо помнить вопрос, а также промежуточный результат вычислений. Рабочая память таким образом используется как станок для выполнения различных умственных задач, отсюда и ее название.

Точно так же рабочая память используется для того, чтобы хранить в памяти промежуточные итоги, когда нам приходится решать логические задачи. Например, «если идет дождь, то лужайка становится мокрой. Если лужайка мокрая, можем ли мы из этого факта заключить, что шел дождь?» Для решения подобных задач требуется доступ к информации, сохраненной в рабочей памяти. Профессор психологии Алан Бэддели предлагает следующее определение рабочей памяти:

Под термином «рабочая память» подразумевается система, которая может сохранять и обрабатывать информацию, необходимую для выполнения сложных когнитивных задач, таких как чтение, обучение и логическое мышление³⁴.

³³ Понятие «The attentional template» («шаблон внимания») заимствовано из источника: Desimone, R. & Duncan, J. Neural mechanisms of selective visual attention. Annual Reviews of Neuroscience. 1995. 18:193–222. О роли визуальной памяти в процессе внимания см.: Desimone, R. Neural mechanisms for visual memory and their role in attention. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 1996. 93:13494–13499; Awh, E. & Jonides, J. Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. Trends in Cognitive Sciences. 2001. 5:119–126.

³⁴ Baddeley, A. Working Memory. Science, 1992.255:556–559.



Матрицы Равена

На диаграмме показан один из тестов, часто используемый психологами с целью оценить общие интеллектуальные способности человека. Эта методика применяется уже в течение многих десятилетий и называется матрицами Равена³⁵.

Данный тест представляет собой трехстрочную и трехколонную матрицу символов, где в нижнем правом углу отсутствует один символ. Испытуемый должен догадаться, по какому принципу расположены символы — от ряда к ряду и от колонки к колонке. Найдя закономерность, он сумеет ответить на вопрос, какой символ должен находиться на пустом месте, выбрав один из предложенных ответов.

Оказывается, наша способность решать подобные задачи более всего зависит от того, какое количество информации мы способны сохранить в рабочей памяти. Одна из самых цитируемых статей на эту тему «Объем рабочей памяти определяет наш интеллектуальный уровень?», автор которой — немецкий психолог Хайнц-Мартин Зюс. После ряда исследований он пришел к выводу: «В настоящее время объем рабочей памяти — самый точный индикатор интеллекта, об этом свидетельствуют теоретические выкладки и практические исследования когнитивных возможностей человека»³⁶.

Психолог Рэндалл Энгл из Технологического института Джорджии (штат Атланта, США) также считает, что между рабочей памятью и способностью решать разные задачи (или, точнее, общим уровнем интеллекта, которому будет посвящена глава «Эффект Флинна») существует непосредственная связь. Связь между объемом рабочей памяти и

³⁵ Оригинальные матрицы Равена см.: Raven, J.C. Advanced Progressive Matrices. 1990. Set II. Oxford: Oxford. Psychology Press.

³⁶ Цитата приведена по источнику: SuB, H.M., Oberauer, K., Wittmann, W.W., Wilhelm, O. & Schulze, R. Working-memory capacity explains reasoning ability — and a little bit more. Intelligence. 2002, 20:261–288.

общим уровнем интеллекта прослеживается в разных тестах. В одной из обзорных статей предлагается принять за коррелят соотношение 0,6 и 0,8 (где 0 — полное отсутствие корреляции, а 1 — абсолютный показатель)³⁷. Если мы согласимся с этим соотношением, то следует признать: некоторые испытуемые успешно справляются с разными задачами (сформулированными, например, в матрицах Равена), а другие показывают результаты вдвое хуже. И этот феномен объясняется разным объемом памяти.

Почему рабочая память играет такую важную роль в процессе решения задач? На этот счет существуют разные точки зрения³⁸. Для того чтобы правильно ответить на вопросы, сформулированные в матрицах Равена, нам приходится, как и в математических задачах, сохранять в рабочей памяти визуальную информацию, сортировать и перерабатывать ее, а также запоминать команды. Мы также должны контролировать наше внимание.

Согласно Рэндаллу Энглу, особенно важно частичное совпадение рабочей памяти и контроля внимания. Мы должны помнить, на чем нам следует сконцентрироваться.

4. Модели рабочей памяти

Из предыдущей главы мы усвоили, что способность сохранять информацию играет базовую роль в решении широкого диапазона интеллектуальных задач. Рабочая память используется для того, чтобы контролировать внимание, запоминать и извлекать из памяти команды, выбирать — какие задачи следует решить сейчас, а какие, более сложные, отложить на потом.

Рабочая память имеет ограниченный объем, именно поэтому наша способность обрабатывать информацию и решать задачи имеет ограниченный диапазон. Одна из самых серьезных проблем, с которой мы сталкиваемся в наш век информационного прорыва, — ограниченный объем нашей рабочей памяти. Так что прежде всего нам нужно понять, каким образом сохраняется информация и удастся ли нам преодолеть эти ограничения.

Исследовательница Патриция Голдман-Ракич (Йельский университет, США) на протяжении многих лет изучала процессы мозговой деятельности и механизмы рабочей памяти и в числе прочего разрабатывала методику точечных тестов. Она и ее коллеги регистрировали активность нейронов в разных областях мозга у обезьян, чтобы выяснить, как действует механизм рабочей памяти³⁹. Выяснилось, что нейроны выключаются, как только инициирован ответ. Это был весьма трудоемкий процесс. К оборудованию

³⁷ О соотношении рабочей памяти и интеллектуального коэффициента см.: Kyllonen, P.C. & Christal, R.E. Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*. 1990, 14:389–433.

³⁸ Engle, R.W., Kane, M.J., & Tuholski, S.W. Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In: A. Shah, & P. Shah (red.). *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press. 1999, s. 102–134. В продолжение дискуссии на эту тему см.: Klingberg, T. Development of a superior frontal-intraparietal network for visuo-spatial working memory. *Neuropsychologia*, 2006. 44 (11):2171–2177; Fry, A.F. & Hale, S. Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 2000. 54:1–34; SuB, H.M., Oberauer, K., Wittmann, W.W., Wilhelm, O. & Schulze, R. Working memory capacity explains reasoning ability — and a little bit more. *Intelligence*. 2002, 30 (3):261–288 (28). О корреляции между рабочей памятью и интеллектом см.: Conway, A.R., Kane, M.J. & Engle, R.W. Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003, 7:547–552.

³⁹ Одна из самых цитируемых работ на тему активности нейронов и задачах рабочей памяти: Funahashi, S., Bruce, C.J. & Goldman-Rakic, P.S. Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*. 1989, 61:331–349. См. также более ранние работы на эту же тему: Fuster, J.M. & Alexander, G.E. Neuron activity related to short-term memory. *Science*, 1971. 173:652–654.

подключили усилители и микрофоны. И тогда ученые слышали сигналы электрической активности нейронов — пощелкивание и потрескивание. Эту звуковую карту следовало расшифровать, и задача оказалась не из легких. Однако Патриции Голдман-Ракич удалось охарактеризовать некоторые паттерны.

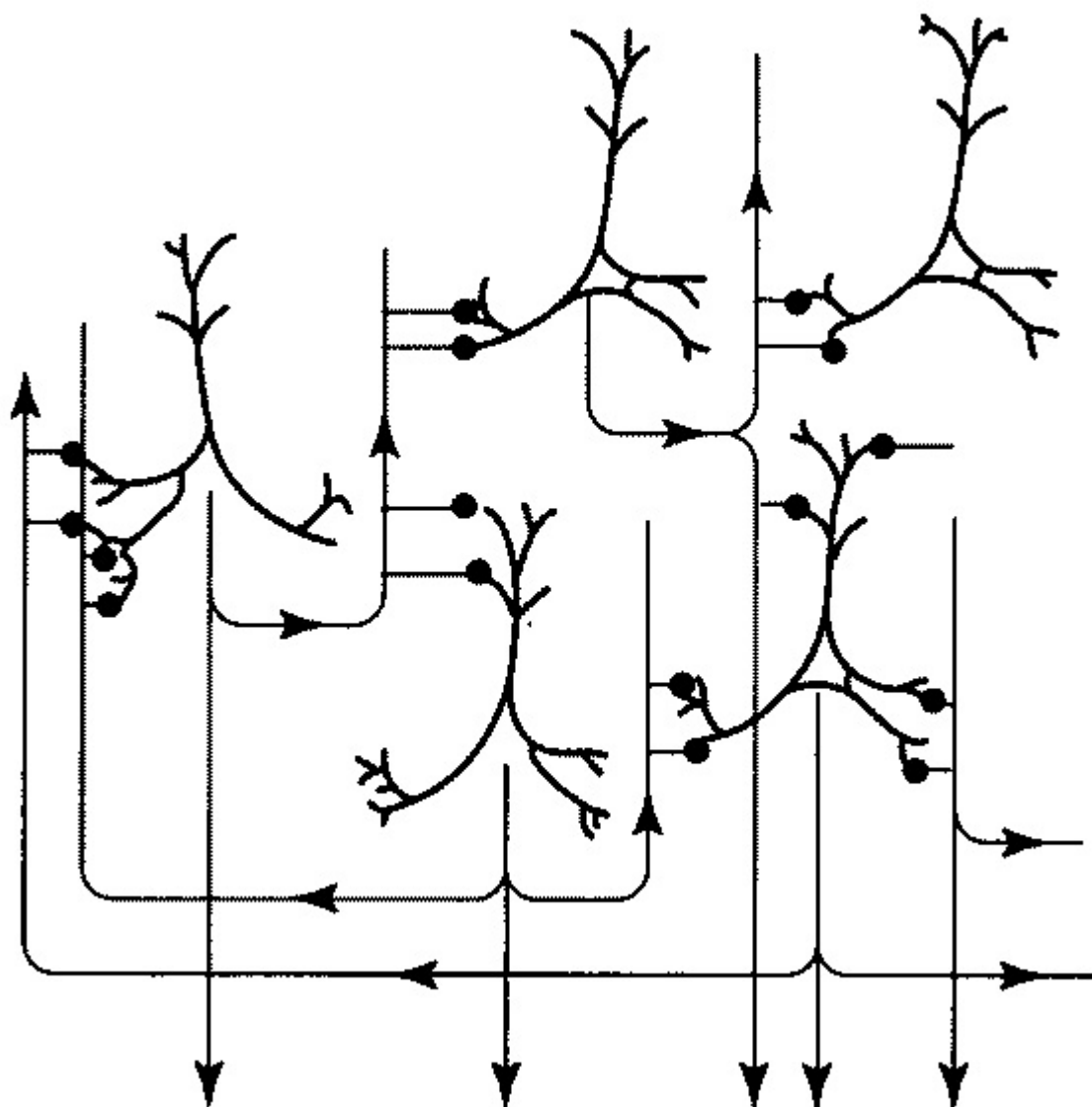
Примечательно, что активность некоторых нейронов проявлялась именно в тот момент, когда информация сохранялась в рабочей памяти. Нейроны начинали активизироваться тогда, когда обезьяна устремляла свой взгляд на точку, которую ей следовало запомнить. Нервные импульсы поступали от нейронов даже после того, как точка исчезала, и до того момента, пока обезьяна переводила свой взгляд на то место, которое запомнила. Подобная активность была названа активностью специфического периода ожидания. Если процесс непрерывной активности прерывался, то обезьяна не могла сохранить информацию. Основная часть нейронов с подобного типа активностью находится в лобной доле, меньшая часть — в теменной.

Согласно теории, выдвинутой Патрицией Голдман-Ракич и ее коллегами, информация сохраняется в рабочей памяти благодаря особым нейронам, находящимся в состоянии непрерывной активности. Этот процесс отличается от процесса кодирования информации в долговременной памяти. Связи между нейронами перманентно усиливаются, это требует времени и синтеза новой порции белков.

Кодирование информации в рабочей памяти — куда более динамичный процесс. Это оперативный способ сохранения информации, поскольку электрическая активность нервной системы длится всего несколько миллисекунд. Однако это — самый уязвимый способ, поскольку процесс запоминания прекращается, когда обрывается сеть.

Теперь вернемся к вопросу об определении разных типов памяти. Чтобы не путаться с терминологией и охарактеризовать специфику функций, которые определяют, что происходит в мозге, нам следует определить рабочую память как «способность сохранять информацию в активном состоянии в течение короткого периода, базирующуюся на непрерывной активности нейронов в лобной доле».

Возьмем хотя бы предыдущий пример с автостоянкой, когда мы паркуем машину, чтобы купить пакет молока. Информацию о том, где мы запарковали машину, мы сохраняем в долговременной памяти. Нейроны в лобной доле не участвуют в кодировании информации о местоположении автомобиля, так что пока мы ходим по магазину, эта информация нам не понадобится.



Благодаря компьютерному моделированию можно наблюдать, как происходит процесс активации и как информация сохраняется в памяти путем взаимной активации нейронов

Но когда мы ищем молоко в магазине, мы обращаемся за подсказкой к рабочей памяти. Эта информация находится в режиме онлайн, иными словами, она постоянно хранится в нашем сознании.

Мы не знаем досконально, каким образом нейронам удастся сохранять свою активность на протяжении всего периода. На этот счет существует гипотеза — есть рекуррентные петли, то есть сети из нейронов, которые сохраняют состояние активности путем обмена импульсами. В последние годы ученые, исследующие эти механизмы, добились успехов благодаря методу компьютерного моделирования.

Компьютерные модели воспроизводят процесс активизации отдельных нейронов⁴⁰. Виртуальные нейроны связываются друг с другом, образуя сеть. Затем исследователи изучают, при каких условиях возникает и поддерживается состояние активности.

⁴⁰ О компьютерных моделях рабочей памяти см: Wang, X.-J. Synaptic reverberation underlying mnemonic persistent activity. *Trends in Neuroscience*. 2001.24; Tegner, J., Compte, A. & Wang, X.J. The dynamical stability of reverberatory neural circuits. *Biological Cybernetics*. 2002. 87:471–481.

Выясняется, что необходим баланс между процессами стимуляции и торможения. Чрезмерное торможение приводит к тому, что нейронная активность обнуляется, соответственно, теряется и сохраненная информация. И напротив, чрезмерная активность приводит к виртуальной эпилепсии мозга.

Информация в теменной доле

В 1990-е годы знания о функционировании рабочей памяти начали активно пополняться, когда благодаря методу позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) ученые получили возможность измерять уровень мозгового кровотока, в то время как испытуемые решали задачи, за которые отвечает рабочая память. Наблюдая за процессом активизации лобной доли, ученые пришли к тем же выводам, что и исследователи функции лобной доли у обезьян и травм лобной доли у людей.

Позитронно-эмиссионный томограф дает более детальную информацию, и исследователи получили возможность выделить те области, которые сохраняют визуальную информацию в рабочей памяти, и те области, которые активизируются в процессе запоминания вербальной информации. Позитронно-эмиссионный томограф позволял фиксировать информацию каждую минуту⁴¹.

В середине 1990-х годов ученые начали использовать функциональный магнитно-резонансный сканер, чтобы получать снимки мозговой активности примерно каждую секунду. Техника с более высоким разрешением позволяет различать активность на разных стадиях — на самой ранней, когда происходит ознакомление с объектом, на стадии сохранения информации в рабочей памяти и на заключительной стадии, когда мы реагируем на ту или иную информацию⁴². Многие исследования ставили перед собой задачу — проанализировать степень активности мозга, характерную для стадии сохранения информации в рабочей памяти. Ученые убедились в том, что информация сохраняется за счет непрерывной активности нейронов в лобной доле. Эти опыты дали очень серьезные результаты. И кстати, выяснилось, что не только лобная доля сохраняет непрерывную активность на стадии запоминания, но также и теменная доля.

Соотношение памяти и внимания

Сравнивая данные тестов на произвольное внимание с данными тестов на рабочую память, мы убедились в том, что рабочая память и управление вниманием связаны, и это согласуется с некоторыми психологическими концепциями. Но активизируется ли при этом одна и та же система мозга? Вот в чем вопрос.

В одном из исследований мозговой деятельности в процессе активации рабочей памяти Клейтон Кертис и Марк Д'Эспозито (университет Беркли, штат Калифорния, США) использовали те же самые точечные тесты, которые ранее использовались с обезьянами⁴³.

⁴¹ Результаты более ранних исследований рабочей памяти на позитронно-эмиссионном томографе обобщены в работах: Paulesu, E., Frith, C.D. & Frackowiak, R.S.J. The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*. 1993. 362:342–345; Jonides, J., Smith, E.E., Koepp, R.A., Awh, E., Minoshima, S. & Mintun, M.A. Spatial working memory in humans as revealed by PET. *Nature*. 1993. 363: 623–625.

⁴² О непрерывной активности нейронов в процессе использования функциональной магнитно-резонансной томографии см.: Cohen, J.D., Pearstein, W.M., Braver, T.S., Nystrom, L.E., Noll, D.C., Jonides, J. & Smith, E.E. Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*. 1997. 386: Courtney, S.M., Ungerleider, L.G., Keil, K. & Haxby, J.V. Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory. *Nature*. 1997. 386:608–611.

⁴³ О постоянной активности в процессе проведения точечных тестов см.: Curtis, C.E., Rao.V.Y. & D'Esposito, M. Maintenance of spatial and motor codes during oculomotor delayed response tasks. *Journal of*

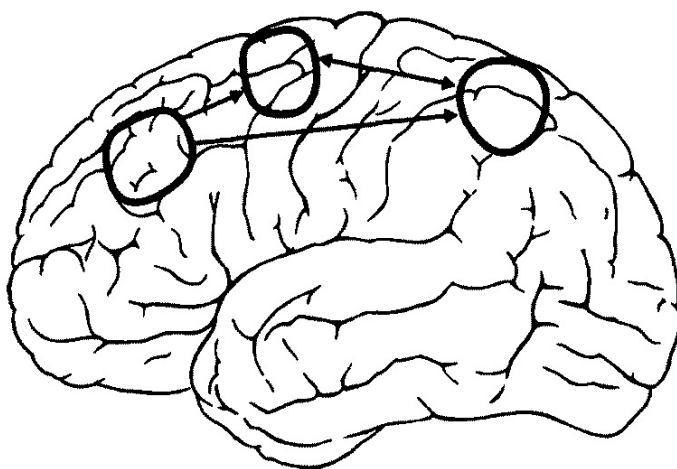
Ученые работали с группой из пятнадцати человек. Мозговая активность каждого из них измерялась в течение 45 минут, а снимки мозговой активности делались каждую секунду. Эти эксперименты потребовали воли и выносливости не только от испытуемых, которые помещались в камеру томографа и запоминали позиции из точек на протяжении 45 минут, но и от ученых, которым предстояло обработать результаты более чем 40 тысяч снимков мозга.

После статистического анализа этих изображений Кертис и Д'Эспозито зафиксировали активность в теменной доле (*sulcus intraparietalis*), в верхней лобной извилине (*gyrus frontalis superior*), а также в передней части лобной доли (*gyrus frontalis media*). Примечательно, что в экспериментах Познера на произвольное внимание также активизировались первые две области.

Результаты исследований мозга подтверждают гипотезу о том, что рабочая память связана с управлением вниманием. Это может означать, что процессы запоминания точки и запоминания, куда следует направить свое внимание в ожидании появления точки, ничем не отличаются.

И все же следует подчеркнуть, что процессы активизации рабочей памяти и произвольного внимания совпадают не полностью. Во многих случаях, когда рабочая память выполняет определенные задания, в лобной доле наблюдается активация, которая не всегда проявляется при решении задач на произвольное внимание. Какую роль играет в данном случае процесс активации — до конца не ясно.

Но так или иначе на нашей карте мозговой активности по-прежнему много белых, или, по крайней мере, серых пятен. Мы по-прежнему не знаем, как функционируют передние части лобной доли. Возможно, в процессе активации передней части лобной доли взаимодействие между верхними частями лобной доли и теменной доли стабилизируется.



Кругами обведены области мозга, которые активизируются, когда информация сохраняется в рабочей памяти. Область в теменной доле и верхняя область лобной доли находятся в состоянии непрерывной активности в процессе сохранения пространственной информации. Эти области идентичны тем областям, которые активизируются при произвольном внимании. Область в лобной доле активизируется, когда включается рабочая память, но не всегда активизируется при контроле внимания. Стрелки показывают, как области сообщаются друг с другом в процессе функционирования рабочей памяти⁴⁴.

⁴⁴ Иллюстрация заимствована из источника: Curtis, C.E. & D'Esposito, M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003. 7:415–423.

Как кодируется информация

И все-таки нам крайне важно выяснить — каким образом нейронам удастся сохранять активность на стадии запоминания без внешних стимулов? Возможно, этот механизм запускают внутренние связи между нейронами.

Другой важный вопрос — какого типа информация кодируется в процессе непрерывной активности? Какая роль отведена этому процессу?

Подобные вопросы возникали и раньше, когда проводились исследования по изучению долговременной памяти. Согласно одной из теорий, определенные нейроны отвечают за специфическую память. Речь идет о так называемой «теории бабушкиных клеток». По этой теории, у нас есть специфическая клетка, которая активируется каждый раз, когда мы видим свою бабушку.

Что касается рабочей памяти, то на этот счет существует теория сенсорной информации, которая передается от тыльных областей мозга к специализированным нейронам лобной доли, и эта теория в чем-то сходна с «теорией бабушкиных клеток». Непрерывная активность специфических нейронов лобной доли, таким образом, позволяет обезьяне запомнить, что она видела точку, расположенную на 90 градусов справа. Активизируясь, близлежащая клетка передает память о точке на 120 градусов справа и так далее. Согласно другой теории, информация о разных стимулах может кодироваться на той же частоте, на которой активизируются нейроны.

Но есть и другие теории, согласно которым информация не всегда считывается благодаря активности нейронов в лобной доле. Определенные нейроны демонстрируют активность рабочей памяти независимо от того, какие стимулы запоминаются. Поскольку они кодируют разные модели чувств, такие как звуковая и визуальная информация, их можно назвать мультимодальными — это своего рода универсальные нейроны⁴⁵.

Все эти вопросы могли бы показаться чрезмерно педантичными и академическими, и, возможно, даже не имеющими отношения к теме, если бы не исключительная заинтересованность (в том числе и моя личная) в классификации различных видов нейронов в лобных долях.

Но способ кодирования информации, бесспорно, влияет и на способ организации информационных потоков в мозге. Если разные клетки в лобной доле кодируют разные стимулы, то это свидетельствует о параллельной организации информационного потока.

⁴⁵ Об исследованиях, которые поддерживают теорию специализированных нейронов см.: Funahashi, S., Bruce, C.J. & Goldman-Rakic, P.S. Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*. 1989. 61.

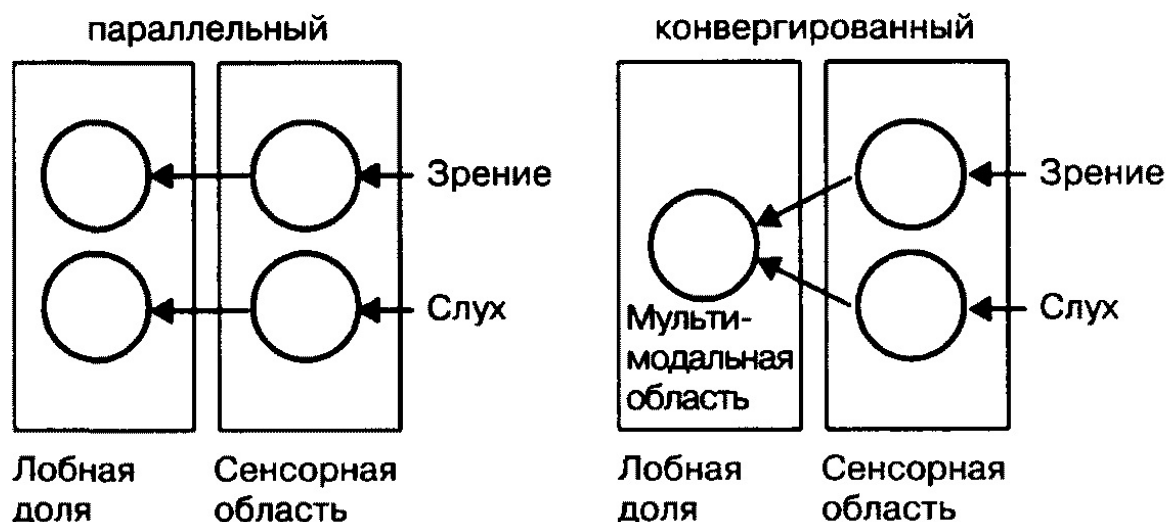


Схема параллельного и конвергированного потоков информации при активации рабочей памяти

Патриция Голдман-Ракич, которая отстаивала эту модель, утверждала, что рабочая память опирается на параллельные системы, каждая из которых обрабатывает свой тип информации. С другой стороны, если существуют мультимодальные клетки, вовлеченные в рабочую память, то они должны получать информацию от разных сенсорных нейронов в тыловой части мозга, и это уже конвергированный поток информации⁴⁶.

Некоторые исследования рабочей памяти все же дают повод для дискуссий о том, как кодируется информация. В одном из экспериментов измерялся уровень мозговой активности, например в процессе запоминания тонов и уровня света — испытуемым предлагалось запомнить и сравнить, насколько ярок свет от лампы сейчас и потом, спустя несколько секунд. Некоторые области мозга активизировались независимо от того, какой тип информации человек запоминал, иными словами, выполняли роль мультимодальных областей рабочей памяти. А это обстоятельство уже противоречит теории Патриции Голдман-Ракич о параллельных системах восприятия разного типа информации⁴⁷. Многие дальнейшие исследования также подтвердили эти выводы.

Как интерпретировать эти данные?

Сам факт, что мы обнаружили определенные области, где конвергируется обработка информации, имеет важные функциональные последствия.

Параллельная организация функций кажется более гибкой и менее уязвимой для сбоев, к тому же она позволяет вмещать большее количество информации. Вспомним многопроцессорные компьютеры, которые превосходят однопроцессорные. А любые стыки

⁴⁶ Исследования о мультимодальных клетках: Quintana, J. & Fuster, J.M. Mnemonic and predictive functions of cortical neurons in a memory task. *Neuroreport*, 1992. 3:721–724. Для сравнения см.: Fuster, J.M. *Memory in the cerebral cortex*. Cambridge, Massachusetts: 1995. MIT Press.

⁴⁷ Теория о параллельных системах внимания изложена в следующих работах: Goldman-Rakic, P.S. Topography of cognition: parallel distributed networks in primate association cortex. *Annual Reviews of Neuroscience*. 1988. 11:137–156; Duncan, J. & Owen, A.M. Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends in Neurosciences*. 2000. 23:475–483; Hautzel, H., Mottaghy, F.M., Schmidt, D., Zemb, M., Shah, N.J., Muller-Gartner, H.W. & Krause, B.J. Topographic segregation and convergence of verbal, object, shape and spatial working memory in humans. *Neuroscience Letters*. 2002. 323:156–160; Curtis, C.E. & D'Esposito, M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003. 7:415–423.

и соединения уязвимы и подвержены эффекту «узкого бутылочного горла».

Можно сделать вывод: когда на мозг каменного века обрушивается поток информации, то ограниченный объем рабочей памяти становится серьезной проблемой. Удастся ли нам выяснить, какие факторы ограничивают нашу рабочую память, какую роль в этом процессе играют мультимодальные области мозга? Или, возможно, существует отдельная область мозга, которая ограничивает объем рабочей памяти или нашу способность решать те или иные задачи?

5. Мозг и магическое число семь

Вернемся к уже упомянутой статье Джорджа Миллера «Магическое число семь, плюс-минус два: некоторые пределы нашей способности обрабатывать информацию», в которой ученый высказал предположение, что природа ограничила наши способности обрабатывать информацию⁴⁸. Иными словами, наша рабочая память в состоянии вместить только примерно семь плюс-минус две структурные единицы. Размышления о пропускной способности из области информатики переместились в область психологии. При таком подходе человеческий мозг можно рассматривать как коммуникационный канал, и тогда объем поступающей информации может быть измерен количественно.

Конечно, сравнивать мозг с медными проводами по меньшей мере наивно. Но не пора ли ответить на вопрос: почему количество информации, которое наш мозг способен удерживать в рабочей памяти, ограничено? Виноваты ли в этом специфические области мозга? Какие механизмы препятствуют запоминанию?

В первую очередь хотелось бы отметить, что число семь отнюдь не так сакрально, как считает Джордж Миллер. Объем информации, которую мы можем запомнить, не в последнюю очередь зависит от того, как она организована. Если информацию объединить в смысловые блоки, в такой, как, например, КГБ1968ЦРУ2001, то в рабочей памяти удержится больше семи единиц. Английский термин *chunking* означает разбивку информации на блоки или фрагменты. Когда информация не упорядочена и испытуемые не имеют возможности проговаривать ее про себя, восприимчивость памяти ухудшается.

Психолог Нельсон Кован в статье, которую он озаглавил, перефразируя Миллера, — «Магическое число четыре в кратковременной памяти», — соглашается с тем, что у мозга существует специфический предел, но подвергает сомнению гипотезу Миллера о сакральности числа семь⁴⁹. Кован считает, что большинство людей может одновременно оперировать тремя-четырьмя объектами, и очень незначительному меньшинству удастся оперировать пятью объектами. В результате полученных данных он вывел новую формулу: четыре плюс-минус один. То есть «уточнил» Миллера. Он считает, что предел памяти, скорее всего, равен четырем единицам.

Но до конца опровергнуть Миллера все же не удалось. Число семь по-прежнему актуально.

Если мы попросим двадцать студентов запомнить ряд случайных цифр, большинство сможет воспроизвести от шести до восьми цифр. Это неоспоримый факт. Если мы решим проверить их визуально-пространственную память и попросим запомнить расположение точек на экране, некоторые дадут пять, а некоторые восемь правильных ответов, но среднее число, как это ни удивительно, чаще всего составит плюс-минус семь, то есть приблизится к

⁴⁸ Miller, G.A. The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. 1956, 63: 81–97.

⁴⁹ Cowan, N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*. 2001, 24: 87-185.

пределу, обозначенному Миллером.

Для анализа той или иной информации исследователю необходимо располагать выборкой данных. Например, чтобы понять, как свинец сказывается на работе мозга, надо обследовать людей, которые подверглись воздействию свинца, и людей, которые не подверглись, а затем сравнить результаты. Чтобы проследить связь между объемом рабочей памяти и работой мозга, нужно исследовать людей с разным уровнем интеллектуальных способностей. Один из самых наглядных примеров — различия между рабочей памятью детей и взрослых. Поэтому давайте более подробно остановимся на том, как в детстве развивается рабочая память, а заодно и посмотрим, какие процессы в этот период происходят в мозге.

Развитие мозга

В следующий раз, когда вам выпадет случай оказаться в гостях, где есть семимесячный младенец, попробуйте провести такой эксперимент. Спрячьте его любимую игрушку под одеялом (сначала лучше спросить разрешения у родителей). Отвлеките ребенка — на несколько секунд и проследите, как он будет ее искать. Повторите этот трюк несколько раз, все время перепрыгивая игрушку, — чтобы информация о том, где она спрятана, не сохранилась в долговременной памяти малыша.

Пятимесячный ребенок с подобной задачей не справится. Он не в состоянии сохранить образ предмета, который больше не видит, — по принципу: с глаз долой, из памяти вон. Если вы захотите представить себе, каково это — жить без рабочей памяти (а возомнить себя золотой рыбкой слишком уж нереально), попытайтесь взглянуть на мир глазами грудного младенца, маленького человека, которого постоянно захлестывает поток впечатлений. Рабочая память начинает постепенно формироваться где-то в семимесячном возрасте, а примерно в годовалом возрасте ребенок способен найти спрятанную игрушку уже через несколько секунд⁵⁰.

Вспомнить, где спрятана соска, — первый маленький шаг на пути развития рабочей памяти. Рабочая память продолжает развиваться и дальше, в детстве и юности объем памяти постоянно увеличивается, и так до двадцати-двадцати пяти лет⁵¹. Рабочая память у детей хуже, чем у взрослых. Если восьмилетнего ребенка попросить «принести ручку, ластик, учебник математики и задачник, а затем открыть задачник на странице 25 и начать решать задачи», шанс, что через минуту он откроет задачник на нужной странице, микроскопически мал. Вполне возможно, конечно, что ему больше нравится играть в «Покемона», но все же, скорее всего, развернутая инструкция превысила пределы его рабочей памяти.

Развитие рабочей памяти — многоэтапный и многокомпонентный процесс. Один из этапов — освоение приемов. Например, четырехлетний ребенок, чтобы запомнить цифры, не повторяет их про себя. Этот метод облегчает запоминание, однако ребенок начинает применять его только в возрасте шести-семи лет.

Оценивать память у детей можно с помощью простых тестов. Один из них называется «Запомни и расставь точки». Ребенку показывают конфигурации из точек, а затем просят

⁵⁰ О рабочей памяти у грудных детей см.: Diamond, A. & Goldman-Rakic, P.S. Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*. 1989, 74 (1): 24–40.

⁵¹ О развитии рабочей памяти см.: Gathercole, S.E., Pickering, S. J., Ambridge, B. & Wearing, H. The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*. 2004, 40:177–190; Hale, S., Bronik, M.D. & Fry, A. F. Verbal and spatial working memory in school-age children: developmental differences in susceptibility to interference. *Developmental Psychology*. 1997, 33: 364–71; Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forsberg, H. & Klingberg, T. Visuo-spatial working memory: a sensitive measurement of cognitive deficits in ADHD. *Child Neuropsychology*. 2004, 10:155–161.

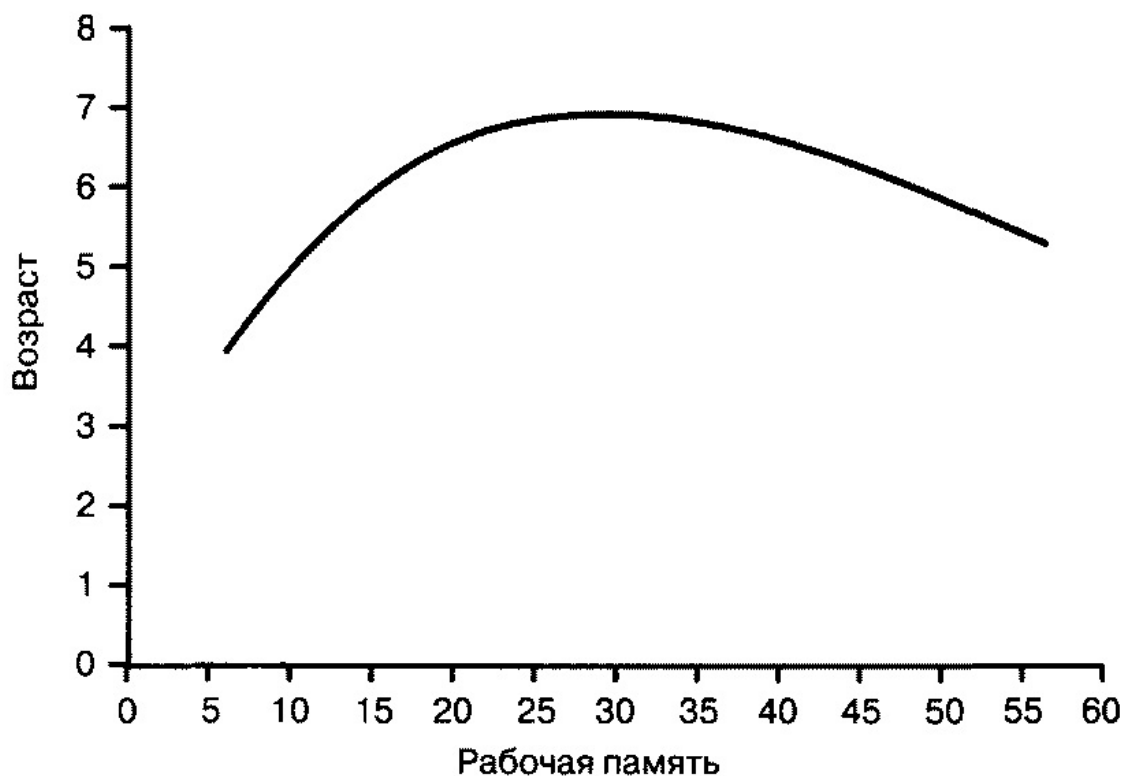
воспроизвести ее на карточках. Объемом внимания ребенка считается максимальное число точек, которое он смог правильно воспроизвести на любой из карточек (выбирается та из карточек, на которой было безошибочно воспроизведено самое большое количество точек).

Многие исследования показывают, что с годами объем рабочей памяти увеличивается, пока не достигает своего максимума примерно к 25 годам. На протяжении первых восьми лет жизни объем памяти ежегодно возрастает примерно на 7 процентов. Психологи Сандра Хейл и Астрид Фрай утверждают, что именно фактор развития памяти в детстве определяет интеллектуальный уровень личности⁵². К сожалению, с годами память постепенно ухудшается. Согласно некоторым исследованиям, в 55 лет мы возвращаемся к уровню 12-летнего ребенка. Остается только уповать на лучшее и утешать себя тем, что мы, старики, перевалившие 25-летний рубеж, компенсируем этот недостаток суммой накопленных знаний и опытом. Или, как гласит греческая поговорка, которой один из старейших профессоров Стенфордского университета заканчивал все свои электронные письма, «старость и хитрость побеждают юность и навыки».

Однако утверждение, что рабочая память у детей хуже, чем у взрослых, опровергается опытом многих родителей (включая меня самого), которые проигрывают своим детям в игру «Память» («Memory»). Многие, вероятно, в курсе, что «Память» — это популярная игра с парными картинками. Правила просты: от игрока требуется найти парные изображения, поочередно открывая карточки с картинками. В игре участвуют две одинаковые колоды карточек, допустим, две колоды по десять карточек. На лицевой стороне каждой карточки изображена какая-нибудь картинка. Эти картинки могут быть любыми, однако в пределах одной колоды они не повторяются. Две колоды тщательно перемешиваются между собой, и все карточки, по одной, раскладываются в случайном порядке «рубашкой» вверх. При этом неважно, лежат ли карточки стройными рядами или хаотично — лишь бы они не перекрывали друг друга.

Игроки делают ходы по очереди. Ход состоит в следующем. Игрок выбирает по своему усмотрению любые две карточки, переворачивает их и кладет лицевой стороной вверх на прежнее место (чтобы все участники могли на них посмотреть и запомнить их расположение). Если картинки на перевернутых карточках разные, то карточки следует вернуть в исходное положение, «рубашкой» вверх, и ход переходит к следующему игроку. Если же картинки одинаковые (то есть попались две карточки — дубликаты из разных колод), то игрок забирает обе карточки себе и повторяет ход. Игра заканчивается, когда все карточки оказываются разобранными. Выигрывает тот, кто набрал больше карточек.

⁵² О рабочей памяти и детском интеллекте см.: Fry, A.F. & Hale, S. Processing speed, working memory, and fluid intelligence. *Psychological Science*. 1996, 7:237–241.



Возрастные изменения рабочей памяти⁵³.

Десятилетние дети, по горькому опыту многих взрослых, как правило, выигрывают у своих родителей. Однако мамы и папы могут утешать себя тем, что обыгрывают, в свою очередь, своих родителей-пенсионеров⁵⁴. Все дело в том, что в этой игре задействована долговременная память. Информацию о картинках на лицевой стороне двадцати карточек не надо непрерывно прокручивать в рабочей памяти. Наоборот, эта информация кодируется в долговременной памяти, и ее можно извлечь оттуда в любую минуту. Точно так же мы вспоминаем, куда поставили машину несколько минут назад, перед тем, как отправиться за покупками. Впрочем, отдельные виды долговременной памяти с возрастом не развиваются, и тогда дети по своим мнемоническим возможностям опережают взрослых.

Возьмем другую развивающую детскую игру — «Саймон» («Simon»). Круг разделен на четыре сегмента — синий, желтый, красный и зеленый. Разноцветные сегменты в форме кусков торта загораются в определенном порядке, например верхний-нижний-правый-левый. Цель игры заключается в том, чтобы нажимать на клавиши в той последовательности, в какой они загораются. Если ход сделан правильно, то цепочка удлиняется на одно звено, например верхний-нижний-левый-правый-левый. Некоторые игроки воспроизводят цепочки из пятнадцати звеньев, и это опровергает утверждение Миллера о том, что наша рабочая память может удержать только семь единиц информации. Однако в этой игре один и тот же набор клавиш повторяется из раза в раз, и поэтому мы можем использовать нашу долговременную память. Если бы последовательность клавиш изменялась, игроки признали

⁵³ О влиянии игры «Memory» на детей и взрослых см.: Baker-Ward, L. & Ornstein, P.A. Age differences in visuospatial memory performance: Do children really outperform adults when playing Concentrations? *Bulletin of the Psychonomic Society*. 1988, 26:331–332; Gulya, M., RosseGeorge, A., Hartshorn, K., Viera, A. & Rovee-Collier, C. The development of explicit memory for basic perceptual feature. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2002, 81:276–297.

⁵⁴ Данные для диаграммы взяты из источника: Swanson, H.L. What develops in working memory? A life span perspective. *Developmental Psychology*. 1999, 35:986–1000.

бы свое поражение гораздо раньше.

Сигналы и объем

Как с годами меняется мозг ребенка? И, в частности, какие процессы происходят с рабочей памятью? Чтобы ответить на эти вопросы, на протяжении последних нескольких лет моя группа в составе Хелены Вестерберг, Перниллы Олесен и Ханса Форссберга проводила исследования в Каролинском институте в Стокгольме. Мы использовали простые тесты — дети запоминали конфигурацию из точек, и пока они решали эту задачу, мы сканировали их мозг⁵⁵. Мы обнаружили, что у детей увеличилась активность специфических областей мозга — в теменной доле, а также в верхней и в передней части лобной доли. Наши выводы во многом совпали с выводами других ученых, которые ранее проводили аналогичные исследования.

Теменная доля — довольно большая зона мозга. В медицине ее называют париетальной долей. Кора мозга в париетальной доле состоит из складок и образует интрапариетальную борозду (*sulcus intraparietalis*). Самые явные изменения мы наблюдали именно в коре головного мозга, как раз в этих складках. И именно в этом сегменте наши коллеги обнаружили очаг активности при выполнении задач на произвольное внимание.

Причем в зависимости от характера задач активность мозга в лобной доле менялась. Эти выводы подтвердили многие исследования. Когда, например, наряду с важной информацией испытуемым давали второстепенные отвлекающие сведения, увеличивалась активность передней части лобной доли⁵⁶. Таким образом, все эти три области отвечают за рабочую память: чем выше активность, тем лучше способность к запоминанию. Есть еще один способ определить ключевые структуры, ответственные за объем рабочей памяти. Вспомним кривую, приведенную во вступительной главе, которая обозначает пределы рабочей памяти.

В 2004 году журнал «Природа» («Nature») опубликовал результаты двух исследований рабочей памяти⁵⁷. Участникам первого исследования предъявляли сначала 2, затем 4,6 и наконец 8 объектов. В роли объектов выступали маленькие круги, причем следовало запомнить и цвет круга, и место его расположения на экране. Постепенно результаты становились все хуже, точно так, как это показывает диаграмма. Затем активность мозга измерили с помощью функционального магнитно-резонансного томографа. Оказалось, что функционировала только одна-единственная область, как показано на диаграмме — в интрапариетальной борозде. В аналогичном опыте электрическую активность анализировали уже с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ), и опять, как и на диаграмме,

⁵⁵ Об изменениях мозговой активности в детстве см.: Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. Increased Brain Activity in Frontal and Parietal Cortex Underlies the Development of Visuo-spatial Working Memory Capacity During Childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2002, 14:1-10. О процессах мозговой активности, а также миелинизации см.: Olesen, P. J., Nagy, Z., Westerberg, H. & Klingberg, T. Combined analysis of DTI and fMRI data reveals a joint maturation of white and grey matter in a fronto-parietal network. *Cognitive Brain Research*. 2003, 18: 48–57.

⁵⁶ Об отвлекающих факторах см.: Olesen, P., Macoveanu, J., Tegner, J. & Klingberg, T. Brain activity related working memory and distraction in children and adults. *Cerebral Cortex*. 2006, Jun 26; [Epub ahead of print]. См. другие исследования развития визуально-пространственной памяти, которые подтверждают эти результаты: Kwon, H., Reiss, A.L. & Menon, V. Neural basis of protracted developmental changes in visuo-spatial working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences in the United States of America*. 2002, 99:13336-13341.

⁵⁷ О функциональных магнитно-резонансных исследованиях объема мозга и теменной доли см.: Todd, J.J. & Marois, R. Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*. 2004, 428:751–754.

активизировалась область в интрапариетальной борозде⁵⁸.

Как же тогда обстоят дела с интеллектуальными способностями, ведь считалось, что они связаны с объемом рабочей памяти? В фундаментальном исследовании под руководством южнокорейского ученого Кун Хо Ли интеллект молодых людей измерили по матрицам Равена, а затем просканировали их мозг, когда они решали задачи на запоминание⁵⁹. Исследователи обнаружили, что чем лучше испытуемые справлялись с заданиями, тем выше была активность мозга в лобной и в теменной долях, и особенно в интрапариетальной борозде теменной доли⁶⁰. Именно эта зона мозга отвечает за развитие рабочей памяти в детстве, и этот факт подтвержден исследованиями моей группы, а также другими учеными.

Многие исследования подтверждают, что области в теменной и лобной долях напрямую связаны с объемом нашей рабочей памяти. То есть не весь мозг, а лишь некоторые его сегменты участвуют в деятельности рабочей памяти. Причем это те самые области, которые, как мы уже знаем, активируются, когда рабочая память сохраняет полученную информацию и когда внимание направляется на заранее намеченную цель. Может быть, здесь и находятся ключевые структуры, или то «узкое бутылочное горло», которое ограничивает нашу способность воспринимать и сохранять информацию? То, что к этому причастна лобная доля, кстати, вполне объяснимо, поскольку многие исследования последних десятилетий доказывают: лобная доля непосредственно отвечает за наши активные когнитивные функции. Но о том, что теменная доля также играет важную роль в этом процессе, стало известно сравнительно недавно. Примечательно и то, что роль теменной доли однозначно подчеркивают различные исследования, использующие разные методы.

Может быть, не случайно мозг Эйнштейна выделяется именно развитостью теменных долей. Мозг Эйнштейна вполне обычен по весу и размеру, и по большинству своих характеристик является вполне «среднестатистическим». А вот теменная часть гораздо шире, чем у «обычных» людей⁶¹. К тому же левая теменная доля оказалась намного больше правой. Еще одна особенность, обратившая на себя внимание ученых, — борозда, разделяющая височную и теменную доли, чрезмерно увеличена и смещена вперед, что и объясняет расширение теменной доли.

Механизмы ограничения объема

Предположим, мы определили ключевые области мозга, которые регулируют процесс развития памяти в детстве. Какие изменения происходят в теменной и лобной долях при увеличении информационных нагрузок? Почему память не безгранична? На эту тему было проведено несколько исследований. Ученые задалась целью выяснить, что происходит с

⁵⁸ См. исследование электроэнцефалограммы, которое показало похожие результаты: Vogel, E.K. & Machizawa, M.G. Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*. 2004, 428:748–751.

⁵⁹ О корреляции между результатом матриц Равена и мозговой активностью см.: Lee, K.H., Choi, Y.Y., Gray, J.R., Cho, S.H., Chae, J.H., Lee, S. & Kim, K. Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*. 2006, 29: 578–586.

⁶⁰ О корреляции между результатами матриц Равена и фронтальной и париетальной активностью при выполнении задач на рабочую память см.: Gray, J.R., Chabris, C.E. & Braver, T.S. Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*. 2003, 6:316–322.

⁶¹ Об исследовании мозга Альберта Эйнштейна см.: Witelson, S.E, Kigar, D.L. & Harvey, T. The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet*. 1999, 353: 2149–2153.

мозговой активностью при увеличении количества букв, цифр или лиц, которые предлагается запомнить испытуемым⁶². Результаты исследований во многом совпали, в частности, они показали, что скорость кровотока и метаболизма постепенно увеличивалась по мере увеличения объема информации. Может ли это означать, что существует некий метаболический предел в виде нехватки кислорода? Или в соответствующие области мозга поступает недостаточное количество крови, и именно этот фактор ограничивает деятельность нашей рабочей памяти? Может быть, в нашем мозге образуется молочная кислота? Если вы когда-нибудь выполняли тест на запоминание, когда вам называют восемь цифр, которые надо повторить в обратном порядке, мысль о молочной кислоте в мозге может показаться не совсем абсурдной.

Однако ни одно из этих объяснений не представляется достаточно убедительным. Кровоснабжение мозга устроено так, что нейроны всегда получают достаточное количество обогащенной кислородом крови. Когда нейроны активируются, увеличивая скорость метаболизма и расход кислорода, приток крови к ним возрастает настолько, что происходит сверхкомпенсация, и кислорода и крови поступает больше, чем когда нейроны бездействуют. Известно также, что в экстремальных ситуациях, например во время эпилептического припадка, в мозге увеличивается кровоток в гораздо большей степени, чем при выполнении задач, требующих интеллектуальных усилий. Так что придется искать другие вероятные объяснения. Возможно, изучая динамику возрастных изменений теменной и лобной долей, мы поймем, какие механизмы лежат в основе совершенствования рабочей памяти.

Детский мозг

Исследования детского мозга помогают нам избавиться от наивного штампа: мы всегда были убеждены в том, что мозг — высокофункциональная система, содержащая огромное количество нейронов. Кстати, в лобной доле двухлетнего ребенка содержится почти в два раза больше синапсов — соединений между нейронами, — чем у взрослого в 20-летнем возрасте. И вместе с тем рабочая память у двухлетнего малыша функционирует гораздо хуже. На третьем году жизни плотность синапсов постепенно начинает снижаться и примерно к 12 годам достигает уровня взрослого человека⁶³. После раннего перепроизводства количество нейронов, медиаторов и синапсов начинает стремительно уменьшаться.

В первые три месяца жизни ребенка в нервных волокнах, соединяющих два мозговых полушария, ежедневно гибнет 900 тысяч аксонов⁶⁴. Почему объем рабочей памяти увеличивается, когда нейроны исчезают, объяснить сложно. Возможно, структура нервных сетей организована так, что некоторые важные связи усиливаются, а второстепенные ослабевают.

В детском возрасте происходит еще один важный процесс — миелинизация. Межклеточные соединения покрыты веществом, которое называется миелином; оно играет роль проводника сигналов. Миелинизация — процесс образования миелина вокруг аксонов ряда нервных волокон — обычно полностью завершается к концу второго года жизни ребенка. Основная функция миелина — вещества, образующего миелиновую оболочку

⁶² Сводные данные об информационном потоке и мозговой активности приведены по источнику: Klingberg, T. Limitations in information processing in the human brain: neuroimaging of dual task performance and working memory tasks. *Progress in Brain Research*. 2000,126: 95-102.

⁶³ О синаптической плотности и развитии см.: Huttenlocher, P. Synaptic density in human frontal cortex — developmental changes and effects of aging. *Brain Research*, 1979.163:195–205.

⁶⁴ О потере аксонов в процессе развития см.: LaMantia, A. S. & Rakic, P. Axon overproduction and elimination in the corpus callosum of the developing rhesus monkey. *Journal of Neuroscience*. 1990,10, 2156-75.

нервных волокон, — быстрое проведение нервного импульса по аксонам, которые он окружает. Слой миелина постепенно уплотняется, именно этот процесс и называется миелинизацией. Миелинизация в основном приходится на первые два года жизни, однако, как теперь стало известно, процесс продолжается вплоть до двадцатилетнего возраста. Магнитно-резонансное сканирование также выявило связь между миелинизацией нервных волокон, соединяющих кору теменной и лобной долей, и развитием рабочей памяти⁶⁵. Но почему этот феномен улучшает рабочую память, до конца не ясно. Возможно, это результат более интенсивного «общения» между нейронами. Другое объяснение — миелин увеличивает прочность связей, то есть повышает вероятность того, что импульс, посланный из теменной доли, достигнет лобной доли.

Таким образом, параллельно с развитием рабочей памяти в мозге происходит несколько процессов: усиление одних нейронных связей и ослабление других, значительная потеря соединений между различными областями мозга и миелинизация нервных волокон. Возможно, современные методы изучения человеческого мозга слишком примитивны, чтобы ответить на вопрос о пределах рабочей памяти. Может быть, надо искать объяснение, например, в характере синаптических связей между отдельными нейронами. Скептики считают, что сканировать мозг с помощью позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) или функциональной магнитно-резонансной томографии (ФМРТ) — все равно что измерять температуру компьютера: конечно, можно определить, насколько она повышается у работающего и понижается у выключенного компьютера, но это нисколько не помогает разобраться в устройстве и функциях компьютера.

Компьютерная имитация мозговой активности

Возможно, в будущем мы сможем сочетать методы с высокой разрешающей способностью, такие как электрофизиология с использованием тонких игл, когда обнаруживается активность отдельных нейронов, с методами сканирования, позволяющими одновременно измерить активность нескольких областей мозга, и таким образом интегрировать макроскопическую и микроскопическую информацию. Возможно также, наши знания о нейронах и их связях в будущем достигнут столь высокого уровня, что удастся создавать компьютерные модели мозга. С помощью этих моделей можно будет проверить различные гипотезы о поведении нейронов.

Моя исследовательская группа как раз участвует в подобном совместном проекте вместе с Еспером Тегнером, Фредриком Эдином и Юлианом Маковеану — разработчиками компьютерных моделей памяти⁶⁶. Наша цель — расшифровать механизмы, которые увеличивают объем рабочей памяти, а также проследить за изменениями мозговой активности в детском возрасте.

В наших исследованиях мы использовали сеть из нескольких сот нейронов, что

⁶⁵ О гистологических исследованиях миелинизации см.: Yakovlev, P.I. & Lecours, A.-R. The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. In: Minkowski, A. (ed.). Regional development of the brain in early life. Blackwell Scientific Publications: Oxford and Edinburgh: 1967, s. 3-70. С помощью магнитно-резонансного сканера можно провести косвенные измерения миелинизации, с использованием техники диффузионного тензорного отображения, которая измеряет диффузию воды в белом веществе. Об использовании этой техники для изучения развития белого вещества см.: Nagy, Z., Westerberg, H. & Klingberg, T. Regional maturation of white matter during childhood and development of function. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2004, 16:1227–1233. В другом исследовании диффузии выявлена связь миелинизации с изменением мозговой активности, см.: Olesen, P.J., Nagy, Z., Westerberg, H. & Klingberg, T. Combined analysis of DTI and fMRI data reveals a joint maturation of white and grey matter in a fronto-parietal network. *Cognitive Brain Research*. 2003, 18:48–57.

⁶⁶ О моделировании активности нервных клеток см.: Edin, E., Macoveanu, J., Olesen, P., Tegner, J. & Klingberg, T. Stronger synaptic connectivity as a mechanism behind development of working memory-related brain activity during childhood, *Journal of Cognitive Neuroscience* (в печати).

соответствует поверхности лобной доли площадью примерно около квадратного миллиметра. Затем мы смоделировали сеть, которая по своему строению имитировала работу мозга обезьян, когда они сохраняли информацию в рабочей памяти. Теперь эта микросеть могла сохранять информацию в рабочей памяти. Точно так же, как у обезьян, эта информация сохранялась за счет непрерывной активности клеток: в тот период, когда информация сохраняется, происходит вторичная активизация, и таким образом, информация запоминается.

Но показывает ли эта модель, как увеличить объем памяти? Какие процессы способствуют улучшению памяти? Мы хотели подтвердить или опровергнуть две основных гипотезы. Первая гипотеза — рабочая память улучшается за счет усиления связей между нейронами. Согласно второй гипотезе, объем памяти зависит от скорости, с которой нейроны обмениваются импульсами. То есть чем выше скорость, тем лучше память. Скорее всего, увеличение скорости соединений зависит от процесса миелинизации, и лично я в это охотно верю, поскольку магнитно-резонансное сканирование ранее показало, что миелинизация нервных волокон в определенных областях мозга позитивно влияет на рабочую память.

Для проверки обеих гипотез были созданы две модели нейронных сетей — «детская» и «взрослая». Затем мы измерили активность нейронов в процессе запоминания информации в рабочей памяти. Мы также измерили активность мозга у детей и у взрослых методом функциональной магнитно-резонансной томографии, чтобы понять, какая из гипотез больше соответствует действительности.

Выяснилось, что первая гипотеза имеет больше прав на существование. Сеть с более прочными синаптическими связями оказалась более стабильной, и мнемоническая деятельность продолжалась даже при наличии помех. Наши эксперименты с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии подтвердили эти выводы. К моему разочарованию оказалось, что моя любимая гипотеза — об изменении активности мозга за счет скорости передачи импульсов — не подтвердилась.

В начале книги я высказал предположение, что сама природа ограничила наши познавательные возможности, и мы, обладая интеллектом каменного века, сегодня имеем дело с мощным информационным потоком. Оказалось, что ограничен именно объем рабочей памяти, это и есть регулятор. Пытаясь найти конкретную область мозга, где расположено это препятствие, мы обнаружили, что регуляторы рабочей памяти рассредоточены не по всей коре головного мозга, а находятся в определенных ключевых областях теменной и лобной долей.

Затем мы сделали следующий шаг, чтобы найти механизмы, ограничивающие объемы этих областей мозга. Мы хотели выяснить, какие нейрофизиологические процессы происходят на этих участках и как они связаны с ограниченным объемом памяти. И хотя мы продвинулись на научном фронте, многие вопросы пока так и остались открытыми. Компьютерное моделирование позволяет предположить, что, возможно, объем памяти каким-то образом зависит от прочности синаптических связей.

В следующей главе мы опять поговорим об информационном потоке и некоторых ситуациях, которые требуют умственного напряжения. Например, когда мы должны выполнить работу, несмотря на помехи. Или когда мы пытаемся выполнить несколько действий одновременно. Мы уже убедились в том, что объем рабочей памяти — ключевой фактор, когда речь идет о выполнении ряда интеллектуальных задач. А теперь попробуем разобраться: каковы механизмы помехоустойчивости? Существует ли зависимость между нашей способностью игнорировать помехи и делать одновременно несколько дел? Почему нам иногда так трудно сосредоточиться или выполнить несколько задач одновременно?

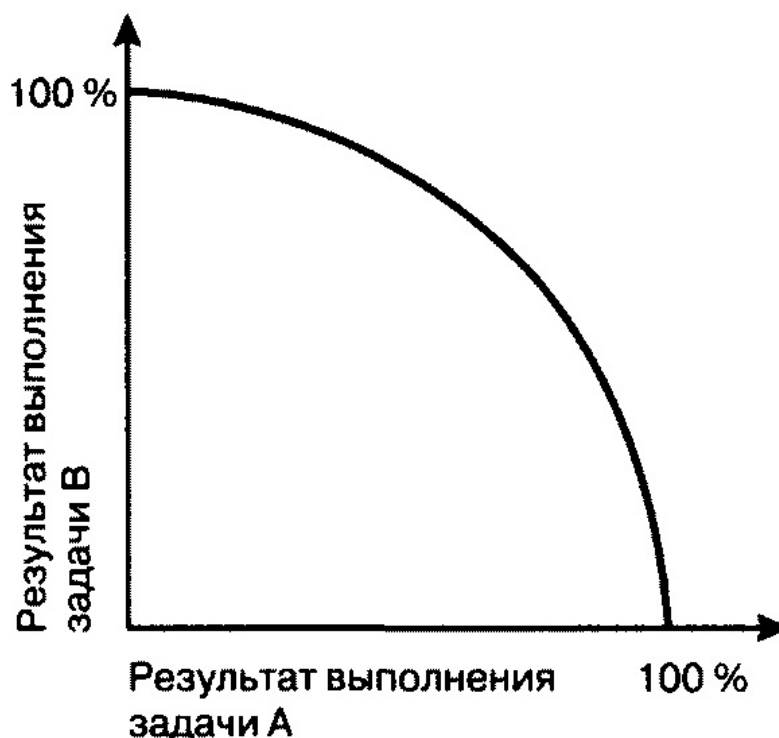
6. Объем мозга и интеллект

Сверхамбициозность и нетерпение — эти качества вынуждают нас применять давние и

хорошо известные приемы. Очень часто мы стремимся закончить дела побыстрее — и хватаемся за все одновременно. Мы пытаемся сделать как можно больше дел в кратчайшие сроки. Существует целая серия анекдотов об ученом и писателе Георге Клейне из Каролинского института и его методах сэкономить время. Бреясь, он учит греческий, а когда плавает в бассейне, вдоль бортика ходит его ассистент и записывает за ним его высказывания. Сидя за рулем, Клейн диктует электронные письма, а во время обеда читает.

Часть задач, таких как, например, одновременно бриться и завтракать, трудно выполнить из-за ограничений моторики. Другие задачи, такие как вести машину и параллельно смотреть на карту, вызывают сложности потому, что мы воспринимаем информацию только из одного источника и сосредотачиваем взгляд только на одном предмете. Многие разноплановые задачи трудно выполнить одновременно по причине того, что они плохо синхронизируются. В любом случае, одновременное выполнение разных задач является серьезным испытанием для рабочей памяти.

Майкл Познер считает, что данные многих исследований в этой области можно предельно упростить и описать с помощью следующего графика:



Результат одновременного выполнения двух задач

Кривая на приведенном графике показывает результаты одновременного выполнения двух задач⁶⁷. Например, задача А — чтение газеты, а задача В — разговор за завтраком с гражданской супругой или законной половиной. Если вы, например, решите целиком сосредоточиться на газете и проигнорировать общение с вашим партнером, то задачу А вы выполните на 100 процентов (по определению), а задачу В не выполните вовсе. Если вы начнете все же прислушиваться к собеседнику и давать какие-то односложные ответы, вы немного улучшите свои показатели, и они станут выше нуля, но вместе с тем чтение газеты, конечно, замедлится, и вам придется по несколько раз перечитывать абзацы и сложные

⁶⁷ Диаграмма взята из источника: Posner, M. Chronometric explorations of mind. Hillsdale, NY: Erlbaum. 1978.

фразы. Результат по выполнению задачи А начнет ухудшаться. Если вы отложите газету и уделите вашему собеседнику все внимание, вы выполните задачу В на 100 процентов, но задача А останется невыполненной, и результат будет нулевым.

Как видно из графика, выполняя задачу А на 90 процентов, мы можем одновременно выполнить задачу В почти на 44 процента. Неожиданно объем рабочей памяти увеличился на целых 34 процента. Отчасти это объясняется тем, что мы быстро переключаемся с одной задачи на другую, но при этом тратим больше времени и сил. Мы расплачиваемся также тем, что используем возможности нашей рабочей памяти только на 90 процентов, хотя могли бы использовать на все 100. Если вы невпопад ответите на вопрос, будете ли вы пить кофе с молоком или без, или дважды прочтете одно и то же сообщение, это еще полбеда. Но явно не стоит обсуждать, куда и как выгоднее вложить накопления, пытаясь при этом осилить передовицы утренних газет.

Бытует мнение, что женщины лучше мужчин выполняют разные задачи одновременно, и это связано с большей плотностью связей нервных волокон между правым и левым полушариями. Фраза о том, что «у женщины в голове широкополосный канал», стала расхожей. Это скорее миф, который получил особую популярность именно в Швеции. Я перерыл массу литературы, но мне не удалось найти ни одного подтверждения тому, что между мужчинами и женщинами в этом плане существуют принципиальные различия. Я переписывался со многими специалистами, но не нашел никакой отсылки к этому утверждению и не смог вычислить, откуда пошел этот слух. Хотя то, что «мозолистое тело» («corpus callosum») — проводник между двумя полушариями, у мужчин и женщин отличается по форме и по величине, это факт. И все же никто достоверно не знает, какое функциональное значение имеет эта особенность.

Вождение автомобиля и разговоры по мобильнику

Трудно дать научное описание таким повседневным занятиям, как уборка, разговоры или вождение машины. Каждый из нас делает это по-своему, в зависимости от конкретных условий и обстоятельств. Конечно, одно дело — вести машину по прямой ровной трассе в Норрланде, и совсем другое — пробираться по центру Стокгольма. Разговаривать тоже можно по-разному: одно дело — просто пребывать в роли пассивного слушателя, и совсем другое — вести интеллектуальный спор, требующий немалых когнитивных усилий. Поэтому есть смысл изучать процесс выполнения одновременных действий во время вождения в лабораторных условиях. В лаборатории можно симитировать вождение автомобиля, а также сформулировать специфические когнитивные задачи, которые надо будет выполнять одновременно с вождением.

Согласно результатам одного американского исследования, водительские навыки не станут хуже, если водитель слушает радио или магнитофон⁶⁸. Зато задачи, требующие большей умственной отдачи, такие как разговор на интеллектуальные темы, наоборот, мешают вести машину и приводят к тому, что водитель в два раза чаще проезжает на красный свет светофора и медленнее реагирует на изменения дорожной ситуации.

Ученые Хокан Альм и Лена Нильссон (Линчёпингский университет, Швеция) изучали влияние разговоров по мобильному телефону на безопасность дорожного движения⁶⁹. Они пришли к выводу, что одновременное вождение автомобиля и разговоры по мобильнику

⁶⁸ См. американское исследование об одновременном выполнении задач: Strayer, D.L. & Johnston, W.A. Driven to distraction: dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. *Psychological Sciences*. 2001, 12:462–466.

⁶⁹ См. шведское исследование об одновременном выполнении задач: Alm, H. & Nilsson, L. The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*. 1995, 27:707–715.

отрицательно сказываются на безопасности движения и увеличивают риск дорожно-транспортных происшествий. Они использовали автосимулятор в виде половины «Сааба 900» и проекционный экран вместо лобового стекла. Так имитировался эффект езды по автомагистрали. Перед участниками эксперимента поставили единственную задачу: соблюдать необходимую дистанцию по отношению к ехавшей впереди машине и тормозить, когда машина впереди тормозит. Сначала выполнялась только эта задача. Затем прибавилась другая: участники должны были вести машину, одновременно запоминая и повторяя слова, которые им зачитывали. Было отмечено, что реакция замедлилась на полсекунды. Водители старше 60 лет, у которых объем рабочей памяти заведомо меньше, показали еще более плачевные результаты: у них реакция замедлилась на полторы секунды.

Таким образом, наши способности выполнять несколько дел одновременно ограничены — в связи с предельным объемом рабочей памяти. Далее в этой главе мы более подробно рассмотрим области мозга, которые участвуют в этом процессе. Но давайте сначала поговорим о том, как наша память противостоит помехам, поскольку в этом процессе задействованы те же механизмы, что и при одновременном выполнении двух действий.

«Эффект вечеринки» и другие отвлекающие моменты

Итак, Лотта, сидя в своем офисе, читает отчет, а рядом кто-то из коллег говорит по телефону. И она непроизвольно вслушивается в разговор. Тем самым она параллельно выполняет две задачи. Если она решит сосредоточиться только на чтении, абстрагируясь от телефонного разговора и прочих помех извне, вся информация, не имеющая отношения к делу (например, телефонный разговор ее коллеги), будет расценена как отвлекающая, и Лотта попытается ее проигнорировать.

Лондонские психологи Нилли Лави и Жан де Фоккерт изучали соотношения рабочей памяти и отвлекающих факторов⁷⁰. В ряде своих работ они пришли к выводу, что когда мы выполняем интеллектуальные задачи, требующие большей сосредоточенности и большего напряжения, нас легче отвлечь. Они также утверждают, что наша помехоустойчивость зависит от степени активности той части мозга, которая кодирует помехи.

Эдвард Фогель и его научная группа (университет Орегона, США), в статье, опубликованной в журнале «Природа» («Nature») в 2005 году, приводят данные, указывающие на то, что людям с более развитой рабочей памятью легче не реагировать на отвлекающую информацию⁷¹. Они также зафиксировали изменения электрической активности в теменной доле в зависимости от количества информации, сохраняемой в рабочей памяти. С помощью этой техники им удалось доказать, что люди с менее развитой рабочей памятью не различают нужную и ненужную информацию. Иначе говоря, их рабочая память засоряется второстепенными сведениями и занимает место, отведенное для важной информации.

Как же происходит эта фильтрация? Чтобы ответить на этот вопрос, я и моя коллега — Фиона Макнаб — провели следующий эксперимент. Испытуемые решали одни и те же задачи на запоминание, причем одной группе сообщили, что наряду с нужной информацией

⁷⁰ О рабочей памяти и отвлекающих факторах см.: Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J.W. & Viding, E. Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology*. 2004, 133:339–354. Краткую аннотацию см.: Lavie, N. Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*. 2005, 9:75–82. Отчет о мозговой активности при отвлекающих факторах см.: de Fockert, J.W., Rees, G., Frith, C.D. & Lavie, N. The role of working memory in visual selective attention. *Science*. 2001, 291:1803–1806.

⁷¹ Об объеме рабочей памяти и отвлекаемости см.: Vogel, E.K., McClelland, A.W. & Machizawa, M.G. Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory. *Nature*. 2005, 438:500–503.

в задачах будут и лишние, «отвлекающие сведения», которые в одном случае при ответе следует проигнорировать, а в другом принять во внимание. Мы обнаружили, что у участников, которые получили эту подсказку, повысилась мозговая активность в префронтальной коре, базальных ганглиях — скоплениях нейронов, залегающих в глубине мозга. Чем выше была эта активность, тем быстрее испытуемый выполнял задания, отсеивая лишнее. Следовательно, можно предположить, что названные участки мозга играют роль фильтров для временной памяти и ее хранилища, как своего рода «привратники». Скажу даже больше: чем более развитой у испытуемых была рабочая память, тем больше активности наблюдалось в этих областях.

Йенс Гиссельгорд, Мартин Ингвар и другие ученые (Каролинский институт, Швеция) изучали процесс запоминания информации в момент, когда человека отвлекают посторонними разговорами⁷². Оказалось, что в определенных областях повышается активность, что может означать компенсаторную реакцию рабочей памяти, тогда как другие области снижают свою активность, что может означать ее резкое торможение.

Хорошо известный пример с отвлечением — так называемый «эффект вечеринки». Когда вокруг люди общаются друг с другом, у вас есть возможность сосредоточиться именно на том человеке, с которым вы разговариваете. Вы направляете на него прожектор своего внимания. Благодаря этому вы фактически можете отфильтровать все другие разговоры вокруг вас. Но когда, например, кто-то у вас за спиной окликает вас, вы не можете не отвлечься, и тогда ваше внимание переключается с вашего собеседника на того, кто только что произнес ваше имя. Этот пример демонстрирует, что между системами произвольного и непроизвольного внимания существует взаимодействие. Система произвольного внимания направляет фокус на вашего собеседника, тогда как система непроизвольного внимания заставляет реагировать на другие стимулы.

Сравнительно недавно психологи обнаружили, что разные люди на вечеринках ведут себя по-разному: одни продолжают увлеченно беседовать даже после того, как их окликнули, а примерно треть отвлекается⁷³. Оказалось, что разница в поведении объясняется объемом рабочей памяти; люди с минимальным объемом рабочей памяти отвлекаются чаще других. Это совпадает с тем, о чем уже я писал выше: рабочая память нужна нам для того, чтобы управлять вниманием. Когда в рабочей памяти есть изъяны, нам трудно сосредоточиться, и мы отвлекаемся на все подряд. Отвлекающие моменты и система непроизвольного внимания одерживают верх.

Удастся ли Лотте отгородиться от внешнего мира, будет определяться двумя факторами: трудоемкостью задачи и количеством помех. Трудоемкость задачи зависит как от объема информации, которую ей надо удержать в рабочей памяти, так и от ресурсов ее рабочей памяти.

На рабочую память Лотты может влиять и то, в какой она сейчас форме и в каком состоянии. Если у нее есть ребенок, который не дает ей спать по ночам, от нехватки сна деятельность ее рабочей памяти временно ухудшится, задача покажется более сложной, и Лотту будет легче отвлечь. Нагрузка на рабочую память может зависеть, и от сложности текста — длинные предложения и специальные термины требуют от рабочей памяти большего напряжения.

Представим себе, что мы положили на две разные чаши весов рабочую память и помехи, чтобы выяснить, как наша рабочая память справится с задачей. Если помех много, рабочая память должна «потрудиться». Если рабочая память перегружена большим

⁷² О влиянии отвлекающих разговоров на мозговую активность см.: Gisselgard, J., Petersson, K.M., Baddeley, A. & Ingvar, M. The irrelevant speech effect: a PET study. *Neuropsychologia*. 2003, 41:1899–1911.

⁷³ Об объеме рабочей памяти и эффекте вечеринки см.: Conway, A.R., Cowan, N. & Bunting, M.F. The cocktail party phenomenon revisited: the importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2001, 8:331–335.

количеством информации, мы легче отвлекаемся на внешние раздражители.

Высокий уровень помех, характерный для современного технологического общества, предъявляет высокие требования к нашей рабочей памяти. Современные офисы наверняка способствуют сближению сотрудников и укрепляют дух корпоративности, но вместе с тем предъявляют более высокие требования к нашей рабочей памяти.

Как мозг справляется с двумя задачами одновременно?

И все же — почему наш мозг иногда справляется, а иногда не справляется с двумя задачами одновременно? Многие психологи считают: для одновременного выполнения разных задач требуется дополнительная функция. Эту функцию берет на себя «центральный исполнитель» («the central executive»). Психолог Алан Бэддели называет этот модуль координатором рабочей памяти. Но в какой области мозга находится этот «центральный исполнитель»?

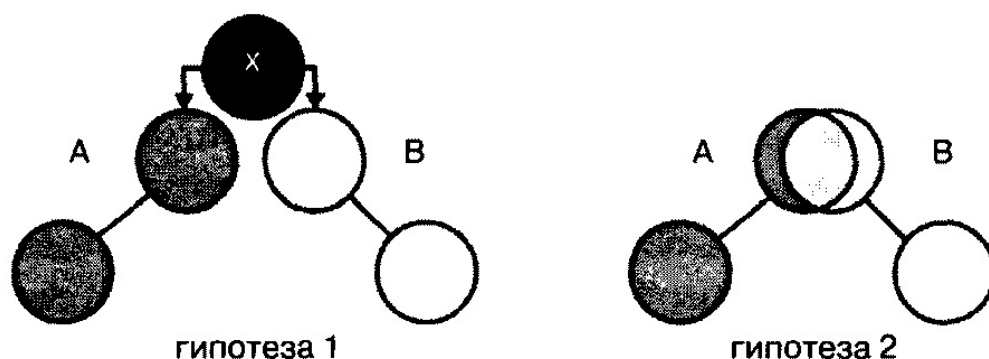
Группа ученых во главе с Марком Д'Эспозито изучала испытуемых, которые сначала выполняли одно задание, а затем два задания одновременно⁷⁴. Выяснилось, что несколько областей, в частности, в лобной доле, активировались, когда испытуемые выполняли две задачи одновременно, и не активировались, когда выполнялась одна задача. Ученые пришли к выводу, что эти области можно условно считать неврологическим аналогом «центрального исполнителя», особого модуля, регулирующего и координирующего активность работы мозга.

Однако некоторые ученые подвергли критике термин «центральный исполнитель», поскольку он наводит на мысль о некоем человечке в мозге, таком гомункуле, который играет роль дирижера. Только кто же тогда дирижирует мозгом этого маленького человечка, когда, например, надо выполнить два действия одновременно, еще один маленький человечек, который находится в голове уже этого маленького человечка?

Но почему же все-таки нам не всегда удается выполнить две задачи одновременно? Согласно другой гипотезе, при выполнении двух задач задействована одна область мозга. Но выполнение задачи почти никогда не связано с одной-единственной областью мозга, а с целой сетью областей. Представим, что у нас есть две сети, А и В, которым одновременно нужен доступ к одной и той же области, и между ними возникает конкуренция. Возможны два варианта: или сеть А и сеть В будут активизироваться попеременно, и тогда ни у одной из них не будет полного доступа к этой области, или сети активизируются одновременно, и тогда они не будут работать в полную силу, потому что станут мешать друг другу.

Таким образом, существуют две разные гипотезы о том, как рабочая память справляется с двумя задачами одновременно. Первая гипотеза гласит, что для одновременного выполнения двух задач нужен дополнительный, «вышестоящий» центр, который координирует деятельность двух сетей, участвующих в этом процессе. Но как в таком случае объяснить, почему с двумя задачами мы справляемся хуже, чем с одной? Можно предположить, что область X не идеально выполняет свою функцию координатора. Согласно второй гипотезе (гипотеза частичного совпадения), две задачи мешают друг другу, поскольку обращаются одновременно к одной и той же области. Иными словами, причину опять же нужно искать в системе, которая отвечает за рабочую память. Для проверки этих гипотез я и мои коллеги провели такое исследование. Испытуемые решали задачи — сначала на проверку визуальной памяти, затем — на проверку слуховой памяти, а потом обе задачи одновременно.

⁷⁴ О функциональных магнитно-резонансных исследованиях «центрального исполнителя» см.: D'Esposito, M., Detre, J.A., Alsop, D.C., Shin, R.K., Atlas, S. & Grossman, M. The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*. 1995, 378:279–281.



Как мозг справляется с двумя задачами одновременно

Чтобы проверить обе гипотезы, мы измеряли мозговой кровоток. Мы не обнаружили никакой дополнительной области X, которая активировалась бы, когда выполнялись две задачи одновременно. Зато разные сети частично перекрывали друг друга, что соответствует гипотезе номер 2. Другое исследование также показало, что чем сильнее перекрываются активные зоны, тем больше они мешают друг другу⁷⁵.

Психологи часто используют сложный тест. Как правило, с ним хорошо справляются те, кто выполнял тесты на понимание прочитанного. Психолог зачитывает фразы, на которые нужно ответить утвердительно или отрицательно. Испытуемые также запоминают последнее слово каждой фразы и воспроизводят их в конце эксперимента. Если вы слышите:

«Собаки умеют плавать»;
«У лягушек есть уши»;
«Самолет легче воздуха»;
«У рук есть колени»;
«Птицы умеют летать»,

то должны ответить «да» на первый вопрос и запомнить слово «плавать», затем ответить «нет» на второй вопрос и сохранить в рабочей памяти оба слова — «плавать» и «уши», и так далее. Когда вы будете удерживать в памяти пять разных слов и при этом пытаться отвечать на вопросы, вы почувствуете, что ваша память уже на пределе и не справляется с нагрузкой.

В исследовании, которое я проводил вместе с Сильвией Банге (Стэнфордский университет, Калифорния, США), мы давали испытуемым это задание и изучали активность мозга⁷⁶. Оказалось, что никакая дополнительная область не активируется при выполнении двух задач одновременно. Конечно, при одновременном выполнении лобная доля активируется больше, но в процессе задействованы те же самые области, как и при выполнении одиночной задачи. Таким образом, наш эксперимент свидетельствовал против

⁷⁵ О двух альтернативных гипотезах интерференции во время симультанного выполнения см.: Klingberg, T. & Roland, P.E. Interference between two concurrent tasks is associated with activation of overlapping fields in the cortex. *Cognitive Brain Research*. 1997, 6:1–8; Klingberg, T. Concurrent performance of two working memory tasks: potential mechanisms of interference. *Cerebral Cortex*, 1998, 8; Klingberg, T. Limitations in information processing in the human brain: neuroimaging of dual task performance and working memory tasks. *Progress in Brain Research*. 2000, 126.

⁷⁶ О функциональных магнитно-резонансных исследованиях одновременного выполнения заданий см.: Bunge, S., Klingberg, T., Jacobsen, R.B. & Gabrieli, J.D.E. A resource model of the neural substrates of executive working memory in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2000, 97: 3573–3578.

первой гипотезы.

Группа ученых Йельского университета повторила эксперимент Марка Д'Эспозито, но получила иные результаты⁷⁷. Никакой дополнительной области обнаружено не было. Но позже было проведено еще одно исследование, которое ставило перед собой задачу найти специальную область мозга, которая отвечала бы за синхронное выполнение более сложных задач, где требуется совмещать задачу А с задачей В, одновременно удерживая в рабочей памяти информацию по выполнению обеих задач⁷⁸. Тот факт, что активные области мозга частично совпадают, объясняет, почему две одновременные задачи мешают друг другу, независимо от того, существует дополнительная область или нет.

Насколько успешно мы справляемся с двумя задачами одновременно, во многом зависит от их сложности и от уровня нагрузки на нашу рабочую память. Часто мы справляемся с двумя задачами, если одна из них доведена до автоматизма. Например, во время прогулки ничто не мешает нам размышлять о чем-нибудь. Как правило, действия, выполняемые на «автопилоте», не требуют активации лобной доли. Но наша рабочая память не умеет решать задачи на автопилоте, поскольку кодирует любую поступающую информацию, и при этом активизируются лобная и теменная доли. Может быть, поэтому так трудно одновременно выполнять две задачи, требующие участия рабочей памяти.

Гипотеза объединенной емкости

Из-за того, что «совпадающие» области мозга частично «перекрывают друг друга», на пути поступления потока информации образуется своего рода «узкое место». Можно списать невозможность синхронного выполнения нескольких задач на то, что некоторые участки мозга имеют ограниченные ресурсы.

В результате разных психологических экспериментов мы убедились в том, что рабочая память играет ключевую роль — от нее зависит наша способность выполнять сразу несколько задач, а также противостоять помехам. В предыдущей главе мы проследили этапы развития рабочей памяти в процессе взросления, отметили, что рабочая память отличается — у взрослых и у детей, а также выявили ряд ключевых областей — в интрапариетальной борозде и в лобной доле.

Естественно, существует множество различных ситуаций, которых я не коснулся в этой главе. Например, мы не способны реагировать на два разных стимула, если они воздействуют одновременно. Мы не можем одновременно выполнить две сложные задачи, требующие моторных реакций. И этот фактор уже не имеет отношения к рабочей памяти. И все-таки мы ежедневно решаем задачи, требующие интеллектуальной отдачи, и их невозможно выполнить без участия рабочей памяти. Выполнение этих задач зависит от двух разных факторов — ограниченности рабочей памяти и ограниченности наших возможностей выполнять две задачи одновременно. В любом случае, умение синхронно выполнять разные задачи и справляться с отвлекающими факторами напрямую зависит от рабочей памяти. Таким образом, в мозге каменного века есть «узкие места», и это именно те области, которые определяют нашу способность справляться с информационным потоком.

В следующей главе мы проанализируем разные теории, объясняющие, откуда мы черпаем свои ресурсы. В этой связи особенно важно понять, как наш интеллект каменного

⁷⁷ В другом исследовании не удалось повторить результат Д'Эспозито о специальной области при одновременном выполнении заданий, см.: Adcock, R.A., Constable, R.T., Gore, J.C. & Goldman-Rakic, P.S. Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2000, 97: 3567–3572.

⁷⁸ Об исследовании, в котором была зафиксирована мозговая активность, специфичная при одновременном выполнении: Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S. & Grafman, J. The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*. 1999, 399:148–151.

века справляется с информационным потоком. И, может быть, самый парадоксальный вопрос заключается не в том, почему наши способности хранить и обрабатывать информацию ограничены, а почему эта способность вообще сформировалась. Наш компьютеризированный информационный век, казалось, с лихвой задействовал все ресурсы. Но тот мозг, с которым мы появились на свет, генетически мало чем отличается от мозга, с которым 40 тысяч лет назад рождались кроманьонцы. Как такое может быть?

7. Парадокс Уоллеса

В 1856 году Чарльз Дарвин получил письмо от молодого путешественника и натуралиста по имени Альфред Рассел Уоллес. В письме Уоллес излагал свои взгляды на происхождение видов, которые посетили его совершенно независимо от Дарвина, пока он лежал с малярийной лихорадкой на маленьком острове в Малазийском архипелаге. Дарвин был потрясен сходством идей Уоллеса с его собственными теориями. Получив письмо, он постарался как можно быстрее опубликовать свои рукописи. Книги Дарвина увидели свет уже год спустя.

Затем на протяжении нескольких лет Уоллес и Дарвин будут обмениваться мнениями о природе эволюции. По многим вопросам их взгляды совпадали, но, конечно, между ними существовали и разногласия. Они совершенно по-разному трактовали теорию эволюции. Уоллес не признавал никакого эволюционного фактора, кроме приспособляемости, то есть, по его мнению, движущая сила эволюции заключается в том, что отдельные виды, чтобы выжить, максимально приспособляются к окружающей среде.

Дарвин изложил теорию естественного отбора, который означал, что определенные качества у отдельных видов усиливаются потому, что дают преимущество при поисках партнера противоположного пола, а не потому, что представляют непосредственную ценность для выживания. Типичной иллюстрацией к теории естественного отбора являются хвостовые перья павлина. Они возникли в процессе эволюции, но при этом никак не способствовали приспособлению к той среде, в которой обитают павлины. Например, красивое оперение не дает никакого преимущества для полета или процесса добывания пищи. Единственное преимущество оперения заключается в том, что самки выбирают павлинов-самцов с красивыми хвостовыми перьями, поэтому такие павлины размножаются активнее, чем их соперники. Сам Дарвин подчеркивал, что не все органы и поведенческие программы служат полезной цели. Но привлекательность красивого хвостового оперения павлина для противоположного пола стала качеством, которое сохранилось и культивировалось в процессе эволюции.

Будучи сторонником теории максимальной приспособляемости, Уоллес никак не мог объяснить, как сформировался и развивался человеческий мозг. Во многих отношениях он был нетипичным представителем своего времени, поскольку считал, что мозг дикаря никоим образом не уступал мозгу современных ему европейских философов и математиков. Его взгляды, в частности, основывались на сравнениях величины мозга. Но у него в голове никак не укладывалось, как дикари, обладая мозгом, сравнимым с мозгом его образованных современников, могут вести такую примитивную жизнь. Как могла эволюция так щедро наделить первобытных людей интеллектом?

Приведем одно из высказываний Уоллеса:

Мозг, в полтора раза превышающий объем мозга гориллы, вполне достаточен для ограниченного умственного развития дикаря. Поэтому нам следует признать, что полноценный мозг дикаря никоим образом не мог сформироваться по законам эволюции. Ведь основной закон эволюции гласит: каждый вид достигает того уровня организации и интеллекта, который прямо пропорционален его потребностям и никогда их не превышает. В результате естественного отбора дикарь был бы наделен мозгом, лишь слегка

*превосходящим мозг обезьяны, тогда как на деле его мозг лишь ненамного меньше мозга философа. Итак, мы можем сделать вывод, что дикарь обладает мозгом, который при совершенствовании и развитии способен выполнять намного более сложную работу, чем от него обычно требуется*⁷⁹.

Уоллес так и не смог разрешить этот парадокс, и в конце концов объяснил его Божьим промыслом. Он считал, что все живое на нашей планете развивалось путем естественного отбора и адаптации, все — кроме человеческого мозга. Мозг мог быть создан только по Божьей воле, «вмешательству высшего разумного существа». У ученых последующих поколений появились некоторые другие гипотезы на этот счет, которые следует принять во внимание, прежде чем обращаться к религиозным аргументам.

Эволюция рабочей памяти

Даже несмотря на то, что микроскопические генетические изменения происходят постоянно, между мозгом кроманьонца и мозгом современного человека гораздо больше сходств, чем различий. Но объемы мозга не менялись на протяжении 40 тысяч лет, а генетическими изменениями невозможно объяснить тот технологический и культурный прорыв, который человечество совершило за последнее время⁸⁰. Если мы зададимся целью расшифровать механизм наших врожденных способностей, таких как приспособляемость к внешней среде, нам придется углубиться в историю Древнего мира.

В силу некоторых объективных обстоятельств мы не можем точно представить, что происходило 40 тысяч лет назад. В научной литературе почти нет никаких сведений об эволюции рабочей памяти. Поэтому я буду вынужден выйти за пределы основной темы и в общих чертах рассказать о теориях развития интеллекта. А уж затем мы разберемся, в какой степени они применимы к рабочей памяти. Любой ученый на вопрос «для чего нам нужен интеллект и познавательные способности» ответит: «для социального взаимодействия». Еще Дарвин предположил, что развитие человеческого интеллекта направлено на процесс социализации. Дарвиновский постулат «социального интеллекта» подхватили многие ученые.

Например, антрополог и эволюционный психолог Робин Данбар (Ливерпульский университет, Великобритания) обнаружил у приматов прямую зависимость между размером коры больших полушарий и размером социальной группы. Чем больше кора головного мозга, тем многочисленнее социальные группы. Размер стаи, в которой живут приматы, в свою очередь, зависит от числа социальных контактов, которые они одновременно могут поддерживать. Эти же законы, по мнению ученого, действуют и в человеческом сообществе. Данбар делает свои выводы на основании анализа социальных связей в различных

⁷⁹ Цитата из книги: Gould, S.J. The Panda's Thumb. More reflections in natural history. New York: 1980, Norton.

⁸⁰ Следует отметить, что генетические мутации, естественно, происходят все время и что эволюция не есть процесс заверченный. Генетики обнаружили несколько генетических изменений, произошедших после того, как *Homo sapiens* сформировался 200 тысяч лет назад. В частности, генетик Брюс Лан и его команда в Чикагском университете идентифицировали генные варианты: Evans, P. D., Gilbert, S.L., Mekel-Bobrov, N., Vallender, E. J., Anderson, J.R., Vaez-Azizi, L.M., Tishkoff, S.A., Hudson, R.R., and Lahn, B.T. Microcephalin, a gene regulating brain size, continues to evolve adaptively in humans. *Science*. 2005, 309:1717–1720; Mekel Bobrov, N., Gilbert, S.L., Evans, P.D., Vallender, E.J., Anderson, J.R., Hudson, R.R., Tishkoff, S.A., and Lahn, B.T. Ongoing adaptive evolution of ASPM, a brain size determinant in *Homo sapiens*. *Science*, 2005, 309:1720–1722. Генные варианты могут быть неожиданными, поскольку мутации, от которых ген становится дисфункциональным, приводят к микроцефалии — человек рождается с мозгом, который примерно составляет только третью часть от нормального мозга. Однако неясно, какой именно эффект (если он вообще есть) имеют эти генные варианты. Различные генные варианты не имеют никаких четких функций. К тому же они возникли после миграции из Африки, и таким образом не влияют на всю популяцию.

социальных группах — от первых групповых поселений людей времен неолита до современных офисных коллективов. В любой ситуации, считает ученый, коллектив распадается и теряет признаки единства, как только его численность превышает 150 человек. Это число сегодня известно как «число Данбара»⁸¹.

Развитие мозга и умственных способностей у приматов неразрывно связано с общественным образом жизни, с необходимостью предвидеть поступки соплеменников, манипулировать ими, учиться у них, а также оптимально сочетать в своем поведении альтруизм с эгоизмом.

Но каково участие рабочей памяти в процессе социального взаимодействия? Может быть, она помогает наладить контакты, или она нужна только для того, чтобы хитрить и обманывать своих соплеменников?

Психологи Ричард Бёрн и Эндрю Уайтен (Сент-Эндрюсский университет, Великобритания) разработали теорию о роли социальной игры в развитии мозга и ввели понятие «интеллект Макиавелли»⁸². Название отсылает к итальянскому писателю и политику Никколо Макиавелли, который славился тем, что владел искусством повелевать и властвовать, манипулируя своим окружением. Он относился к жизни как к шахматной партии, где надо все планировать и предугадывать поступки разных людей.

Другая вероятная причина формирования интеллекта и рабочей памяти — развитие языка. Язык оперирует символами и выражает наши эмоции и устремления. Через язык мы выражаем свои мнения и выслушиваем других. Кстати, вполне закономерно, что рабочая память напрямую связана с пониманием прочитанного. Возможно, именно развитие языка около 40 тысяч лет назад послужило толчком к технологической революции. Как раз на пике развития языка появились древнейшие изображения в пещере Кро-Маньон на юго-западе Франции, а позже и предметы искусства.

Язык открыл новые перспективы — благодаря языку люди научились планировать свои действия, работать сообща и передавать знания таким способом, который раньше не представлялся возможным. Более сложная среда потребовала и развития более сложного языка. Писатель Терренс Дикон в книге «Символические виды. Эволюция языка и мозга» утверждает, что язык развивался благодаря сближению языка, технологии и культуры⁸³.

Робин Данбар настаивает на том, что развитие языка напрямую зависит от развития социальной среды и величины группы. Чтобы жить в группе, надо поддерживать дружеские связи. Особи в стае шимпанзе ловят друг у друга блох. А это становится практически невозможным, когда величина группы превышает определенный уровень. По мнению Данбара, язык стал выполнять ту функцию, которую раньше выполняла ловля блох. То есть первейшая задача языка — социальная функция. В свою очередь, большие группы индивидов нужны также для того, чтобы развивать и сохранять язык. Таким образом, язык был и следствием, и предпосылкой образования больших социальных групп.

Кстати, порой развитие интеллекта также объясняют сексуальным отбором, то есть первичная цель развития интеллекта — не выживание, а «конкурентоспособные» гены. Вспомним красивые, но функционально бесполезные хвосты павлина. Эволюционный психолог Джеффри Миллер считает, что деятельность, не имеющая практической ценности для выживания, например танец, музыка, живопись, нацелена именно на то, чтобы

⁸¹ О величине коры головного мозга и величине группы см.: Dunbar, R.I.M., Grooming, gossip and the evolution of language. London: Faber. 1996.

⁸² Об интеллекте Макиавелли см.: Machiavellian intelligence: Byrne, R.W. и Whiten, A. Machiavellian Intelligence: Social expertise and the evolution of intellect in Monkeys, Apes and Humans (Bk. 1), Oxford: 1988, Oxford Science Publications.

⁸³ О роли языка в процессе эволюции мозга см.: Deacon, T.W. The symbolic species: The co-evolution of language and the human brain, London: 1997, Allen Lane the Penguin Press.

продемонстрировать противоположному полу наш интеллект и наши «конкурентоспособные» гены. По мнению Миллера, именно эту цель преследуют многие юноши, которые мечтают стать рок-музыкантами⁸⁴.

Интеллект как побочный эффект

Разные гипотезы о жизни человечества в период его детства помогают нам понять, как устроен наш интеллект. Эта задача сама по себе увлекательна и будоражит воображение. В последние годы большую популярность приобрела эволюционная психология, в частности, благодаря канадско-американскому ученому и писателю Стивену Пинкеру. По Пинкеру, язык, на котором мы говорим, является «инстинктом» или формой биологической адаптации, сформированной в процессе естественного отбора. Языковые способности не только являются врожденными, но и представляют собой специфически человеческий биологический инстинкт. Язык является составной частью интеллекта, одним из его многочисленных модулей, развившихся в результате эволюции. «Язык — это наиболее доступная часть сознания», — утверждает Пинкер.

Но у подобных теорий есть уязвимое место — их почти невозможно доказать и так же невозможно опровергнуть. Наши знания о первобытных обществах получены, так сказать, от камней и костей. Мы не знаем, как люди общались, о чем они размышляли и какую вели социальную жизнь. Конечно, мы можем выдвигать одну гипотезу за другой, пытаясь объяснить все что угодно, но гипотезы так и останутся всего лишь гипотезами. И, конечно, можно обозначить социальную игру как задачу, требующую участия рабочей памяти. Но как оценить сложность социальной жизни 200 тысяч или даже 40 тысяч лет назад? Речевая коммуникация требует рабочей памяти, но насколько были развиты наши навыки общения 40 тысяч лет назад?

Палеонтолог и биолог-эволюционист, историк науки Стивен Джей Гулд выступил с резкой критикой эволюционной психологии⁸⁵. Он подчеркивал, что теория эволюционной психологии может объяснить все что угодно, но у нее нет доказательной базы. По его мнению, главная проблема состоит в том, что она основывается на вере в приспособляемость. Основной ее постулат гласит, что все наши врожденные качества — набор инструментов для оптимальной адаптации к каким-то особым требованиям в период детства человечества.

Именно эта точка зрения привела и Уоллеса к его парадоксу. Согласно Гулду, этот вывод покоится на логической ошибке: даже Дарвин не считал, что приспособляемость — единственный механизм, способствовавший развитию видов. Гулд убежден, что «понятие прогресса в эволюции есть чистая иллюзия, основанная на антропоморфических предвзятых представлениях».

Эволюция путем сексуального отбора — альтернатива эволюции путем приспособляемости. Гулд подчеркивает, что на одном этапе эволюции какой-нибудь орган может выполнять одну функцию, а на другом этапе его функция меняется. В результате в нашем организме накапливается сумма побочных эффектов, которые к моменту своего возникновения не выполняют никаких практических функций, впрочем, они и оцениваются невысоко. Например, генетическая мутация часто вызывает не одно, а целый ряд изменений. И если, например, одно из этих изменений представляет ценность для выживания, а другие с этой точки зрения являются нейтральными, могут сохраниться все изменения, поскольку они

⁸⁴ Об эволюции интеллекта и сексуальном отборе см.: Miller, G. The mating mind: how sexual choice shaped the evolution of human nature. London: 2000, Heinemann.

⁸⁵ Краткий обзор аргументов Гулда и его критику в адрес Стивена Линкера см.: Gould, S.J. Darwinian Fundamentalism, The New York Review of Books, 1997, 10, июнь: 1244. Gould, S.J. The panda's thumb. More reflections in natural history. New York: 1980, Norton, p. 55.

связаны с той же генетической мутацией.

Гулд приводит много примеров побочных эффектов, возникших в процессе эволюции, — от мужских сосков до большого пальца панды. В последнем примере речь идет о маленькой косточке, которая называется сесамовидной костью. У человека она меньше горошины. У панды она, наоборот, со временем развивалась и сейчас напоминает дополнительный палец, который животное может использовать, когда очищает бамбук от листьев и побегов. Но у панды есть еще один похожий отросток, хотя и не такой длинный, около соответствующей сесамовидной кости — на задней лапе. Этот отросток не функционален. Возможно, развитие обоих отростков взаимосвязано, то есть одни и те же генетические изменения повлияли на рост сесамовидных костей — на лапах. Одно из этих изменений — на передней лапе — было функциональным, что привело к сохранению обоих изменений. Другое изменение — на задней лапе — эволюционное, оно не имеет никакой функции и является побочным эффектом. Поэтому нет оснований считать, что все органы или части тела идеально подходят для выполнения определенных функций, а потом искать эту функцию в ранней истории нашего развития. Таким образом, по Гулду, высокоспециализированные области, используемые для чтения, не могли возникнуть в результате оптимальной приспособляемости к тексту.

Что касается мозга, то, например, одно генетическое изменение могло бы повлечь за собой развитие нескольких областей в коре головного мозга. Одна из этих областей способствовала нашему выживанию в определенный критический период эволюции; этого было достаточно для того, чтобы изменение сохранилось. Другие области, на которые воздействовало то же генетическое изменение, возможно, будут использоваться только через десятки тысяч лет.

Критическое отношение Гулда к эволюционной психологии импонирует многим ученым-скептикам, включая и меня. И если мозг содержит массу побочных эффектов, то это означает, что он — хранилище скрытых и пока неиспользованных ресурсов. Эта мысль вдохновляет и будоражит воображение. Таким образом, согласно теориям эволюционной психологии, социальная среда, язык и развитие комплексной культуры способствовали развитию интеллекта, а, возможно, и рабочей памяти.

Впрочем, есть и альтернативные объяснения — эволюция основана на сексуальном отборе и побочных эффектах. Естественно, комбинировать эти теории также не возбраняется.

Возможно, благодаря эволюции мы обзавелись областью мозга, которая позволяет сохранять символические образы в рабочей памяти и манипулировать ими. Когда-то такая область мозга имела ценность для выживания, потому что давала нам возможность выучить язык или справляться с социальными ситуациями. Но если эта область полимодальна, то есть благодаря ей рабочая память удерживает символические образы, независимо от того, связаны ли они с языком или с визуальными сигналами, мы могли бы использовать ее как для изобретения новых типов ловушек для зверей, так и, спустя несколько десятков тысяч лет, для размышлений над дифференциальными уравнениями или решениями матриц Равена.

Если же мы будем исходить строго из адаптивноэволюционного принципа, то есть рассматривать рабочую память лишь как инструмент, генетически приспособленный к особым требованиям среды 40 тысяч лет назад, у нас возникнут проблемы, потому что теперь мы имеем дело с более сложной и более требовательной средой, и эти сложности только нарастают. Это и есть парадокс Уоллеса, если применить его к современной ситуации — на интеллект каменного века обрушивается информационный поток.

Как же нам найти выход из этого тупика? Конечно, мы вправе предположить, что наши интеллектуальные способности сформировались как побочный эффект или путем сексуального отбора. И таким образом мы получили избыточный интеллект.

Но есть еще один аргумент, он выступает как джокер в колоде, — пластичность мозга. То, что с точки зрения генетики мы мало чем отличаемся от кроманьонцев, научный факт. Но если наша память — врожденное свойство, то можем ли мы ее развивать? И если весь

наш мыслительный инструментарий — навык, данный нам от рождения, можем ли мы его совершенствовать в процессе жизни? И если можем, то каким образом?

8. Пластичность мозга

В предыдущей главе мы определили несколько областей мозга, которые являются ключевыми для наших когнитивных способностей, и нанесли их на карту мозга. Когнитивная нейробиология достигла пика своего развития в 1990-е годы, когда были изобретены приборы, позволяющие получить изображения мозга, и сосредоточилась на картографии мозга. Разные области мозга отвечают за разные функции.

Противники картографии мозга в шутку называют ее современной френологией. Френологи, эти шарлатаны XIX века, судили о способностях людей по строению и форме черепа. Придавая решающее значение форме головы и черепа, они не просто культивировали лженауку, но и лили воду на мельницу расово-биологических учений начала XX века.

И все же сравнение с френологией несколько упрощает проблему. Вернон Маунткэстл, один из выдающихся неврологов XX века, сам не занимаясь изображением мозга, отчасти выступил в защиту френологов⁸⁶. По его мнению, френология опирается на два основных постулата. Первый из них: различные функции локализованы в различных областях мозга. И второй: функции мозга отражаются на форме черепа. Второй постулат — абсолютный нонсенс, но первый постулат можно считать корректным и теоретически очень важным.

Одно из первых исследований, показавших, как локализованы функции мозга, провел французский невролог Поль Брока. Ему попался пациент, который внезапно лишился дара речи. После смерти пациента Брока обследовал его мозг и обнаружил кровоизлияние — в нижней части лобной доли. Эта часть мозга сейчас известна как «зона Брока». Однако в то время Поль Брока еще полагал, согласно традиционным представлениям, что эта зона является симметричной для обоих полушарий. Но затем, опираясь на данные многочисленных наблюдений, он решительно заявил о том, что функция речи принадлежит левому полушарию. Открытие моторного центра речи было первым анатомическим доказательством локализации функции мозга.

В начале XX века Корбинян Бродман на основании огромного сравнительно-анатомического материала разделил поверхность мозговых полушарий на множество более или менее автономных участков, отличающихся один от другого по клеточному строению и, следовательно, по функциям. Он составил одну из первых карт мозга, разделив его на 52 области. Кстати, эту карту используют и поныне⁸⁷.

Методики позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и функциональной магнитно-резонансной томографии (ФМРТ) обеспечили прорыв в картировании мозга. Опираясь на новые знания, ученые со временем отказались от упрощенного представления о том, что одна область мозга отвечает за определенную функцию. Наоборот, каждая функция соотносится с сетью областей, а одна и та же область может входить во множество разных сетей. Но фиксация на картах осталась, и так или иначе в таком системном описании проявляются следы статичного мышления. Карты изображают нечто неизменное. Горы и реки находятся там, где они находятся. И только в последнее время наука обратила внимание на то, что карты могут меняться, притом самым существенным образом.

Как перекраиваются карты мозга

⁸⁶ О френологии см.: Mountcastle, V. The evolution of ideas concerning the function of the neocortex', *Cerebral Cortex*, 1995, 5:289–295.

⁸⁷ Brodmann, K. *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde*. Leipzig: Barth. 1909.

Мозг изменяется — и это не новость, а бесспорный научный факт. Если, допустим, школьник к среде не выучил урок, но пришел домой и позанимался, а к четвергу он уже знает, что представляют собой семенные растения, то его мозг изменился. Больше информацию хранить негде (за исключением шпаргалок). Нас же прежде всего интересует, когда, где и как изменяется мозг.

Мы уже говорили о том, что функциональные карты мозга перекраиваются, когда мозг лишается притока информации.

Если человек, к примеру, потерял какой-то орган или часть тела, и сенсорная область мозга больше не получает оттуда информацию, окружающие области мозга начинают посягать на этот участок. Если сигналы от указательного пальца перестают поступать в мозг, то эта область соответственно сужается. Зато соседняя область, которая получает сигналы от среднего пальца, наоборот, расширяется.

Речь идет не о нейронах, которые мигрируют из одной области мозга в другую. Большое количество новых нейронов отмирает вскоре после окончания миграции. В долгосрочной перспективе около 50 процентов оставшихся клеток также отмирают. Считается, что судьба новых клеток зависит от характера образованных ими связей и их отсев служит механизмом поддержания постоянства численности нейронов.

Конечно, новообразование нейронов в определенных областях мозга возможно, но нет доказательств того, что они будут наделены какими-либо функциями в определенных зонах коры головного мозга. Изменения в первую очередь наблюдаются в структуре нейронов, где одни маленькие отростки отмирают, и их замещают другие. На отростках находятся синапсы, которые контактируют с другими нейронами. Изменения отростков и синапсов приводят, в свою очередь, к изменению функции нейронов. Если мы взглянем на мозг сверху, то увидим, что сенсорная зона мозга, которая сначала принимала сигналы от указательного пальца, затем стала получать сигналы от среднего пальца. Таким образом, карта мозга перекраивается⁸⁸.

Возможно, за счет этих же механизмов зрительные области мозга у слепых активизируются при чтении текстов, набранных по методу Брайля. Но тот факт, что зрительные области активизируются, не обязательно свидетельствует о том, что слепые с их помощью анализируют сенсорную информацию. До конца не ясно, какие процессы происходят в этих зонах. Возможно, зрительные области активизируются за счет механизма бессознательной визуализации.

Основополагающий вопрос заключается в том, как изменяются различные участки мозга. Или они изначально запрограммированы на выполнение специальной задачи, или их функции зависят от характера получаемых стимулов. Какой фактор играет первостепенную роль в этом процессе — наследственность или среда, природа или воспитание?

Весомый вклад в изучение этих механизмов внесла научная группа исследователей из Массачусетского технологического института под руководством Мриганки Сура (штат Массачусетс, США). Ученые делали хорькам хирургическую операцию: подсаживали оба зрительных нерва к таламокортикальным путям, ведущим в слуховую сенсорную кору⁸⁹. Цель эксперимента — выяснить, какие структурные и функциональные изменения происходят в слуховой зоне при передаче ей зрительной информации. Это привело к перестройке слуховой области, и по своей структуре она стала больше напоминать

⁸⁸ О пластичности в сенсорных областях см.: Kaas, J.H., Merzenich, M.M. & Killackey, H.R. The reorganization of somatosensory cortex following peripheral nerve damage in adult and developing mammals, *Annual Review of Neuroscience*, 1983, 6:325–356; Kaas, J.H. Plasticity of sensory and motor maps in adult mammals. *Annual Review of Neuroscience*. 1991, 14:137–167.

⁸⁹ О трансплантации зрительного нерва см.: Sharma, J., Angelucci, A. & Sur, M. Induction of visual orientation modules in auditory cortex. *Nature*. 2000, 404:841–847.

зрительную. Функция сигналов также переориентировалась. Оказалось, что животные, передвигаясь, использовали слуховую область для того, чтобы видеть. Никто из ученых не считает, что в этом «виноваты» только природа или только воспитание, но результаты Мриганки Сура подтверждают важность сенсорной стимуляции для организации мозга, что в свою очередь подчеркивает неопределимую роль окружающей среды⁹⁰.

Эффект стимуляции

Приведенный выше пример показывает, как перекраивается карта мозга, когда в организме происходят структурные изменения, например какая-либо функция прекращает свою работу и мозг перестает получать информацию от того или иного органа. Другой тип изменений вызван дополнительной стимуляцией, например при тренировке специальной функции. О феномене пластичности нам известно не так много. Первые работы в этом направлении проводились в 1990-е годы.

Например, тренировали обезьян — у них развивали способность различать тональность звука. Обезьяны осваивают этот навык. Последовательно услышав два звука, они определяют, одной ли они тональности, а затем нажимают на кнопку. Исследование показало, что поначалу, когда звуки сильно отличались друг от друга, обезьяны успешно справлялись с тестом. Зато они почти не различали звуки, близкие по тональности. Через несколько недель после сотен тренировок обезьяны начали различать и звуки, очень близкие по тональности. Когда ученые решили выяснить, какие нейроны слуховой области активируются при выполнении этой задачи, оказалось, что после нескольких недель тренировок количество активированных нейронов возросло. То есть область, которая активировалась в процессе тестов, после тренировок расширилась⁹¹.

Похожий эксперимент проводился на обезьянах, когда они отрабатывали определенное движение пальца. После нескольких недель тренировок моторная область, ответственная за движение этого пальца, увеличилась. Эти эксперименты показывают, что карта мозга в высшей степени подвержена изменениям⁹².

Музыка и жонглирование

Наиболее существенные изменения ученые обнаружили в связи с совершенствованием моторных навыков. Исследователи изучали изменения, происходящие в мозге в процессе длительных упражнений на музыкальных инструментах. У музыкантов, играющих на смычковых инструментах, область, принимающая сенсорный импульс от левой руки, больше, чем та же область у не музыкантов⁹³.

Сара Бенгтссон и Фредрик Уллен (Каролинский институт, Стокгольм) также

⁹⁰ О поведенческих эффектах см.: von Melchner, L., Pallas, S.L. & Sur, M. Visual behaviour mediated by retinal projections directed to the auditory pathway. *Nature*. 2000, 404: 871–876.

⁹¹ О тренинге и его воздействии на слуховую зону см.: Recanzone, G.H., Schreiner, C.E. & Merzenich, M.M. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *Journal of Neuroscience*. 1993, 13: 87–103.

⁹² О двигательном тренинге и его воздействии на кору головного мозга см.: Nudo, R.J., Milliken, G.W., Jenkins, W.M., & Merzenich, M.M. Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *Journal of Neuroscience*. 1996, 16, 785–807.

⁹³ См. исследование о музыкантах, играющих на смычковых инструментах: Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*. 1995, 270.

обнаружили, что проводящие пути в белом веществе мозга, по которым передаются моторные сигналы, у пианистов более развиты. Причем различия оказались тем существеннее, чем дольше упражнялись музыканты⁹⁴.

Но при упражнениях на музыкальном инструменте речь идет об очень длительном воздействии на мозг. А как действуют на людей более короткие тренировки? В одном исследовании испытуемые тренировали специфический навык — они сгибали пальцы в определенной последовательности: средний палец — мизинец — безымянный палец — средний палец — указательный палец и так далее⁹⁵. Поначалу они совершали много ошибок. Через десять дней они уже освоили это упражнение и начали выполнять его в хорошем темпе и почти без ошибок. Одновременно наблюдался рост активности в основной двигательной зоне коры головного мозга, то есть в той области, которая управляет мускулатурой.

В научной литературе часто ссылаются на результаты экспериментов с жонглерами (о чем уже упоминалось во вступлении)⁹⁶. Согласно этим исследованиям, область затылочной доли увеличивалась уже через три месяца после начала тренировок. Это исследование также демонстрирует, что непродолжительные тренировки могут привести к столь серьезным изменениям, что их видно даже при магнитно-резонансном сканировании, которое дает не слишком точные показания. Впрочем, тот факт, что изменения не всегда можно зафиксировать, также демонстрирует, что пластичность — это обоюдоострый меч; пассивность тоже оказывает влияние на мозг.

Что такое use и что такое it?

Данные экспериментов с жонглерами и музыкантами убеждают нейрофизиологов и психологов в непреложности тривиальной истины «use it or lose it» («используй, иначе потеряешь»). Даже если мы согласимся с тем, что изменения в мозге зависят от того, чем мы занимаемся, этот факт не следует чересчур переоценивать. Надо в первую очередь задаться вопросом, что означает «используй» в данном контексте? Все ли виды активной деятельности равноценны? Ведь никто не усомнится в пользе активного образа жизни, все знают, что тренировки и упражнения очень благотворны для физического здоровья. Когда после перелома на ногу накладывают гипс, нам очень трудно вернуться к здоровому образу жизни — неподвижность и гипс атрофируют наши мышцы. В разных ситуациях мы даем разную нагрузку на опорно-двигательный аппарат. Одно дело — ходить на работу и проводить весь день в офисе, и другое дело — тренироваться в гимнастическом зале, давая полную нагрузку на все мышцы.

Насколько интенсивной и продолжительной должна быть интеллектуальная тренировка, чтобы мы почувствовали результаты? Ведь между занятиями в фитнес-клубе и профессиональной силовой тренировкой есть большая разница.

Следует также помнить о том, что «it» относится не ко всему мозгу. «It» в данном случае апеллирует к специфическим функциям и специфическим областям мозга. Если мы начнем тренироваться, чтобы различать тональность звуков, то изменения произойдут в

⁹⁴ Об исследовании белого вещества у пианистов см.: Bengtsson, S.L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H. & Ullen, F. Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature Neuroscience*. 2005,8.

⁹⁵ О функциональном магнитно-резонансном исследовании заучивания движений пальцев см.: Kami, A., Meyer, G., Jezzard, P., Adams, M.M., Turner, R. & Ungerleider, L.G. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature*. 1995, 377:155–158.

⁹⁶ О жонглировании см.: Draganski, B., Gaser, C., Buseh, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A. Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature*. 2004, 427:311–312.

слуховых областях, а не в лобной или затылочной долях. И снова можно провести параллель с физической тренировкой. Если сгибать и разгибать правую руку, с тяжелой гантелью, то у нас разовьются бицепсы именно правой руки при условии, что гантель достаточно тяжелая, что упражнения проводятся регулярно и что тренировка длится несколько недель. Но мы не можем обобщить, что «упражнение с гантелями развивает мускулатуру» или «полезно для физического здоровья». Это будет не вполне корректно.

У музыкантов, играющих на смычковых инструментах, увеличена сенсорная область, отвечающая за сигналы от левой, а не от правой руки. Упражнения с жонглированием развивают координацию движений и визуально-пространственную ориентацию. Итак, фразу «use it or lose it» можно истолковать предельно упрощенно. Например, «для мозга полезно делать то-то и то-то...». Если определенный тип деятельности оказывает воздействие на мозг, это не обязательно означает, что мы тренируем мозг и улучшаем показатели интеллекта. Специфические функции помогают развиваться специфическим областям.

В предыдущей главе мы пытались объяснить парадокс: каким образом интеллект каменного века справляется с информационным потоком. Возможное объяснение этого феномена заключается в том, что мозг, вероятно, приспосабливается к среде и к тем требованиям, которые она выдвигает. В этой же главе мы привели немало примеров того, как мозг может приспосабливаться к среде и меняться в процессе тренировок и упражнений. Пластичность может быть присуща и лобной, и теменной долям, включая те ключевые области, которые связаны с объемом рабочей памяти. Так что теоретически тренировать рабочую память можно. Возможно, пластичность — это результат адаптации к той определенной среде, в которой мы находимся. И в то же время феномен пластичности можно использовать вполне целенаправленно, развивая определенные функции.

Итак, если мы хотим тренировать свой мозг, нам придется выбрать функцию и область. Умение жонглировать едва ли пригодится в повседневной жизни, и, наверное, не имеет особого смысла развивать этот навык. Лучше потратить время на области, отвечающие за общие функции. Мы уже знаем, что определенные области в теменной и лобной долях несут полимодальный характер, то есть не связаны с какой-либо специфической сенсорной стимуляцией, а активируются при выполнении задач как на слух, так и на зрение. Тренировка полимодальной области принесла бы больше пользы, чем тренировка области, отвечающей, например, только за слух. Эти ключевые области также имеют отношение к тому, что наша рабочая память ограничена.

Если тренировать и развивать эти области, это пошло бы на благо нашим интеллектуальным функциям. Но реально ли это? Если бы мы могли путем упражнений повлиять на эту область, являющуюся «узким местом», достигли бы мы серьезных результатов? В каких жизненных ситуациях нас чаще всего подводит память?

9. Дефицит внимания и гиперактивность

Информационное общество с его потоком информации постоянно бросает нам вызов. Мы захлебываемся в информационном потоке, пытаемся делать несколько дел одновременно, постоянно торопимся и то и дело отвлекаемся. Нам трудно сконцентрироваться. И порой у нас возникает подозрение, что мы в той или иной степени страдаем синдромом дефицита внимания. Современная жизнь и окружающая среда требуют от нас постоянного напряжения рабочей памяти. Поэтому давайте поподробнее поговорим о внимании и о формах его расстройства.

Лиза постоянно опаздывает. Она купила себе электронную записную книжку, куда записывает все, что ей нужно сделать. Книжка посылает ей звуковые сигналы, напоминая, когда она должна, например, подготовиться к встрече. Но она все равно тонет в потоке дел — забывает о деталях, совершает импульсивные действия и постоянно отвлекается. Например, вдруг вспоминает, что ей нужно срочно кому-то позвонить, и в результате

опаздывает на автобус. Она хочет полить цветы, а потом забывает, что ей нужно это сделать. Встретив коллегу, затевает разговор — о том о сем. В результате она опаздывает на запланированную встречу, потому что не успевает на автобус. Она уже потратила целое состояние на поездки в такси, которое хватает в последнюю минуту. Несколько раз она забывала забрать детей из детского сада. Она говорит, что ничего не успевает потому, что невозможно угнаться за современным темпом жизни. А может быть, дело вовсе не в нем, просто у нее в голове постоянная карусель? Мир полон деталей и впечатлений, которые она не в состоянии рассортировать или расставить по порядку и по степени значимости. Ей очень трудно сосредоточиться на чем-то одном.

К счастью, у Лизы теперь есть помощник, который помогает ей по дому и раз в месяц оплачивает счета. Ей также прописали препараты, и теперь жизнь не кажется ей такой стремительной. Теперь она в состоянии отмести ненужные детали, она научилась держать себя в руках и отличать главное от второстепенного.

Большинству людей в той или иной степени трудно концентрироваться. Способность сосредотачиваться зависит от времени суток, от того, выспались вы или нет, от стрессов, болезней и возраста. Но существует также расстройство, для которого характерны трудности с концентрацией: синдром дефицита внимания и гиперактивности (сокращенно СДВГ)⁹⁷. Именно этот диагноз поставлен Лизе, нашей вымышленной героине. Это состояние оценивается по шкале, в которой перечислено восемнадцать признаков. Половина из них относится к вниманию, а половина — к степени импульсивности и гиперактивности. Если вы нашли у себя как минимум шесть из первой половины признаков, то у вас «синдром дефицита внимания и гиперактивности с преобладающими трудностями с концентрацией» (СДВГ, ADHD) или просто «синдром дефицита внимания» («Attention Deficit Disorder», СДВ, ADD). Если же вы нашли у себя как минимум шесть признаков гиперактивности и импульсивности, то речь идет о СДВГ (ADHD) комбинированного типа. Впрочем, давайте оставим гиперактивность и более внимательно рассмотрим проблемы с концентрацией внимания. Ниже приведены симптомы расстройства внимания, включенные в справочник, которым пользуются врачи для постановки диагноза. Итак, у ребенка расстройство внимания, если он:

1. Не может сосредоточиться на деталях, по небрежности или легкомыслию допускает ошибки в школьных заданиях или других занятиях.
2. С трудом сосредотачивается на заданиях или на игре.
3. Не слушает, что ему говорят.
4. Плохо понимает задание, не может довести до конца начатое (что никак не связано с негативным или протестным поведением или неспособностью понять задание).
5. Плохо организован.
6. Избегает задач, требующих продолжительного умственного напряжения (например, школьных заданий или домашней работы).
7. Часто теряет или забывает вещи, например игрушки, школьные принадлежности, карандаши, книги, одежду.
8. Легко отвлекается.
9. Забывчив и рассеян.

⁹⁷ О диагностике СДВГ см.: American Psychiatric Association Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed), Washington, D.C.: (1994), American Psychiatric Association. См. также краткое описание СДВГ: Biederman, J. & Faraone, S.V. Attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet*, (2005), 366: 237–248. Есть еще один диагноз DAMP («deficit in attention motor control and perception» — «дефицит внимания и двигательного контроля и восприятия (ДВДКВ)»). Этот диагноз определяется как СДВГ плюс двигательные трудности и трудности восприятия. В отличие от диагноза СДВГ, который используется повсеместно, международного консенсуса о диагнозе ДВДКВ достичь не удалось.

Диагноз СДВГ в первую очередь ставят детям, но симптомы наблюдаются по меньшей мере у половины взрослых. Чаще всего взрослые жалуются на рассеянность и плохую память, в то время как гиперактивность их не беспокоит. Некоторые ученые считают, что синдром дефицита внимания (СДВ) надо выделить в отдельный диагноз, а не считать его разновидностью синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ).

В последние годы средства массовой информации уделяют большое внимание диагнозу СДВГ или СДВ у взрослых. Многие научно-популярные издания, вебсайты и новостные сетевые рубрики активно обсуждают этот диагноз. На форуме CompuServe AA Forum, предназначенном для людей с СДВ, под рубрикой «Знайте, что у вас СДВ, если...» можно найти такой перечень признаков:

- Вы должны забрать ребенка у друзей, но вдруг понимаете, что проехали их дом. Вы разворачиваетесь, возвращаетесь назад, но забрать ребенка забыли.
- У вас дымится кастрюля, из которой выкипела вода. Вы наливаете воду, а через тридцать минут опять чувствуете запах гари.
- Вы звоните другу, чтобы о чем-то его спросить. Когда (после первого гудка) тот берет трубку, вы забываете, зачем звонили.
- Вы идете в спальню, чтобы что-то забрать, но когда вы уже там, забываете, зачем туда пришли.
- Утром в микроволновке вы находите еду, которую собирались подогреть накануне вечером на ужин.
- Последний раз вы пришли вовремя на деловую встречу, когда забыли перевести часы на зимнее время.
- Вас кому-то представили, а через две секунды вы забыли, как зовут этого человека.
- На работе вы проводите совещание или презентацию. Но вдруг вспоминаете, что забыли выключить увлажнитель воздуха и быстро сворачиваетесь. Но когда вы приходите домой, то видите, что забыли его включить.
- Вы наконец вспоминаете, что именно должны сделать. Вы находите все нужные инструменты и поздравляете себя с успехом, а потом видите, что дело уже сделано.
- Вы должны принять лекарство, в одной руке у вас таблетка, в другой — стакан воды. Выпив воду, вы к своему удивлению обнаруживаете, что все еще держите таблетку в другой руке.

Что такое синдром дефицита внимания и гиперактивности

Но можно ли поставить диагноз только на том основании, что состояние пациента весьма приблизительно соответствует девяти критериям, к тому же не слишком четко сформулированным? Кое-кто может с полным правом упрекнуть врачей в произволе. И подобные упреки покажутся правомерными — использовать набор критериев для того, чтобы диагностировать то или иное нарушение, мягко говоря, не вполне корректно. Но с другой стороны, все психиатрические диагнозы, такие как депрессия, шизофрения и маниакально-депрессивный психоз, ставят только на том основании, что у пациента находят определенный набор признаков. Правда, при диагностике большинства психиатрических расстройств есть еще один немаловажный дополнительный критерий: пациент испытывает серьезные затруднения, которые не позволяют ему жить полноценной жизнью. Все мы время от времени чувствуем себя угнетенными или подавленными. Но совсем другое дело — не вставать с постели или пытаться покончить с собой. Это уже гораздо серьезнее, чем просто пребывать в плохом настроении; людям в таком состоянии нужна медицинская и фармакологическая помощь. Поэтому врачи используют список симптомов. Это, конечно, не объективное мерило, но лучшее из того, что на сегодняшний день есть у медиков.

А как же в таком случае обстоят дела с количеством симптомов? Если у пациента всего пять симптомов, то он здоров, а если их у него шесть, то уже болен? Само слово «диагноз»

наводит на мысль о черно-белом делении на больных и здоровых. Когда врач вынужден решать, требуются ли больному лекарства или нет, приходится быть категоричным: да или нет. Но большинство ученых считает, что некоторые симптомы можно обнаружить у каждого из нас. То есть нельзя сказать, что определенная группа людей испытывает трудности с концентрацией, а у всех остальных подобных проблем нет. Весь вопрос в степени серьезности этих проблем.

Возьмем для примера такой показатель, как кровяное давление. Нет группы пациентов с хронически высоким давлением или группы с хронически низким давлением. Вместе с тем мы знаем, что высокое давление связано с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний и некоторые пациенты нуждаются в медикаментозной помощи. Чтобы сориентироваться, приходится опираться на определенные показатели. Если давление выше нормы, то пациенту ставится диагноз — «гипертония». Термины «больной» и «здоровый» не могут охватить всю глубину проблем со здоровьем. У каждого из нас можно найти симптомы самых разных заболеваний. И в то же время есть границы, за пределами которых мы становимся пациентами и нуждаемся в медицинском вмешательстве.

Каковы же тогда риски, связанные с СДВГ? У детей с СДВГ возникают проблемы в школе. Они непоседливы, им трудно делать уроки и запоминать необходимые объемы знаний. Те же проблемы остаются во взрослом возрасте, когда школьник становится студентом. Позже такие люди чаще, чем другие, не справляются с работой и в результате пополняют ряды безработных, в долгосрочной перспективе рискуя стать алкоголиками, наркоманами и пр.

И все-таки на практике диагноз СДВГ вызывает массу вопросов. Например, относительно гетерогенности выборки. То есть если взять группу людей с диагнозом СДВГ, выяснится, что разным людям диагноз поставлен по разным причинам и что симптомы у них проявляются тоже очень по-разному. Большинство ученых сходятся в том, что нельзя назвать конкретный источник СДВГ — это не ген, не нейромедиатор и не определенная область мозга. Но сколько этих причин — три, пятнадцать или пятьсот?

Те, кто подвергает сомнению методику диагностирования СДВГ, обычно подчеркивают роль среды в трудностях с концентрацией. Если уж медики ставят подобный диагноз, то подразумевается, что в организме имеется какое-то нарушение, что в мозге происходит необратимый биологический процесс, и поэтому нет никакого смысла менять среду. Но обязательно ли должны существовать противоречия между биологией и средой? Ясно, что СДВГ — это проблема, которая зависит как от способностей индивида, так и от требований среды. Очевидно, что причина нарушения находится в мозге, а где ей еще находиться? Но то, что она имеет биологическую природу, вовсе не обязательно означает, что с ней нельзя справиться.

Бурную деятельность против психиатров, работающих с СДВГ, развернули сайентологи в США. Они оказывают активное религиозное сопротивление медикаментозному лечению. Врачи и ученые, разумеется, выступают против того, чтобы закрывать глаза на проблематику СДВГ: они отстаивают право пациентов, которым поставлен диагноз СДВГ, на медикаментозное лечение. Чтобы опубликовать статьи на эту тему, чаще всего надо также опираться на строгие диагностические критерии. Но даже серьезные ученые в частных беседах порой признают, что диагноз СДВГ безнадежно устарел и что следует найти более точные критерии для диагностики этого расстройства. Диагноз, конечно, способствовал развитию медицинской науки и по-прежнему актуален для клинической практики. Но поскольку диагностическая группа слишком гетерогенна, в настоящее время такой подход скорее тормозит процесс изучения причин нарушений. Можно двигаться иным путем — сфокусироваться на изучении психических функций, чтобы понять, в чем кроется причина нарушений и как их можно предотвратить. Это не означает, что диагноз СДВГ ошибочен. Это означает, что исследователям требуются более точные методики, чтобы двигаться дальше, так же, как и во многих других исследовательских областях.

На вопрос — существует ли СДВГ? — можно ответить так: сам вопрос сформулирован некорректно. Трудности концентрации встречаются и у детей, и у взрослых, они обусловлены биологическими различиями и чаще всего являются наследственными⁹⁸. При сравнении симптомов СДВГ у однояйцовых и двуяйцовых близнецов становится ясно, что почти 70 процентов отклонений обусловлены генетически, а это высокий показатель. Но если какое-то явление имеет биологическую природу, это вовсе не означает, что оно может быть только со знаком плюс или минус. И это также не означает, что оно носит постоянный характер: стало быть, следует исключить детерминистский взгляд на проблему. Будем считать, что существует гибкая шкала, точно так же, как и с кровяным давлением, и с умением читать, и с мускульной силой, и с темпераментом.

Гипотеза рабочей памяти

Рассел Баркли, психолог и ведущий ученый в области СДВГ, в 1997 году написал статью, в которой высказал предположение, что многие проблемы СДВГ можно объяснить дефектами рабочей памяти⁹⁹. Именно предположение, поскольку он не владел экспериментальными данными, чтобы подкрепить свою идею. Но если мы посмотрим на симптомы СДВГ, то увидим, что расстройство внимания непосредственно связано с нарушениями рабочей памяти и способностью концентрации внимания.

Например, критерий №2 сформулирован следующим образом: «с трудом сосредотачивается на заданиях или на игре». Эта формулировка имеет непосредственное отношение к уровню произвольного внимания, которое, как следует из предыдущих глав, частично совпадает с рабочей памятью. Тот факт, что человеку сложно сохранить устойчивость внимания и способность концентрироваться, может зависеть от проблем с запоминанием того, на чем следует сфокусировать внимание.

Критерии 4, 5 и 6 свидетельствуют о том, что человеку сложно запомнить задание или удержать в рабочей памяти план действий на ближайшее время, и поэтому ему трудно организовать работу.

Критерий 8 указывает на эффект «отвлекаемости», который, как мы уже знаем, имеет отношение к объему рабочей памяти.

Критерий 9 — «рассеянность и забывчивость» — сформулирован слишком неконкретно. Трудно понять, идет ли речь о долговременной памяти или о чем-то другом. Но в любом случае забывчивость напрямую связана с рассеянностью. Впрочем, у детей с СДВГ часто возникают другие отклонения, которые нельзя объяснить только нарушениями рабочей памяти. Хотя некоторые отклонения, характерные для дефицита внимания, могут быть следствием дисфункций рабочей памяти.

Статья Рассела Баркли привлекла огромный интерес к теме рабочей памяти и СДВГ. Сейчас проводится много исследований с целью выявить особенности СДВГ у детей и взрослых. Исследования, проведенные нашей научной группой в Каролинском институте, показали, что рабочая память недостаточно развита не только у детей с СДВГ. С годами эти проблемы усугубляются. Дети с СДВГ и дети из контрольной группы показывают разные результаты. И мы пока не можем объяснить этот феномен.

С учетом того, что мы писали по поводу произвольного внимания и рабочей памяти, вполне закономерно, что людям с СДВГ труднее всего даются задачи, в которых участвует

⁹⁸ О факторе наследственности при диагностике СДВГ: Biederman, J. & Faraone, S.V. Attention deficit hyperactivity disorder. *Lancet*. 2005, 366:237–248. "Гипотеза о связи СДВГ и рабочей памяти: Barkley, R.A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*. 1997, 121:65–94.

⁹⁹ Гипотеза о связи СДВГ и рабочей памяти: Barkley, R.A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*. 1997, 121:65–94

рабочая память¹⁰⁰. Существует также несколько биологических факторов, которые соотносят СДВГ и рабочую память: те области в лобной и теменной долях, которые важны для функций рабочей памяти, по статистике у людей с СДВГ меньше, чем у здоровых людей. Дофаминная система — система нейромедиаторов, важная для функции рабочей памяти, похоже, тоже функционирует иначе при СДВГ. Было, в частности, отмечено, что некоторые варианты генов (аллели), которые являются кодами для дофаминных рецепторов, чаще встречаются у людей с СДВГ. Но опять-таки нет никакой принципиальной разницы между людьми с СДВГ и без него. Различия могут заключаться в том, что определенные варианты гена найдены, например, у около 40 процентов пациентов с СДВГ, и только у 20 процентов участников контрольной группы.

Пиллюли и педагогика

Не секрет, что на большой перемене во многих американских школах у кабинета медсестры выстраивается небольшая очередь. Но дети пришли не за освобождением от урока физкультуры. Они пришли за своей обеденной дозой лекарств от СДВГ.

Самый распространенный способ лечения СДВГ — медикаментозный. Лекарства повышают количество дофамина в синапсах. Действие лекарств, назначаемых для лечения СДВГ, схоже с действием амфетамина, и поэтому их называют препаратами, стимулирующими центральную нервную систему¹⁰¹. Значение этих препаратов трудно переоценить, их считают одним из самых эффективных психофармацевтических средств, имеющихся на сегодняшний день. Через полчаса после приема дети становятся спокойнее, они менее гиперактивны и более сконцентрированы. Продолжительное наблюдение показывает, что такое лечение практически безвредно. Препарат не вызывает устойчивого привыкания, и мозг развивается нормально. С другой стороны, скептики утверждают, что никто не знает, каковы последствия длительного медикаментозного воздействия, что контрольной группы, по которой можно сверять данные, по сути нет, что препарат проходил клинические испытания 10–15 лет назад, когда назначаемые дозы были значительно меньше. А ведь на сегодняшний день лекарственная терапия стала более интенсивной. Бесконтрольный прием подобных препаратов может привести к наркомании.

Один из позитивных аспектов медикаментозного лечения — улучшение рабочей памяти. То есть вы глотаете пиллюлю, и ваша рабочая память увеличивается примерно на 10 процентов (или на половину стандартного отклонения у популяции, если вы предпочитаете статистические мерки). Это улучшение заметно как у пациентов с СДВГ, так и у людей без СДВГ. По сути, повторяется эффект микроскопических доз амфетамина. Похоже, это объясняется воздействием на дофамин. Препараты, блокирующие дофаминные рецепторы, ухудшают рабочую память, а препараты, стимулирующие дофаминные рецепторы,

¹⁰⁰ О неполноценной функции рабочей памяти при СДВГ см.: Dowson, J.H., McLean, A., Bazanis, E., Toone, B., Young, S., Robbins, T.W. & Sahakian, B.J. Impaired spatial working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: comparisons with performance in adults with borderline personality disorder and in control subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 2004, 110:45–54; Kempton, S., Vance, A., Maruff, P., Luk, E., Costin, J. & Pantelis, C. Executive function and attention deficit hyperactivity disorder: stimulant medication and better executive function performance in children. *Psychological Medicine*, 1999, 29:527–538; Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forssberg, H. & Klingberg, T. Visuo-spatial working memory: a sensitive measurement of cognitive deficits in ADHD. *Child Neuropsychology*, 2004, 10.

¹⁰¹ О воздействии психостимуляторов на рабочую память см.: Barnett, R., Maruff, P., Vance, A., Luk, E.S., Costin, J., Wood, C. & Pantelis, C. Abnormal executive function in attention deficit hyperactivity disorder: the effect of stimulant medication and age on spatial working memory. *Psychological Medicine*, 2001, 31:1107–1115; Bedard, A.C., Martinussen, R., Ickowicz, A. & Tannock, R. Methylphenidate improves visual spatial memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2004, 43:260–268.

улучшают ее.

Противники медикаментозного лечения считают, что есть альтернатива нужно проводить просветительскую работу среди родителей и учителей с тем, чтобы они лучше понимали и корректировали поведение детей с СДВГ. Врач и ученый Чарльз Каннингем разработал популярную социальную образовательную программу для родителей под названием «Программа просвещения родителей» (COPE — Community Parent Education Program)¹⁰². Каннингем предлагает поощрять адекватное поведение, внушать детям, что в классе надо сидеть тихо и спокойно и сосредоточиться на уроках, дает рекомендации, как разрешать конфликты и гасить приступы детского упрямства.

Если рассматривать неуспеваемость как несоответствие между требованиями, которые предъявляются, и способностью их выполнить, то школьникам с нарушениями рабочей памяти следует уменьшить нагрузку на рабочую память. На практике это означает — разработать особую щадящую программу для детей с диагнозом СДВГ. Эти общеизвестные идеи высказывались неоднократно и формулировались по-разному. В Канаде инициативная группа «Как справляться с СДВГ» («TeachADHD») собрала их воедино¹⁰³. Например, вот что они советуют:

- За один раз давайте одно задание.
- Задачи следует формулировать четко, кратко и конкретно.
- Повторяйте важные части задания.
- Используйте разные формы визуальной поддержки, например составьте список неотложных дел.

Современная педагогика полагает, что дети должны вести себя как маленькие ученые, которые сами формулируют цели, ищут ответы на свои вопросы и решают, как поступать в том или ином случае. Это звучит очень заманчиво, особенно для ученого, такого, как я. Но если ребенок страдает расстройством рабочей памяти, подобная педагогическая установка может обернуться для него катастрофой. Чтобы самостоятельно организовать деятельность, надо заранее наметить план и хранить его в рабочей памяти. Это гораздо труднее, чем подчиняться требованиям учителей. Когда детей много, и они трудятся над своими проектами, трудности нарастают как снежный ком. Нагрузка на рабочую память увеличивается, и дети с психологическими проблемами отстают еще больше.

Схожие советы можно дать и взрослым, страдающим рассеянностью. Если вам предстоит выполнить сложную многоходовую задачу и вам трудно наметить и удержать в памяти план конкретных действий, то, возможно, вам следует составить шпаргалку и делать все постепенно — шаг за шагом. Очень важно четко структурировать и организовать свою работу. Например, заваленный бумагами письменный стол — мощный отвлекающий фактор. Причем людям, которым сложно сосредоточиться, как раз труднее всего взять себя в руки и привести в порядок свое рабочее место. Они пребывают в постоянных раздумьях и вечно колеблются, куда что сложить, как расставить ящики и папки и так далее. Иными словами, возникает порочный круг.

Автор книги «Синдром дефицита внимания и рабочее место» Кэтлин Надо дает следующие советы тем, кто испытывает трудности с концентрацией внимания¹⁰⁴. В

¹⁰² COPE: Barkley, R.A., Russell A. & Murphy, KevinR. Attention-deficit hyperactivity disorder a clinical workbook. New York: The Guilford Press, 2006.

¹⁰³ адрес сайта TeachADHD: <http://www.aboutkidshealth.ca/teachadhd/>.

¹⁰⁴ О том, как преодолеть СДВГ, см.: Nadeau, KG ADD in the workplace: choices, changes, and challenges. Florence: Brunner/Mazel. 1997.

частности, она предлагает пошаговый план преодоления беспорядка и хаоса в офисе:

- Попросите у начальства сделать вам свободный график и часть работы выполняйте дома, где более спокойная обстановка.
- Используйте наушники, чтобы заглушить шумы, сосредоточиться и не отвлекаться.
- Поставьте свой рабочий стол подальше от прохода, чтобы вам не мешали те, кто проходит мимо вас.
- Используйте систему предварительных записей (например, электронный органайзер типа PDA), записывайте все дела, чтобы четко распланировать день.
- Пользуйтесь сигналом, который напоминает вам о важных делах и встречах.
- Сосредоточьтесь на чем-то одном, не распыляйте свое внимание и не хватайтесь за несколько дел одновременно.

В итоге СДВГ или СДВ можно считать экстремальным вариантом дефицита внимания, который испытывают многие из нас, когда наш мозг перенасыщен информацией, когда требования, которые к нам предъявляют на работе, превосходят объем нашей рабочей памяти. Тем, кому сложно справиться с этими проблемами, можно посоветовать — старайтесь не отвлекаться, все записывайте, старайтесь ничего не держать в голове, пользуйтесь техникой, которая будет напоминать вам, что вам нужно сделать и когда. Избегайте экстремальных нагрузок. И все-таки, неужели нет другого выхода? Можно ли увеличить объем рабочей памяти?

10. Когнитивная гимнастика

Тренировка — залог умения. Мозг пластичен, и благодаря этому качеству его можно и нужно тренировать. Игра на музыкальных инструментах вносит изменения в области мозга, которые управляют тонкой моторикой, а также улучшает работу слуховых центров. Это значит, что мы можем тренировать и те области мозга, которые имеют отношение к объему рабочей памяти. Несмотря на это, психологи по традиции рассматривают объем рабочей памяти как статическую и неизменяемую величину.

Конечно, отдельные попытки улучшить рабочую память, в частности, у детей, страдающих различными функциональными нарушениями, уже предпринимались, в частности, в 1970-е годы. Американский психолог Эрл Баттерфилд провел серию экспериментов с целью обучить детей мнемоническим приемам, помогающим справляться с задачами на рабочую память¹⁰⁵. Чтобы запомнить цифры, детям давали задание повторять про себя только первые цифры, а последние цифры они запоминали, полагаясь на пассивную память. Этот прием срабатывал только при операциях с цифрами, но не помогал детям при других видах интеллектуальной деятельности. Таким образом, мнемонические техники имеют ограниченный спектр действия.

В другом эксперименте, потребовавшем поистине героических усилий, студент колледжа постоянно тренировался, повторяя про себя произвольную последовательность цифровых комбинаций¹⁰⁶. Он зачитывал их вслух, по часу в день, 3–5 дней в неделю. И так на протяжении 20 месяцев. В результате к концу 20-го месяца студент смог воспроизвести 79

¹⁰⁵ О предыдущих исследованиях эффекта тренинга см.: Butterfield, E.C., Wambold, C. & Belmont, J.M. On the theory and practice of improving short-term memory. *American Journal of Mental Deficiency*. 1973, 77:654–669.

¹⁰⁶ О студенте, который учился запоминать комбинации цифр: Ericsson, K.A., Chase, W.G. & Faloon, S. Acquisition of a memory skill. *Science*. 1980, 208:1181–1182.

цифр. Кстати, вот и опровержение знаменитой гипотезы Миллера о магическом числе семь. Секрет заключался в том, что студент выработал свою методику запоминания цифр — он группировал их и сопоставлял с информацией, которая хранилась в долговременной памяти. Студент увлекался мировыми рекордами. Например, сочетание цифр 3492 он запомнил потому, что 3 минуты и 49,2 секунды — это мировой рекорд по преодолению английской мили. И так далее. После серии тренировок он по-прежнему мог вспомнить большинство цифровых комбинаций. Эта информация хранилась в долговременной памяти. Но когда ему предложили тест на запоминание букв, он смог повторить только 6 букв. Иными словами, его рабочая память осталась на прежнем уровне.

Осваивая тот или иной прием, мы нацелены только на выполнение сугубо конкретных задач. Универсальной техники запоминания большого количества информации — цифровой или буквенной — не существует. Методика, которая использовалась в исследованиях пластичности мозга, в первую очередь у обезьян, основана на тренировках. Причем чем больше тренировок, тем они продуктивнее, а упражняться нужно долго и регулярно, постепенно усложняя задачи.

Итак, тренировка развивает специфические функции и те области, которые активируются именно этой функцией. Но если существуют полимодальные области рабочей памяти, то есть области, которые активируются при выполнении различных типов задач на рабочую память, независимо от того, что именно следует запомнить, и если эти области можно тренировать, то дисперсионный эффект должен распространяться по крайней мере на различные виды задач на рабочую память. К тому же в предыдущей главе мы убедились, что одни и те же ключевые области также активируются при выполнении других задач, таких как матрицы Равена, и если объем памяти увеличивается, можно также распространить дисперсионный эффект и на другие задачи — по решению проблем, которые не зависят от рабочей памяти.

RoboMemo

Возможность тренировки рабочей памяти заинтересовала меня в конце 1999 года. Если объем рабочей памяти можно расширить, то это окажет неоценимую помощь всем, кто испытывает затруднения с запоминанием. К тому же подобные тренировки позволяют проследить за динамикой состояния пациентов в контрольной группе. В данном случае в контрольную группу входят дети с СДВГ.

В своих исследованиях я использовал самые элементарные задачи на рабочую память¹⁰⁷. Например, предлагал запомнить расположение кругов в таблице. Оказалось, что не так-то просто заставить десятилетних мальчиков и девочек, которые славятся непоседливостью, на протяжении нескольких недель выполнять монотонные упражнения на рабочую память.

Чтобы облегчить задачу и придать упражнениям более привлекательный вид, я и мои коллеги решили использовать компьютерные игры. К исследованиям подключились программисты Юнас Беккеман и Давид Скуглунд, которые разработали множество компьютерных игр и развивающих программ для детей в возрасте 10–12 лет. Поскольку кнопки для разных упражнений размещались на разных сегментах робота, мы назвали компьютерную программу RoboMemo.

Мы взяли за основу те упражнения, которые я и мои коллеги уже использовали в разных тестах, когда предлагали испытуемым запомнить расположение картинок или комбинацию цифр и букв. Дети занимались примерно по 40 минут в день, но задания менялись. Как только результаты улучшались, мы усложняли задачи. Детям приходилось

¹⁰⁷ О первом тренинговом исследовании см.: Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2002, 24:781–791.

максимально напрягать свою память. Чтобы усилить мотивацию, мы ввели систему очков, и дети состязались друг с другом, пытаясь побить собственные рекорды. К тому же мы придумали еще один игровой прием: дети зарабатывали баллы, которые они могли потратить в конце рабочего дня.

После ряда пилотных испытаний программа была запущена. В исследовании участвовало 14 детей с СДВГ. В принципе существуют разные методики оценок результатов тренировок. Для абсолютной точности необходимо опираться на показатели контрольной группы. Если просто измерять те или иные функции до и после занятий и констатировать, что они улучшились, то мы получим весьма приблизительные данные. При подведении итогов следует учесть, как повлияло на результаты повторное выполнение заданий, то есть принять во внимание так называемый эффект повторного проведения теста. Таким образом, роль контрольной группы сводится к тому, чтобы выполнить какое-либо альтернативное задание, например, чтобы проверить, как возникает эффект плацебо.

Для этого мы решили использовать компьютерную программу, в которой практически повторялись упражнения на рабочую память, но с менее сложным уровнем задач. В тренировочной группе уровень сложности программы постоянно корректировался, в зависимости от индивидуальных способностей детей. Детям из тренировочной группы предлагалось запомнить 5, 6 или 7 цифр. Дети же в контрольной группе запоминали всего 2 цифры. Так что в контрольной группе ожидался гораздо меньший тренировочный эффект. Если мы поднимаем двухсотграммовые гантели, то эти нагрузки никак нельзя сравнивать с силовыми тренировками, когда спортсмены поднимают тяжести на пределе своих возможностей.

Дети в обеих группах тренировались ежедневно на протяжении 5 недель, и мы проводили с ними различные тесты — до и после тренировок. Проанализировав полученные данные, мы обнаружили, что дети, которые тренировались регулярно, не только улучшили свои результаты по сравнению с детьми из контрольной группы, но и стали значительно лучше выполнять другие задачи, которые раньше не входили в программу.

Недостаток исследования заключался в том, что число испытуемых было ограничено. Особо придирчивые исследователи также подчеркивали, что «один эксперимент не дает материала для далеко идущих выводов». Это уловка 22, с которой приходится мириться большинству ученых. По этому поводу можно процитировать высказывание психолога Уильяма Джеймса: «На первых порах новая теория провозглашается нелепой. Затем ее принимают, но говорят, что она не представляет собой ничего особенного и ясна как божий день. Наконец, она признается настолько важной, что ее бывшие противники начинают утверждать, будто они сами открыли ее».

Чтобы убедиться в достоверности полученных результатов, мы провели серию клинических испытаний. Мы сотрудничали с четырьмя университетскими клиниками и в общей сложности задействовали двадцать ученых, каждый из которых выполнял свою часть работы. Пятьдесят детей с СДВГ на протяжении пяти недель сидели перед компьютерами, дома или в школе, и выполняли упражнения на запоминание. Дети посылали нам отчеты по электронной почте на сервер клиники, чтобы мы смогли проследить, действительно ли все тесты выполнялись должным образом. Спустя почти два года, после проведения множества тестов и анализов, мы получили результаты, подтвердившие наши ожидания и первоначальные выводы: дети из тренировочной группы улучшили показатели рабочей памяти по сравнению с детьми из контрольной группы. Иными словами, дети, которые выполняли на компьютере задачи на рабочую память, такие как запоминание композиций в таблице (4 x 4), и вовремя кликали мышью, стали также лучше выполнять и другие виды задач на рабочую память, без участия компьютера, например запоминали, в какой последовательности психолог показывал деревянные кубики.

Показатели улучшились на 18 процентов; и когда мы произвели измерения через три месяца после окончания курса тренировок, результат оказался тот же. Это означает, что испытуемый, который раньше мог удержать в рабочей памяти 7 позиций, теперь мог

запомнить 8. Возможно, это не открытие мирового масштаба. И все же мы осмеливаемся утверждать: рабочую память можно улучшить путем упражнений. Мы также обнаружили, что системы мозга не статичны и что объем рабочей памяти можно увеличить.

Но если рабочая память поддается тренировке, значит, можно развивать навыки по решению разных интеллектуальных задач. Чтобы убедиться в этом, мы использовали матрицы Равена. После ряда исследований мы увидели, что дети, которые тренировались, стали значительно лучше решать эти тесты. Это также подтверждается результатами другого развернутого исследования¹⁰⁸. При повторном тестировании дети из тренировочной группы улучшили свой результат примерно на 10 процентов, что значительно превысило 2-процентный результат контрольной группы.

Мы также обратились к родителям с просьбой оценить поведение детей, используя критерии, по которым определяют СДВГ. Оказалось, что, по мнению родителей, дети стали гораздо более собранными, и, похоже, предположение о связи между симптомами СДВГ и рабочей памятью, которое вдохновило нас на исследование, подтвердилось.

Недавно американская научная группа из Нотрдамского университета (штат Индиана, США) использовала наш компьютеризированный метод для тренировки детей с СДВГ. Они смогли повторить наши результаты и обнаружили значительные улучшения: дети успешнее выполняли задачи на рабочую память, они научились концентрироваться и управлять вниманием. Эти результаты также подтвердило исследование Карин Далин и Матса Мюрберга из Высшей педагогической школы Стокгольма¹⁰⁹. Наш метод теперь проходит испытания в клиниках Швеции, Норвегии, Швейцарии и США в качестве вспомогательной программы по улучшению рабочей памяти и концентрации внимания у детей с СДВГ.

Мы провели еще одно исследование с тем, чтобы выяснить, как воздействует тренировка на взрослых, переживших инсульт. Мозговые травмы, возникающие при инсульте, часто приводят к расстройству памяти, но до сих пор мы так и не выяснили, можно ли преодолеть эти проблемы с помощью тренировок.

Хелена Вестберг руководила экспериментом, в котором участвовали девять взрослых пациентов после инсульта¹¹⁰. На протяжении пяти недель они тренировали рабочую память, а другие девять пациентов входили в контрольную группу. До и после тренировки ученые сравнивали, сколько предметов испытуемые смогли запомнить, и лечебная группа заметно улучшила свой результат по сравнению с контрольной. Судя по всему, рабочую память можно развивать и у пациентов, переживших инсульт.

¹⁰⁸ О повторении тренировочных исследований в нескольких центрах см.: Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H. & Westerberg, H. Computerized Training of Working Memory in Children with ADHD — a Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 2005, 44:177–186.

¹⁰⁹ О тренировочных исследованиях в сотрудничестве с высшей педагогической школой см.: Dahlin, K. & Myrberg, MBASTA-projektet — Basfardigheter och training av arbetsminne hos barn med koncentrationssvarigheter. Den fjärde nordiska dyslexipedagogiska kongressen (abstract, manuskript inskickat for publikation. 2005. Затем эти исследования повторили американские ученые, см.: Gibson, B. Computerized training of working memory in ADHD. *Conference for Children and Adults with attention deficit/hyperactivity disorder* (abstract). 2006. Независимые шведские ученые также повторили эти исследования, в частности, Мария Сильверберг, старший врач детской и юношеской психиатрической больницы в Стокгольме, а также Пер Густафссон, профессор детской психиатрии Линчёпингского университета. Клинические испытания и продажи тренировочной программы осуществляет фирма Cogmed, основанная и по большей части принадлежащая Karolinska Development, задача которого — способствовать коммерческому и практическому использованию изобретений, авторами которых являются ученые Каролинского института. Изобретатели — Хелена Вестерберг, Юнас Бекеман, Давид Скуглунд и я — владеют акциями фирмы, но не получают никаких дивидендов.

¹¹⁰ О тренировке рабочей памяти после инсульта см.: Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Ostensson, J., Bartfai, A., Forssberg, H. & Klingberg, T. Computerized working memory training — a method of cognitive rehabilitation after stroke. *Brain Injury*, (в печати).

Напоследок мы раздали участникам эксперимента список вопросов, чтобы выяснить, как, по их мнению, изменилась их повседневная жизнь. К нашей радости и здесь произошли изменения. Особенно нас порадовали ответы на вопросы, связанные с рабочей памятью: «Часто ли вы забываете, что собирались сделать, пока идете из одной комнаты в другую?» Участники теперь лучше помнили план действий, то есть удерживали задания в рабочей памяти.

Тренировка мозговой активности

Но нас прежде всего интересовало, можно ли считать изменения мозговой активности результатом тренировок рабочей памяти? Можно ли перерисовать карту мозга через пять недель когнитивных тренировок, и на каком участке будут зафиксированы изменения? Чтобы ответить на эти вопросы, мы провели исследования с участием молодых людей без СДВГ, которым в течение пяти недель предстояло тренировать свою рабочую память по той же схеме, которую мы раньше использовали, тестируя детей с СДВГ. Теперь мы набрали группу взрослых, а не детей — по той причине, что рассчитывали зафиксировать столь незначительные изменения мозговой активности, которые будет трудно измерить, если не производить измерения по много раз и довольно продолжительное время. Мы считали, что дети с этим не справятся, поскольку им трудно лежать спокойно, а это является обязательным условием для магнитно-резонансных исследований.

Используя методику функциональной магнитнорезонансной томографии (ФМРТ), мы измеряли мозговую активность в то время, когда испытуемые выполняли задачу на рабочую память и контрольную задачу¹¹¹. В общей сложности мы измерили мозговую активность одиннадцати человек, из них восемь мы обследовали на томографе в течение 5 дней на протяжении тренировочного периода, то есть примерно в течение 40 часов измерений.

Через несколько месяцев, изучая первые карты, которые описывали статистически значимые изменения, мы констатировали, что после тренировки увеличилась активность в лобной доле и в теменной доле. Это нас крайне заинтересовало по двум причинам. Во-первых, оказалось, что длительная интенсивная тренировка когнитивных способностей может изменить мозговую активность, подобно сенсорной и моторной тренировке.

Мы, например, увидели, что если тренироваться слушать звуки, то число нейронов, участвующих в выполнении задачи, будет увеличиваться. Если тот же принцип относится к тренировке рабочей памяти, а именно число клеток, активных при выполнении задачи, увеличивается — то можно объяснить усиление сигнала, который мы наблюдали с помощью томографа.

Во-вторых, нас интересовало, в каких областях наблюдались изменения. В зрительной, слуховой и моторной областях мы их не зафиксировали. Изменения наблюдались в полимодальных областях, «в областях частичного совпадения». Самые существенные изменения также наблюдались именно в области вокруг интрапариетальной борозды в теменной доле. Как раз эти участки связаны с пределами объема рабочей памяти.

В научной литературе описан ряд других исследований, которые пришли к тем же выводам, что и мы, а именно — что рабочую память и устойчивость внимания можно тренировать. Одно из этих исследований изучает метод, называемый «Тренировка процесса внимания» («Attentional Process Training»)¹¹². Метод состоит из нескольких упражнений,

¹¹¹ О функциональном магнитно-резонансном исследовании тренинга рабочей памяти см.: Olesen, P. J., Westerberg, H. & Klingberg, T. Increased prefrontal and parietal brain activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*. 2004, 7:75–79.

¹¹² Attentional process training: Sohlberg, M.M., McLaughlin, K.A., Pavese, A., Heidrich, A. & Posner, M.I. Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2000, 22:656–676.

которые испытуемый выполняет вместе с психологом или ассистентом. Цель упражнений заключается в том, чтобы, например, расставить слова в алфавитном порядке, найти специфические цели среди мешающих стимулов и каталогизировать слова. В результате одной из тренировок, которая длилась десять недель и в которой участвовали пациенты с различными травмами мозга, наблюдалось значительное улучшение визуально-пространственной рабочей памяти (на 7 процентов), а также других показателей рабочей памяти (например, операции с числами на слух). Примечательно, что при этом тесты, в которых измерялось непроизвольное внимание, не показали никаких изменений.

Ученые Вадзима и Савагучи (Япония) изучали результаты тренировок рабочей памяти у сотни с лишним детей в возрасте 6–8 лет¹¹³. Два месяца подряд дети ежедневно тренировались, выполняя задачи, требующие активации рабочей памяти, причем уровень сложности постепенно корректировался в соответствии с их результатами. Оказалось, что после тренировки улучшились общие показатели рабочей памяти. К тому же дети стали лучше решать задачи по типу матриц Равена.

И хотя подобных исследований проводилось немного, они свидетельствуют о том, что рабочую память можно тренировать. Тренировка рабочей памяти, как и других моторных и сенсорных навыков, приводит к изменениям в активируемых областях мозга. Области, отвечающие за хранение информации в рабочей памяти, могут обладать такой же пластичностью, как и другие части мозга. Впрочем, результаты нельзя назвать революционными — на 18 процентов увеличивается объем рабочей памяти и на 8 процентов улучшается способность решать проблемы. Но, похоже, можно действительно расширить границы объема мозга для обработки информации. Если рабочая память, предназначенная для решения разных интеллектуальных задач, так важна в повседневной жизни, и к тому же поддается тренировке, то это открывает перед нами широкие перспективы.

11. Тренировка интеллектуальных мышц

Просыпаясь утром, вы думаете о том, как сложится ваш день, планируете встречи, обеды, разъезды и дела; вы складываете в уме своего рода пазл из фрагментов, которые хранятся в рабочей памяти. Собирая потом сумку, вы держите в рабочей памяти перечень заданий и обращаетесь к этому списку, когда вам требуется что-либо вспомнить. Пока вы ищете то, что вам нужно, вы должны держать в рабочей памяти каждую деталь.

Когда вы читаете газету в метро, рабочая память сохраняет информацию — от первого до последнего предложения. Эта задача особенно трудна, если вы случайно оказались рядом с молодежью, которая громко обсуждает вчерашний футбольный матч или вечеринку в выходные. То есть мы пользуемся рабочей памятью сплошь и рядом. И, конечно же, ее следует постоянно тренировать, чтобы она лучше работала и помогала нам добиваться успехов.

Человеческий мозг — самый сложный из всех существующих механизмов. Хотя сравнивать мозг с мышцом кощунственно, по крайней мере, для нейробиолога. Тем не менее эта аналогия весьма удачна, поскольку помогает понять некоторые принципы тренировки рабочей памяти. Поднимая предплечье, мы напрягаем бицепс. Мы активируем бицепс, когда поднимаем листок бумаги, держим руки над клавиатурой, подносим еду ко рту и выполняем еще тысячу других движений. Работа мышцы не дает ему атрофироваться, как это происходит после паралича. Но сможем ли мы развивать мускулатуру, поднимая листок бумаги? Для наращивания мускулатуры нужны более серьезные нагрузки. Авторы книг о

¹¹³ Об исследованиях тренинга рабочей памяти в Японии см.: Wajima, K. & Sawaguchi, T. The effect of working memory training on general intelligence in healthy 6 to 8-year-old children, (abstract). Society for Neuroscience Conference. 2005, Program No. 772.11.

бодибилдинге обычно рекомендуют каждое упражнение повторять десятки раз. Тренироваться следует не меньше трех раз в неделю, и каждое упражнение нужно повторять по несколько раз. Тогда спустя несколько недель систематических тренировок можно рассчитывать на заметный результат.

К сожалению, о том, как тренировать мозг, мы знаем значительно меньше. Хотя некоторые принципы — нагрузка должна быть максимальной, а тренировки регулярными, применимы в обоих случаях.

Наша исследовательская группа изучала результаты тренировок памяти у детей с СДВГ в двух группах — контрольной и тренировочной. Тренировочная группа запоминала огромные массивы информации, а контрольная группа выполняла легкие задачи. Мы обнаружили, что когда дети прилагали максимальные усилия и тренировались на пределе своих возможностей — по полчаса в день, пять раз в неделю в течение пяти недель, они достигали хороших результатов. А когда они работали вполсилы, улучшения памяти оказывались незначительными.

Разные повседневные занятия требуют разных умственных затрат, но часто ли мы решаем задачи, требующие максимальных интеллектуальных усилий?

Институт изучения процессов старения при медицинском центре имени Альберта Эйнштейна

Исследования доказывают, что род занятий влияет на когнитивные способности. Джо Верджис и группа его сотрудников (Институт изучения процессов старения при медицинском центре имени Альберта Эйнштейна, Нью-Йорк) изучали процесс старения на примере 469 пациентов старше 75 лет¹¹⁴. В течение пяти лет ученые наблюдали за пациентами, чтобы выяснить, как их повседневная деятельность влияет на когнитивные способности в долгосрочной перспективе. В первую очередь ученых интересовала динамика процесса деменции, они измеряли показатели IQ и проводили другие психологические тесты. Пациенты детально описывали свои занятия на досуге — они читали, писали письма, решали кроссворды, играли в шахматы и в другие настольные игры. Они также участвовали в дискуссиях, музицировали, играли в теннис, гольф и боулинг, плавали, катались на велосипеде, танцевали, занимались гимнастикой, спортивной ходьбой, поднимались пешком по лестницам — более двух пролетов, выполняли домашнюю работу и даже нянчились с детьми. Ученые фиксировали, как часто пациенты выполняли те или иные упражнения: каждый день, несколько раз в неделю, раз в неделю, раз в месяц, очень редко и никогда. Количество тренировок переводилось в баллы, — за одно занятие в неделю присваивался один балл. За одно и то же занятие, выполняемое ежедневно, засчитывалось сразу семь баллов.

Через пять лет ученые подвели итоги своих наблюдений. При этом они учитывали разные показатели — уровень образования, состояние здоровья и результаты тестирования в начале эксперимента. При этом особое внимание уделялось первоначальному состоянию здоровья — ведь именно от этого показателя во многом зависели итоговые результаты эксперимента. Выяснилось, что чтение, шахматы, музицирование и танцы способствуют относительному улучшению когнитивных способностей и предупреждают риск деменции. В то же время ученые пришли к выводу, что только постоянные тренировки давали положительные результаты. Например, если пациент только раз в неделю играл в шахматы, то это не давало позитивных результатов. Нужно было тренироваться несколько раз в неделю. Если участник набирал в общей сложности восемь или более активных баллов, то

¹¹⁴ The Einstein Aging Study: Verghese, J., Lipton, R.B., Katz, M. J., Hall, C.B., Derby, C.A., Kuslansky, G., Ambrose, A.F., Sliwinski, M. & Buschke, H. Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. The New England Journal of Medicine. 2003,348:2508–2516.

есть выполнял упражнения по восемь раз в неделю, риск деменции уменьшался наполовину. Соответствующее количество баллов за физическую активность (катание на велосипеде, гольф, ходьба и так далее), наоборот, не оказывало никакого влияния на психическое состояние. Таким образом, исследование показывает, что повседневные занятия, требующие умственных затрат, дают тренировочный эффект, но для качественных изменений нужны постоянные и интенсивные тренировки. Этот принцип относится как к физическим, так и к умственным тренировкам.

Для выполнения большинства упражнений, описанных выше, требуются хорошая память и устойчивость внимания. Самый серьезный тренировочный эффект дали шахматы. Продумывать несколько шахматных ходов вперед — занятие, требующее максимума рабочей памяти. Играя в шахматы, например, в течение часа, большую часть времени мы тратим именно на обдумывание нескольких ходов вперед. То есть эффективное время, посвященное максимальному использованию рабочей памяти, длится долго. Для чтения, как показали данные исследования, также требуется рабочая память. Многое зависит от сложности текстов, но в исследовании этот фактор отдельно не изучался. Разгадывание кроссвордов, которое принято считать гимнастикой для мозга, тоже помогает развить память, хотя и не дает большого эффекта.

К аналогичным выводам пришли Лаура Фратиглиони, Бенгт Винблад и их коллеги из Каролинского института, которые несколько лет вели наблюдения за пенсионерами, проживающими в одном из районов Стокгольма — Кунгсхольмен. Их исследования также подтвердили, что когнитивные занятия предупреждают риск развития деменции¹¹⁵. Их выводы относительно физических тренировок не столь негативны. В отличие от своих коллег из медицинского центра имени Альберта Эйнштейна, они заключили, что и когнитивная, и физическая, и социальная активность положительно влияют на психическое здоровье.

То, чем мы занимаемся изо дня в день, очень важно. Но оценка данных должна быть более конкретной. Призыв «используй, иначе потеряешь» обращен к определенным функциям и определенным областям мозга. К сожалению, исследователи медицинского центра имени Альберта Эйнштейна, изучая процесс развития деменции, не измеряли отдельно показатели рабочей памяти. Но даже те пациенты, у которых уже наблюдались некоторые признаки деменции, в конце эксперимента улучшили результаты при тестировании на интеллектуальный коэффициент. Поэтому в следующей главе я более подробно расскажу о методике интеллектуальных тренировок. Меня по-прежнему интересует, как они влияют на наши способности.

Интеллектуальные эталоны

Ежедневно мы выполняем самые разные задачи, требующие активации нашей рабочей памяти. Но нам сложно самим оценивать свои возможности, мы не можем измерить показатели рабочей памяти и уровень устойчивости внимания. Разумеется, вряд ли кто-нибудь из нас усомнится в пользе физических тренировок. Они поддерживают наш организм в хорошей форме. Но многие ли из нас задумываются о том, что память и интеллект тоже следует тренировать? Упражняясь на тренажерах, мы видим реальные сдвиги: какие тяжести мы в состоянии поднять или с какой скоростью пробегаем ту или иную дистанцию. Мы замечаем, что уже без одышки поднимаемся пешком на четвертый этаж. Мы можем также убедиться, что у силачей развита мускулатура, а когда встаем на

¹¹⁵ О проекте Кунгсхольмен см.: Karp, A., PaillardBorg, S., Wang, H.X., Silverstein, M., Winblad, B. & Fratiglioni L. Mental, physical and social components in leisure activities equally contribute to decrease dementia risk. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. 2006, 21:65–73. Wang, H.X., Karp, A., Winblad, B. & Fratiglioni, L. Late-life engagement in social and leisure activities is associated with a decreased risk of dementia: a longitudinal study from the Kungsholmen project. *American Journal of Epidemiology*. 2002, 155:1081–1087.

весы, то можем подсчитать, сколько лишних килограммов сбросили после регулярных пеших прогулок. Все эти перемены заметны невооруженным глазом, и их можно измерить количественно.

Объем рабочей памяти и уровень концентрации измерить намного сложнее. Мы не замечаем никаких особых изменений даже тогда, когда рабочая память играет ключевую роль, например в процессе школьного обучения. Индекс успеваемости обычно связывают с приобретением знаний и навыков: ученик стал лучше решать математические задачи, потому что выучил правила. Или он лучше играет на музыкальном инструменте, потому что выучил гаммы. Понять, в какой степени результат зависит от устойчивости внимания и умения концентрироваться, трудно. Однако если мы введем количественные показатели интеллектуальной активности и будем знать, какова должна быть отдача, то, возможно, в будущем мы научимся подсчитывать баллы, так же, как теперь подсчитываем калории и нагрузки.

Исследования показывают, что тренировки приносят реальную пользу в том случае, когда мы максимально напрягаем рабочую память. Для школьников самый лучший тип упражнений — математика, особенно устный счет. Чтение сложных текстов с большим количеством терминов также предъявляет к памяти высокие требования, поскольку нам приходится удерживать информацию о прочитанном, пока мы обдумываем смысл или вспоминаем, что означает тот или иной термин. Развернутые предложения со многими сложными лексическими конструкциями требуют больше времени и большего напряжения рабочей памяти. Читать сложные тексты полезно как детям, так и взрослым, даже если мы, взрослые, считаем, что для нас это не бином Ньютона.

Нас то и дело подстерегают испытания. Лично мне, например, трудно запомнить рецепт целиком, пока я готовлю то или иное блюдо. Но кулинарии я посвящаю не так уж много времени и вряд ли могу считать приготовление еды когнитивной тренировкой.

Дзен и искусство концентрации

Если мы углубимся в историю, то найдем немало примеров тому, что рабочая память и умение концентрироваться поддаются тренировке. Перенесемся на несколько столетий назад. В книге «Диалоги мастеров дзен» («Dialogues of the Zen Masters») приводится беседа, состоявшаяся 700 лет назад.

Однажды человек из народа обратился к учителю дзен Иккю:

— Учитель, напишите мне, пожалуйста, несколько изречений великой мудрости.

Иккю сразу же взял кисточку и написал слово «внимание».

— Это всё? — спросил тот человек. — И вы не добавите что-нибудь еще?

Иккю написал тогда два раза подряд: «внимание, внимание».

— Ей-богу, — произнес тот человек с заметным раздражением, — я не вижу особой глубины или остроты в том, что вы написали.

Тогда Иккю написал то же слово трижды подряд: «Внимание! Внимание! Внимание!»

Почти в гневе человек потребовал объяснить:

— Что же все-таки означает слово «внимание»?

На что Иккю мягко ответил:

— Внимание означает внимание¹¹⁶.

¹¹⁶ Цитата из «Диалогов с мастером Дзен».

Символ сосредоточенности — это погруженный в медитацию Будда. Он сидит, скрестив ноги, глаза полузакрыты, и весь его облик символизирует состояние покоя. Считается, что восточная медитация — это высшая форма концентрации внимания. Но так ли это на самом деле? Как на этот вопрос отвечают экспериментальная психология и когнитивная неврология? Действительно ли медитация развивает внимание и учит концентрироваться?

Бомпу-дзен

В основе дзен-буддизма — духовно-философского течения — практика медитации. Многие считают, что дзен-буддизм — скорее философия, чем религия. Первоначально буддизм сформировался в Индии, а затем через Китай проник в Японию, где с VIII века развивается традиция дзен.

Традиционно дзен-буддисты считают вдохи и выдохи, а дойдя до десяти, начинают считать снова. Функция счета — достичь умственного сосредоточения. Когда вы отвлекаетесь, то сбиваетесь со счета. Поймав себя на том, что вы выдыхаете 16-й раз, вы понимаете, что расслабились, и начинаете упражнение сначала. По мнению многих, медитация очень похожа на упражнения, развивающие внимание.

Ясугани Роши, японский дзен-мастер (1885–1973), различал пять видов дзен-буддистских практик. Первая из них, бомпу-дзен, лишена какого-либо философского или религиозного содержания:

Практикуя бомпу-дзен, мы учимся концентрироваться и контролировать свой интеллект. Большинству людей не приходит в голову, что следует контролировать свой интеллект, и, к сожалению, умение сосредотачиваться остается вне сферы современного образования и не является частью процесса приобретения знаний. Однако без этого навыка трудно сохранить приобретенные знания, потому что мы учимся неправильно, растрачивая в процессе учебы слишком много сил. В сущности мы останемся духовными калеками, пока не узнаем, как сохранять нашу память и управлять нашим вниманием¹¹⁷.

Дзен-мастер подчеркивает, что понятия «устойчивость внимания» и «концентрация» почти синонимичны и что эти качества необходимы для многих видов интеллектуальной деятельности и их можно развивать. Он сетует, что такие «дисциплины», как умение концентрироваться и тренировать рабочую память, нигде не преподают. А ведь они буквально незаменимы в повседневной жизни, работе и учебе. Когда же мы наконец признаем, что навык сосредоточения нам жизненно необходим, мы сможем его постоянно совершенствовать.

Наука и медитация

В XXI веке в науке пробудился интерес к вопросам, которые раньше считались чересчур абстрактными и потому не заслуживающими внимания. Ученые сосредоточились на механизме познания и деятельности мозга. В последнее время наука также заинтересовалась феноменом медитации. Взять хотя бы беспрецедентный факт — в 2005 году далай-ламу пригласили выступить на крупнейшей международной научной конференции Общества неврологов, в которой участвовало свыше 20 тысяч ученых из разных стран мира¹¹⁸. Духовный лидер тибетских буддистов признался, что интересуется

¹¹⁷ Цитата о бомпу-дзен заимствована там же.

¹¹⁸ О конференции по изучению мозга см.: Barinaga, M. Studying the welltrained mind. Science. 2003, 302:44–46.

наукой и следит за ее достижениями. Он призвал ученых придерживаться общегуманистических ценностей. Далай-лама также высказал готовность отказаться от тех буддистских принципов, которые сможет опровергнуть наука. «Если наука докажет несостоятельность тех или иных положений буддизма, буддизму придется их пересмотреть», — заявил он. Что ж, вероятно, ему будет нетрудно сдержать свое обещание, поскольку многие буддистские догмы, например веру в реинкарнацию, практически невозможно ни доказать, ни опровергнуть.

Технику медитации изучают в нескольких научных центрах США, в частности, в Дэвисе, Сан-Франциско, Принстоне и Гарварде. На одной из конференций, в которой участвовали неврологи и буддисты, ведущий специалист в области когнитивной неврологии Нэнси Кенвишер заметила: «Тренировка внимания — очень перспективная тема когнитивной неврологии, но многие ее аспекты до сих пор мало изучены». Действительно, в этой области сделано не так много.

Но этот пробел в науке с лихвой заполняют популярные издания. Если мы начнем поиск по базам данных, где собраны научно-популярные публикации по медицине и психологии, то найдем огромное количество ссылок. Судя по большинству материалов, медитации оказывают целительное воздействие на нервную систему, снимают стрессы, положительно влияют на иммунную систему, кожу и секрецию мелатонина, помогают справиться с головной болью и другими недугами, избавляют от алкогольной и наркотической зависимости. Тем не менее мы не найдем почти никаких экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что медитация положительно воздействует на функции внимания и способность концентрироваться.

Исследования о влиянии медитации на деятельность мозга проводились под руководством Ричарда Дэвидсона, буддиста и личного друга далай-ламы. Ученые использовали электроэнцефалографию (ЭЭГ) — метод измерения электрических потоков, возникающих при активации нейронов¹¹⁹. В экспериментах участвовало восемь тибетских монахов, имеющих опыт медитации от 10 до 50 тысяч часов, и десять студентов колледжа. Им задали тему «безграничная любовь», и пока они медитировали, приборы регистрировали электрические поля. Результаты поразили ученых: от монахов исходил гораздо более мощный сигнал, генерируемый на частоте гамма-колебаний, благодаря которым отдельные участки мозга связываются воедино. Исследователи определили участки мозга, активизированные во время медитации. Активность в левой лобной доле коры (отвечающей за положительные эмоции) «подавляла» активность в правой лобной доле (отвечающей за отрицательные эмоции), чего никогда не отмечалось при умственной деятельности. Ученые предполагают, что медитации помогают подняться на более высокий уровень сознания. Но все же однозначного ответа на вопрос, как интерпретировать разницу в сигналах между монахами и студентами, до сих пор так и не найдено. Тот вид медитации, которым они занимались, имеет весьма далекое отношение к тренировке внимания.

Джулия Брефчински-Льюис и Ричард Дэвидсон исследовали мозговую активность буддистских монахов с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (ФМРТ)¹²⁰. Монахов просили сосредоточиться на точке, которую показывали на экране, а в это время ученые сканировали их мозг. Оказалось, что мозговая активность

¹¹⁹ Об исследованиях с применением электроэнцефалограммы см.: Lutz, A., Greischar, L.L., Rawlings, N.B., Ricard, M. & Davidson, R.J. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2004, 101:16369-16373.

¹²⁰ О функциональном магнитно-резонансном исследовании с участием буддистских монахов см.: Brefczynski Lewis J.A., Lutz, A., Schaefer, H.S., Levinson, D.B., Davidson R.J. Neural correlates of attentional expertise in long-time Buddhist practitioners. San Diego: Society for Neuroscience Conference. 2004. (AbstractNo. 75.8).

монахов выше, чем у контрольной группы, в областях лобной доли и интрапариетальной борозде в теменной части. Таким образом, судя по всему, существует связь, пусть и косвенная, между способностью концентрироваться и вниманием, которое можно развивать в процессе медитации.

Впрочем, под «медитацией» подразумевается такое множество духовных техник, что следует уточнить, что мы имеем в виду. Например, дзен-буддистская школа Ринзай практикует самые разные виды медитаций, в зависимости от целей, которых нужно достичь. Наряду с практиками, направленными на духовное совершенствование, существуют техники, способствующие устойчивости внимания. Исследование Джулии Брефчински-Льюис и ее коллег также свидетельствует о том, что некоторые типы медитаций воздействуют на мозг схожим образом, что и системы, отвечающие за внимание.

Современные и будущие вызовы

Но вернемся в наши дни и попытаемся проследить, как изменения в окружающей среде влияют на характер задач, которые нам приходится решать. Новые технологии, освоение оборудования или компьютерных программ требуют навыка запоминания. Представьте, что вам нужно расставить переносы с помощью текстового редактора. Поскольку вы не имеете ни малейшего представления о том, как это делать, вы нажимаете на опцию «справка». И получаете следующую инструкцию:

1. Выберите опцию «Язык» в меню «Сервис», а затем кликните на опцию «Расстановка переносов».
2. Поставьте квадратик «Автоматическая расстановка переносов».
3. Укажите, какое оставить расстояние между последним словом на строке и правыми полями, в квадратике «Ширина зоны переноса слов».

Тот, кто сумеет удержать эту инструкцию в памяти, достоин всяческих похвал.

Сложные тексты и инструкции, высокие технологии и компьютерные программы, ситуации, вынуждающие нас выполнять несколько дел одновременно, требуют от нас постоянного напряжения памяти. В последнее десятилетие особую популярность приобрели компьютерные игры. Какое воздействие они оказывают на внимание? Правы ли те, кто опасается, что они приносят вред? Или, наоборот, игра улучшает мышление и способность концентрироваться?

12. Компьютерные игры

Дженнифер Гриннель из Мичигана (США) бросила работу в мебельной фирме — и теперь все свое время посвящает компьютерной игре «Вторая жизнь» («Second Life») ¹²¹. Посещение сайта «Второй жизни» равнозначно путешествию по незнакомой стране. Игроки обзаводятся здесь жильем, мебелью, покупают автомобили, сами выбирают, как будет выглядеть их второе «я» — аватар.

Дженнифер специализируется на разработке дизайна одежды и имиджа, которые другие игроки покупают у нее для своих аватаров. Теперь она живет в виртуальном мире, где обитают более шести миллионов человек. У игроков разные цели — некоторые играют просто ради азарта, другие зарабатывают деньги. Возникшее таким образом сообщество стало исследовательским проектом для студентов экономистов. При «Второй жизни» созданы также социологические проекты. Задача одного из них — помочь детям-инвалидам

¹²¹ Об истории Дженнифер Гриннель см.: Craig, K. Making a Living in Second Life. Wired. 2006, 8. II.

интегрироваться в общество при помощи игры.

Пример Дженнифер Гриннель показателен. Компьютерные игры создают альтернативный мир, и этот мир привлекает все больше людей, которые проводят здесь все больше времени. Получается, что сегодня из всех видов умственной деятельности мы выбираем не шахматы и не кроссворды, как пенсионеры с восточного побережья США, когнитивные способности которых исследовали ученые, а компьютерные игры.

В компьютерные игры играют люди всех возрастов, но больше всего ими увлекаются дети и молодежь. В Швеции 60 процентов мальчиков от 11 до 16 лет играют в компьютерные игры больше четырех раз в неделю. Компьютерные игры из хобби горстки компьютерных фанатов превратились в основной вид досуга¹²². Игра, судя по тому значительному объему времени, которое многие дети ей уделяют, может потенциально воздействовать на мозг и когнитивные способности. Но каким образом — вот в чем вопрос.

Родители обеспокоены этой игроманией. В основном они опасаются трех вещей: в компьютерных играх много насилия, и дети становятся более агрессивными. От неподвижного сидения за компьютером дети набирают лишний вес. И плюс ко всему, у них возникают нарушения внимания и симптомы СДВГ. Впрочем, о культе насилия в кино и на телевидении спорят уже не одно десятилетие. Тема, конечно, требует самого серьезного анализа, но сейчас речь не об этом. Вопрос о недостатке физических нагрузок тоже очень важен, но оставим его на совести диетологов и тех, кто решает, сколько уроков физкультуры должно быть у детей в школе. Нас же прежде всего интересует, влияют ли компьютерные игры на умение концентрироваться, и если влияют, то каким образом.

Тревожные сигналы

Британская газета «Обсервер» («The Observer») в 2001 году писала:

Компьютерные игры тормозят развитие мозга у детей. Фотографии мозга, сделанные благодаря новейшим технологиям, свидетельствуют о том, что компьютерные игры препятствуют развитию мозга и способствуют агрессии. Согласно одному из исследований, выводы которого, впрочем, далеко не бесспорны, современные дети заметно отстают в речевом развитии. Они склонны к насилию и утрачивают самодисциплину не потому, что подражают виртуальным персонажам, как ранее предполагали ученые, а просто потому, что игромания тормозит развитие мозга¹²³.

Исследование, на которое ссылается автор статьи, проводил Риута Кавашима (университет Тохоку, Япония). Об этом исследовании слышали многие — оно часто упоминается в средствах массовой информации, но до сих пор почему-то не опубликовано.

На чем же основываются эти мрачные прогнозы? Благодаря личным контактам я узнал, что Кавашима и его сотрудники измеряли мозговой кровоток у детей, когда они играли в компьютерные игры, когда отдыхали и когда выполняли задания по математике. Дети играли в спортивные компьютерные игры на маленькой портативной приставке Nintendo Game Boy, особенно популярной у детей младшего возраста.

Исследователи обнаружили, что игры активируют зрительный и двигательный центры в мозге. Задания же по математике, наоборот, активируют лобную долю. Это различие может быть связано с тем, что компьютерные игры в первую очередь требуют произвольного внимания, быстрой реакции, но небольшого объема рабочей памяти. При занятиях математикой, наоборот, основная нагрузка ложится на рабочую память, и поэтому

¹²² Сведения о компьютерных играх взяты из исследования, проведенного Fair Play. Осень-2004.

¹²³ Цитата из газеты «The Observer». 19 августа, 2001.

активируется лобная доля. Но единственный вывод, который можно сделать из этого исследования, — компьютерные игры не активируют мозговую кору лобной доли.

В принципе можно утверждать, что компьютерные игры никак не улучшают функционирование лобной доли, но то же самое можно сказать и о многих других занятиях, в том числе и о занятиях спортом. В исследовании не упоминается о том, что игра стимулирует внимание. Или о том, что игра способствует агрессивному поведению. Поведенческие изменения не фиксировались, не проводились и тесты на внимание или на рабочую память. Так что выводы статьи, опубликованной в газете «Обсервер», мягко говоря, вызывают недоумение. Так же как и реакция многих шведских газет. Будем считать, что эта статья — очередной образец того, как легко в прессу попадает дезинформация.

Польза компьютерных игр

С помощью так называемого «перекрестного» исследования ученые сравнивали две группы молодых людей. Участники первой группы играли на компьютере много, участники второй — мало. Некоторые ученые заключили, что дети, которые много играют, хуже учатся в школе. Другие исследователи пришли к прямо противоположным выводам: те, кто меньше играет, хуже учатся¹²⁴. Впрочем, у исследований такого рода есть общий изъян. И заключается он в том, что далеко не всегда можно проверить второстепенные факторы. Например, мы не знаем, как участники первой и второй групп различались по другим показателям (возраст, пол, общий уровень развития и т. д.). Исследователи не измеряли ни степень концентрации, ни характеристики рабочей памяти. Поэтому выводы должны быть подкреплены данными экспериментальных исследований, когда испытуемых делят на две разные группы путем жеребьевки, одной группе дают поиграть на компьютере, и затем оценивают показатели обеих групп до и после игры.

В одном из экспериментальных исследований оценивалось влияние компьютерной игры «тетрис»¹²⁵. В тетрисе разные геометрические фигуры медленно падают вниз. И пока они падают, у игроков есть возможность поворачивать их, а также двигать по горизонтали, так, чтобы заполнить горизонтальные ряды игрового поля. Оказалось, что за одиннадцать дней игры в тетрис участники эксперимента стали лучше решать визуально-пространственные задачи, где требовалось составить рисунок из отдельных фрагментов. Кстати, подобные задания используются при проверке IQ и для оценки уровня пространственной ориентации.

Одно из немногих исследований, в ходе которого измерялось влияние компьютерных игр жанра «экшн» на внимание, описано в статье Шона Грина и Дафни Бавельер «Как видеоигры жанра «экшн» влияют на визуальное селективное внимание», опубликованной в журнале «Природа» («Nature») в 2003 году¹²⁶. На первой стадии эксперимента исследователи сравнивали людей, много играющих в компьютерные игры, с теми, кто играет редко или не играет вообще, а затем сравнивали их показатели. По другим параметрам, таким как возраст, пол и образование, участники обеих групп были сопоставимы. Ученые оценивали деятельность испытуемых по результатам нескольких заданий, измеряя уровень визуального восприятия. В одном из тестов на экране на долю секунды появлялось

¹²⁴ О положительном влиянии компьютерных игр см.: Durkin, K. & Barber, B. Not so doomed: computer game play and positive adolescent development. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 2002, 23:373–392.

¹²⁵ Об исследовании игры «тетрис» см.: De Lisi, R. & Wolford, J. L. Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *Journal of Genetic Psychology*. 2002, 163:272–282.

¹²⁶ Об исследованиях игр жанра «экшн» см.: Green, C.S. & Bavelier, D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003, 423:534–537.

изображение нескольких предметов, и испытуемые должны были сосчитать, сколько предметов они видели. Обычно с этим заданием хорошо справляются, когда предметов не больше трех. Когда показывали четыре предмета, контрольная группа ошибалась примерно в 10 процентах случаев. Экспериментальная группа выполняла это задание гораздо лучше, чем контрольная. Но когда предметов стало шесть и более, то обе группы начали ошибаться.

В другом тесте оценивалась скорость реакции. Участники видят на экране ряд букв, которые возникают на долю секунды, а затем исчезают, и практически не успевают их запомнить. Испытуемые нажимали на клавишу, как только видели букву «а». Буква «а», таким образом, стала «целью». Есть хорошо известный психологический эффект — когда человек обнаруживает одну цель, его способность обнаруживать новые цели, которые следуют за первой, снижается. После идентификации цели на долю секунды возникает эффект затмения внимания или мерцания внимания («attentional blink»). У азартных игроков момент затмения длился короче, чем у контрольной группы, то есть они смогли быстрее обнаруживать новые цели после первой цели.

Чтобы убедиться, что участники экспериментальной группы не отличаются от игроков из контрольной группы по другим показателям, кроме заданных (возраст, пол и образование), и в том, что нет никаких скрытых различий между группами, исследователи дополнили эксперимент. Они разделили испытуемых, обычно не играющих в компьютерные игры, на две группы. Одна группа играла в игру в жанре экшн «Медаль почета». Другая — контрольная — группа играла в тетрис. Оказалось, что группа, игравшая в игры жанра «экшн», улучшила результаты, так же, как и в первой части исследования.

Можно оспаривать корректность тестов, показавших, что у участников улучшились пространственно-временные характеристики восприятия и другие параметры внимания и реакции. Но то, что компьютерные игры стимулируют определенные функции, не вызывает никаких сомнений. Поучительна вторая часть эксперимента с игрой «тетрис», поскольку она показывает, что разные игры по-разному воздействуют на мозг. Таким образом, бессмысленно оценивать влияние компьютерных игр вообще, не уточняя, о каких играх идет речь, и не принимая во внимание, какие конкретные качества мы намерены развивать. И хотя реклама активно продвигает игры жанра «экшн», осмелюсь заметить, что самая продаваемая игра в мире — «Симс» («Sims»), где игрок создает виртуальные образы, налаживает социальную жизнь главных виртуальных героев, обставляет их дома и следит за тем, чтобы они вовремя приходили на работу.

Шведский Государственный институт охраны здоровья недавно опубликовал обзор тридцати исследований, посвященных влиянию компьютерных игр¹²⁷. Шесть из них доказывают положительное воздействие игр на способность ориентироваться в пространстве и скорость реакции. Ни одно исследование не содержит сведений о нарушениях внимания и концентрации.

Компьютерные игры и будущее

Таким образом, нет никаких доказательств того, что компьютерные игры отрицательно сказываются на устойчивости внимания и концентрации, а также вызывают у детей СДВГ. Конечно, постоянно появляются новые данные, и утверждать что-то однозначно невозможно. Скептическое отношение к влиянию компьютерных игр на внимание и способность концентрации продиктовано еще и тем, что на сегодняшний день не выявлены четкие механизмы связи — как игра влияет на внимание. Чтобы доказать, что игры отрицательно влияют на память и концентрацию, нужно провести серию исследований, которые показали бы, что улучшение непроизвольного внимания в принципе ухудшает

¹²⁷ См. отчет Государственного института охраны здоровья: Lager, A. & Bremberg, S. Halsoeffekter av tvoch dataspelande — en systematisk genomgang av vetenskapliga studier. Stockholm: Statens folkhalsinstitut. 2005.

произвольное внимание. Но подобные исследования не проводились. Когда измеряют непроизвольное и произвольное внимание у большого количества людей, то эти данные непоказательны. Ведь не станем же мы хуже разбираться в математике, если будем играть в футбол или изучать французский язык.

Разумеется, никто не будет оспаривать очевидное — в сутках всего 24 часа, и если ребенка не оторвать от компьютерных игр, то делать задания по математике ему уже некогда. Но то же самое можно сказать и о просмотре сериалов, тем более что это — более пассивное времяпровождение. Если вы слишком много времени проводите у телевизора, то негативный эффект возникает от того, что вы упускаете возможность тренировать свою рабочую память, занимаясь чем-то другим, требующим больших когнитивных усилий. Вредно не мелькание кадров или переизбыток информации в телевизионных программах. Любое занятие, не требующее интеллектуальных усилий, не приносит пользы для психического здоровья. Например, исследования процесса старения, проведенные в медицинском центре имени Альберта Эйнштейна, показали, что езда на велосипеде, пусть и немного, но ухудшает деятельность мозга.

Вопреки расхожему мнению, что компьютерные игры — пустая трата времени, исследование игры «тетрис» и научные изыскания Дафни Бавельер доказывают, что игры оказывают определенное позитивное воздействие. В частности, они улучшают визуально-пространственное мышление и ускоряют реакции. Одна компьютерная игра отличается от другой, разные игры развивают разные навыки.

Есть множество развивающих программ, которые помогают детям освоить, например, правописание, иностранный язык или математику. Они тренируют долговременную память. Другой тип компьютерных игр, которые начали появляться в Интернете, разработан специально для развития познавательных способностей, включая рабочую память и внимание. На первый взгляд, эти программы напоминают нейропсихологические тесты. Они состоят из упражнений на запоминание цифр, или заданий на проверку скорости реакции. Возможно, они в целом полезны, хотя от некоторых упражнений нет никакого толка. Поскольку их никто не изучал, невозможно сказать, какие из них полезны, а какие оборачиваются впустую потраченным временем. В любом случае, для достижения положительного эффекта требуется грамотно разработанная система упражнений и определенный уровень сложности, а также регулярные нагрузки. Если вы просто подключаетесь к Интернету и несколько раз в неделю играете в игры, вряд ли можно рассчитывать на положительные сдвиги.

На сайте Seriousgames.org представлены развивающие игры с медицинским уклоном, такие как «Лазерный хирург онлайн», «Микроскопическая миссия», «Жизнь и Смерть II» и «Сим Здоровье».

Оригинальную игру разработала фирма «Applied Cognitive Engineering», которая на рынке компьютерных игр занимает узкую нишу — по развитию когнитивных способностей у баскетболистов. Тренировочная программа под названием *Intelligym* предназначена для того, чтобы развивать игровой интеллект. В это понятие включены основные навыки, такие как внимание, умение принимать верные решения и пространственная ориентация. Первоначально программа предназначалась для тренировок израильских военных летчиков. Теперь в модифицированном варианте ею пользуются профессиональные баскетболисты. Если верить имеющимся данным, тренировка улучшает показатели команды на 25 процентов. Но контрольные исследования, подтверждающие эту статистику, не проводились. А может, и проводились, но входят в сферу особо охраняемых секретов израильской армии.

Возможно, в будущем появится игра, которая суммирует все научные и практические достижения разработчиков и будет сочетать увлекательность авантюрных игр и игр жанра «экшн» с интеллектуальными задачами, развивающими рабочую память. И, кстати, не исключено, что это произойдет в самом ближайшем будущем, поскольку компания Nintendo уже выпустила игру «Тренируй свой мозг».

Эта игра тренирует интеллект, и, в частности, развивает математические способности.

Игра предназначена для портативных приставок последних модификаций и адресована в первую очередь людям пожилого возраста, которые хотели бы поддерживать свой интеллект в хорошей форме. В конце каждого тура оцениваются возрастные показатели мозга: если вы преуспели, ваш мозг «помолодел», если потерпели неудачу, то ваш мозг еще на один шаг приблизился к пропасти слабоумия. На сегодняшний день продано несколько миллионов экземпляров игры.

С моей точки зрения, игра состоит из слишком простых заданий, которые вряд ли улучшают показатели интеллекта. Так что нет ничего удивительного в том, что исследований о воздействии этой игры на мозг и на познавательные функции не проводилось. К тому же эти игры слишком скучны, чтобы пользователи играли в них достаточно долго. А без регулярных и длительных тренировок невозможно добиться положительных результатов. Но сам факт, что игру выпустила фирма Nintendo, свидетельствует о том, что игры нового поколения уже находятся в стадии разработки.

Еще каких-нибудь сто лет назад дети часто могли услышать от взрослых: читать лежа, да еще часами, вредно, можно испортить зрение, да и вообще это ни к чему, пойдя лучше поиграй на улице или помоги в саду. Но все оказалось наоборот, и чтение стало основным пропуском в информационное общество. Возможно, и компьютерные игры помогут нам сделать решающий шаг в наше суперкомпьютеризированное и высокотехнологическое будущее.

И все-таки: каковы средние параметры рабочей памяти? Как на нас влияет постоянно меняющаяся среда? Могут ли постоянные отвлекающие факторы привести к плачевному итогу — все мы будем страдать синдромом дефицита внимания? Или компьютерные игры помогут нам адаптироваться к среде, которая требует от нас постоянного пополнения знаний и совершенствования навыков?

13. Эффект Флинна

Как уже упоминалось ранее, новозеландский профессор Джеймс Флинн обнаружил, что на протяжении всего XX века результаты интеллектуальных тестов значительно улучшались¹²⁸. Если в 1932 году средний результат был равен 100 баллам, то в 1990 году он составил 120 баллов. Если человек, показавший в 1990 году средние результаты, очутился бы в 1932 году, то оказался бы в числе 15 лучших. Словом, эти данные свидетельствуют об интеллектуальной акселерации. В 1950-х, 1960-х или 1970-х годах предыдущий средний прирост интеллектуального коэффициента составлял примерно 0,31 балла. А в 1990-е годы возрос до 0,36 балла в год. Результат очень неожиданный, поскольку раньше считалось, что интеллект — величина постоянная. Но результаты многих исследований опровергли этот догмат.

Поскольку многие хватаются за револьвер, как только слышат слово «интеллект», может быть, уместно сказать несколько слов о том, что ученые обычно подразумевают под этим понятием.

Когда большому количеству людей предлагают решить большое количество психологических тестов, оказывается, что результаты теста имеют положительную корреляцию. Иными словами, люди, которые показывают в одном тесте результат выше среднего, как правило, и в других тестах опережают остальных. Это свидетельствует о том, что есть фактор, влияющий на общий результат. Этот гипотетический фактор можно вычислить статистическими методами; он называется общим фактором — сокращенно g.

¹²⁸ Об эффекте Флинна см.: Flynn, J. Massive gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin*. 1987, 101; Flynn, J. Searching for justice — The discovery of IQ gains over time. *American Psychologist*. 1999, 54.

Коэффициент интеллекта — величина условная и средняя, это количественная оценка уровня интеллекта, которая определяется с помощью специальных тестов. Тесты IQ рассчитаны на оценку мыслительных способностей, а не уровня эрудиции. Принято считать, что среднее значение IQ равно 100 баллам.

На протяжении XX века ученые так и не пришли к единому мнению относительно того, как рассчитывать коэффициент интеллекта и какие факторы являются решающими. Свой вклад в копилку научных теорий интеллекта внесли американские психологи Раймонд Кэттелл и Джон Хорн. Они предложили разделить общий интеллект на два важнейших сегмента: «жидкий» и «кристаллический». Если «кристаллический» интеллект проявляется в познавательных задачах, требующих уже сформировавшихся умственных навыков, то «жидкий» интеллект нацелен на решение задач, совершенно новых, где кристаллический интеллект как результат прошлого опыта уже не играет важной роли. По Кэттеллу, «жидкий или текучий» интеллект больше зависит от общих физиологических свойств индивида, в то время как «кристаллический» интеллект определяется главным образом влиянием среды и изменяется в процессе обучения. Кристаллический интеллект отвечает за словарный запас и общую эрудицию. Жидкий интеллект (gF) отвечает за невербальные задачи и за задачи, решение которых не зависит от общего уровня эрудиции.

Шведский ученый Ян-Эрик Густафссон также пришел к выводу, что жидкий интеллект (gF) и общий фактор (g) тесно взаимосвязаны¹²⁹. Для измерения уровня жидкого интеллекта надо пройти большое количество тестов. Часто показатель gF вычисляют по результатам оценок матриц Равена.

Как увеличить IQ

Если показатель gF меняется под воздействием окружающей среды, значит, его можно скорректировать. Одно из исследований подтверждает эту гипотезу. В начале 1980-х в одном из кварталов города Баркисимето (Венесуэла) с преимущественно малоимущим населением проводились исследования под названием «Проект интеллект» («Project Intelligence»)¹³⁰. Инициатором проекта выступило правительство Венесуэлы, а осуществлялся он в сотрудничестве с учеными из Гарварда (США). Ученые совместно с учителями разработали программу обучения для семиклассников, которая развивала у них разные навыки, умение решать задачи, поощряла изобретательность и инициативу.

В эксперименте участвовало 463 ученика, которые в течение одного учебного года учились по специально разработанной программе, и 432 ученика из контрольной группы, которые учились по обычной программе. До и после экспериментов было проведено большое количество тестов: у детей измеряли общие интеллектуальные задатки, такие как умение решать задачи и логическое мышление.

Большинство тестов показало обнадеживающие результаты. По сравнению с контрольной группой экспериментальная группа, занимающаяся по специальной программе, за год в среднем улучшила свой интеллектуальный коэффициент на 10 процентов. При этом все учащиеся улучшили свои результаты в равной степени, независимо от возраста, пола и результатов, показанных до исследования. Таким образом, пользу из специального обучения извлекли не только отстающие ученики.

Есть и другие положительные примеры. В частности, отстающие студенты из Израиля смогли увеличить свой интеллектуальный коэффициент, занимаясь по программе

¹²⁹ Краткое изложение исследований об интеллекте можно найти, например, в статье Яна-Эрика Густафссона в Шведской национальной энциклопедии.

¹³⁰ О «Проекте интеллект» см.: Project Intelligence: Herrnstein, R.J., Nickerson, R.S., de Sanchez, M. & Swets, J. A. Teaching thinking skills, American Psychologist. 1986,41:1283.

«креативное продвижение»¹³¹. Программа оказалась полезной и в долгосрочной перспективе. Возникла обратная связь: усовершенствованный навык стимулирует интеллект, который в свою очередь стимулирует навык. Если, например, студент стал успешнее справляться с разными проблемами, то и задания по математике ему даются легко. Он начинает уделять больше времени математике, а это в свою очередь оптимизирует способность решать проблемы. Этот эффект уже наблюдался при обследовании детей, испытывающих трудности с чтением. Пройдя интенсивный обучающий курс, дети начинают лучше читать. Затем они читают все больше, и это в свою очередь приводит к тому, что они совершенствуют навык чтения.

Югославский психолог Радивой Кващев опубликовал результаты своих исследований на сербохорватском языке, но благодаря одному из его учеников они стали доступны на английском¹³². В одном из экспериментов принимало участие 296 студентов, которые обучались креативному мышлению, занимаясь по 3–4 часа в неделю в течение трех лет. По сравнению с контрольной группой интеллектуальный коэффициент этих студентов увеличился на 5,7 балла. Через год разница возросла до 7,8 балла. Подобный эффект тоже можно объяснить положительной обратной связью.

В другом исследовании, проведенном под руководством немецкого ученого Карла Клауэра, семилетние дети обучались «индуктивным рассуждениям», то есть умению находить закономерности, формулировать правила и потом применять их на практике, по образцу матриц Равена¹³³. Упражнения были построены по принципу «какой предмет лишний». Этот принцип положен в основу детской обучающей программы «Пять муравьев больше, чем четыре слона». Детям показывали четыре предмета и просили показать, какие три связаны между собой, а какой предмет лишний. Преподавание велось в небольших группах, по два занятия в день в течение пяти недель. После исследований выяснилось, что экспериментальная группа стала лучше решать матрицы Равена, причем и через полгода после повторных тестов результаты не изменились.

Моя научная группа провела ряд исследований, в процессе которых выяснилось, что можно улучшить показатели так называемого «жидкого интеллекта». Дети с СДВГ тренировали рабочую память, и в результате стали решать матрицы Равена на 8 процентов лучше контрольной группы. То есть был получен тот же результат, что и в исследованиях «проект интеллект», Кващева и Клауэра.

Тренируя рабочую память, мы начинаем лучше решать разные задачи. Возможно, именно рабочая память является тем сегментом интеллектуальных способностей, который поддается тренировке. И этот принцип заложен в основу различных тренировочных исследований. Тот факт, что рабочую память можно улучшать путем тренировок, наверное, и есть ключ к разгадке эффекта Флинна.

Нет худа без добра

Исследуя способы увеличения IQ, с помощью тренировок и специально разработанных обучающих программ, ученые опровергли догму, что коэффициент интеллекта — постоянная величина. Интеллект не есть готовый мыслительный инструмент, с которым мы

¹³¹ О тренинговых исследованиях в Израиле см.: Feuerstein, R., Hoffman, M.B., Rand, Y., Jensen, M., Tzuriel, D. & Hoffman, D.B. Learning to learn: mediated learning experiences and instrumental enrichment. Special services in the schools. 1986, 39:49–82.

¹³² Об исследовании Кващева см.: Stankov, L. Kvashchev's experiment: can we boost intelligence? Intelligence. 1986, 10:209–230.

¹³³ Об исследовании Клауэра см.: Klauer, K.J., Willmes, K. & Phye, G.D. Inducing inductive reasoning: does it transfer to fluid intelligence? Contemporary Educational Psychology. 2002, 27:1–25.

рождаемся. Если упражнения улучшают показатели интеллекта, то, стало быть, и психологическая среда оказывает на нас влияние. В сборник «Восходящая кривая», изданный в 1988 году, включены размышления ряда ведущих психологов об эффекте Флинна и влиянии на нас окружающей среды.

В статье «Культурная эволюция IQ» Патриция Гринфилд прослеживает взаимосвязь между информационным взрывом и развитием интеллекта¹³⁴. Она считает, что в последние десятилетия XX века общество стало «сложнее» и этот фактор стал ключевым для нашего интеллектуального развития.

Эту же идею, только более развернуто и подробно, отстаивает писатель Стивен Джонсон в книге «Нет худа без добра. Как современная поп-культура повышает наш интеллектуальный уровень»¹³⁵. Он утверждает, что массовая культура за последние тридцать лет усложнилась и требует больших интеллектуальных затрат, чем раньше. Хотя многие считают, что она становится все примитивнее и глупее, что массмедиа ориентируются не на тех, кто более развит и образован, а подстраиваются под «среднего» потребителя, с весьма скромным уровнем интеллекта. Джонсон тоже считает эффект Флинна следствием интеллектуальной акселерации.

Усложнилась и драматургия популярных телевизионных сериалов и фильмов. Если графически изобразить драматургию популярного телевизионного сериала 1970-х годов — «Старски и Хатч», то у нас получится прямая линия: два главных героя действуют на протяжении всего сериала, и все действие разворачивается вокруг одной-единственной интриги, если не считать вступления и заключения. Снятый спустя тридцать лет сериал «Клан Сопрано» — значительно сложнее, здесь уже мы насчитаем целых девять сюжетных линий.

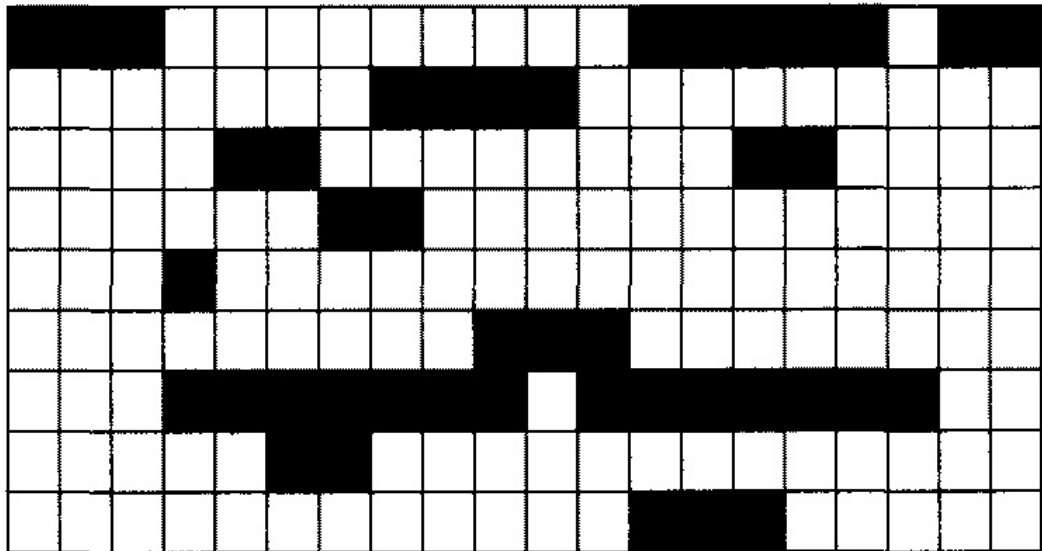
¹³⁴ Greenfield, P.M. The cultural evolution of IQ. In: Neisser, U. (ed.). The rising curve: long-term gains in IQ and related measures. Washington D.C.: American Psychological Association. 1998.

¹³⁵ Johnson, S., Everything Bad is Good for You: how today's popular culture is actually making us smarter. New York: Riverhead books. 2005.

«Старски и Хатч» (все эпизоды)



«Клан Сопрано», эпизод 8



Сюжетные линии в двух телесериалах (из книги Стивена Джонсона «Нет худа без добра. Как современная поп-культура повышает наш интеллектуальный уровень»)¹³⁶.

Но сложность заключается не только в сюжетном многообразии. Чтобы заинтриговать зрителя, информацию ему преподносят фрагментами. Его вынуждают размышлять — он должен сам догадываться, что имеют в виду персонажи, как связаны те или иные события. То есть зритель не просто пассивно сидит и ждет, «чем все закончится», а решает сложные сюжетные и психологические головоломки, размышляет над тем, «что происходит сейчас», иными словами, он вовлечен в интригу. Во многих современных фильмах события и сюжеты построены с нарушением хронологического принципа, и зрителю приходится постоянно складывать пазл, чтобы понять, как то, что он видит сейчас, соотносится с тем, что он видел раньше, а это требует особой интеллектуальной отдачи.

По Стивену Джонсону, окружающая нас среда с каждым днем требует от нас все большего интеллектуального напряжения, и поэтому компьютерные игры тоже усложнились. Взять хотя бы игру «Великое автограбление III», герои которой угоняют машины и ездят по виртуальному Майами, выполняя порой весьма сомнительные задания. Игра состоит из двух частей: разведывания и телескопирования. И в этом заключается ее сложность, считает Джонсон. Поскольку в игре нет четких правил, то самому игроку приходится решать, что делать и как действовать. Он действует наугад и проверяет свои догадки только методом «проб и ошибок». Путем «телескопирования» намечается иерархия целей, игрок определяет, какие цели главные и какие — промежуточные.

«Легенда о Зельде: путешествие на крыльях ветра» — японская приключенческая игра, первоначально созданная для приставок Game Boy, а затем адаптированная к более модифицированным игровым консолям. Герой игры — мальчик по имени Линк, обитающий на маленьком острове, отправляется в большой мир, чтобы спасти девушку, взятую в плен.

¹³⁶ Диаграмма заимствована из книги: Johnson, S. Everything Bad is Good for You: how today's popular culture is actually making us smarter. New York: Riverhead books. 2005.

Точно так же, как и «Великое автограбление III», игра основана на очень примитивном литературном сюжете. Но, по мнению Стивена Джонсона, когнитивные требования могут содержаться даже в тривиальной истории. Вот какие задания надо выполнить герою игры «Легенда о Зельде: путешествие на крыльях ветра»:

- I. Встретиться с принцем, чтобы отдать ему письмо.
- II. Вскрабкаться на вершину горы.
- III. Перебраться на другую сторону ущелья.
- IV. Заполнить ущелье водой, чтобы его можно было переплыть.
- V. Изготовить бомбу.
- VI. Бросить бомбу, чтобы взорвать скалу, которая стоит на пути.
- VII. Набрать воды в сосуд, полученный от девушки.

Таким образом, телескопирование заключается в том, чтобы наметить главные и промежуточные цели и держать их одновременно в голове.

Возможно, и Патриция Гринфилд, и Стивен Джонсон правы. Хотя они так и не уточняют, в чем именно заключаются критерии сложности. А поскольку сложность невозможно измерить, то следовательно, и невозможно доказать, что игры стали сложнее. По определению Джонсона, телескопирование — это удержание в рабочей памяти множества промежуточных задач.

В принципе, и Джонсон, и ученые из медицинского центра имени Альберта Эйнштейна, и инициаторы израильского проекта «Project Intelligence», и Клауэр, и Квашев сходятся в том, что рабочую память можно развивать. Об этом же свидетельствует и эффект Флинна. Современные игры, массмедиа и информационные технологии постоянно повышают требования к рабочей памяти. Этот фактор в свою очередь улучшает показатели средней рабочей памяти и оптимизирует способность решать задачи, которые со временем все более усложняются. Так что в среднем интеллект человечества становится выше.

14. Нейрокогнитивный прогресс

Итак, согласно выводам Флинна, интеллект человечества постоянно улучшает свои показатели. Весь вопрос в том, сохранится ли эта тенденция? Если окружающая среда постоянно предъявляет нам повышенные требования, то означает ли это, что объем нашей рабочей памяти будет увеличиваться? Смогут ли ученые использовать наши знания о мозге, чтобы увеличить объем памяти?

Во вступлении к книге я цитировал статью, написанную группой известных нейробиологов. Они утверждают, что если мы расшифруем загадки мозга и научимся им управлять, то это достижение для человечества будет равносильно скачку из эпохи примитивных орудий железного века в эпоху развитой металлургии, промышленной революции или прорыву генетики во второй половине XX в.¹³⁷ Авторы статьи обозначили тенденцию под условным названием «нейрокогнитивный прогресс» и рассматривают эту тему под разными углами. Под нейрокогнитивным прогрессом подразумеваются как современные достижения, так и перспективные техники завтрашнего дня, например мозг, управляемый компьютером, нейрохирургия и психофармакология, призванные расширить границы мозга и познания.

Другая проблема, которую затрагивают авторы статьи, носит более абстрактный и

¹³⁷ Статью о нейрокогнитивном прогрессе см.: Farah, M. J., Illes, J., Cook-Deegan, R., Gardner, H., Kandel, E., King, P., Parens, E., Sahakian, B. & Wolpe, P.R. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? Nature Reviews Neuroscience. 2004, 5.

философский характер. Улучшить когнитивную деятельность не все равно, что просто наладить двигатель в автомобиле. В погоне за «нейрокогнитивным прогрессом» важно определить границы медикаментозного вмешательства. Например, стало уже привычным использовать препараты не только для лечения и коррекции функциональных нарушений, но и для улучшения определенных функций у здоровых людей.

Препараты с психоактивным действием оказывают влияние на личность. Риск, по мнению ученых, заключается в том, что вещества, попадая к нам в кровь, меняют нашу идентичность и создают психологические проблемы. Так что вопрос об ответственности медиков по-прежнему актуален.

Психический допинг

В главе о синдроме дефицита внимания и гиперактивности я упоминал о группе препаратов, которые называются психостимуляторами. Область применения этих препаратов — тема научных и медицинских дискуссий последних лет.

Поначалу считалось, что препараты этой группы предназначены только для пациентов, страдающих синдромом дефицита внимания. Но позже выяснилось, что они имеют общий спектр действия. Юдит Рапопорт из Национального института здоровья (США) и ее коллеги изучали группу мальчиков 7-12 лет, которые не считались гиперактивными, а их когнитивные способности были выше средних. Они начали принимать таблетки амфетамина в дозировке, которую обычно назначают детям с СДВГ. После приема курса их протестировали. Оказалось, что у мальчиков повысилась работоспособность, они стали более усидчивыми и лучше усваивали школьный материал¹³⁸.

Недавние исследования показали, что таким же образом воздействует на мозг метилфенидат, а также риталин и других препараты этой группы¹³⁹. Если оценивать эффект амфетамина или метилфенидата по психологическим тестам, то выясняется, что и степень внимания, и скорость реакции возрастают, объем рабочей памяти увеличивается примерно на 10 процентов, а симптомы гиперактивности и дефицита внимания становятся менее выраженными. Тот факт, что метилфенидат также влияет на людей без СДВГ, несколько не удивляет, поскольку нельзя выделить две условные группы: с синдромом дефицита внимания и соответственно без него. Наоборот, граница между уровнями внимания очень зыбка. Слухи о чудесных свойствах этого препарата быстро распространились. В первую очередь стимулятор оказался востребованным студентами при подготовке к экзаменам. Некоторые ученые утверждают, что до 16 процентов американских студентов принимают риталин¹⁴⁰. В Японии применение риталина без предписания врача приобрело характер эпидемии, и в итоге власти запретили этот препарат.

Тот факт, что люди, не страдающие расстройством внимания, принимают лекарства, вызывает опасения. Не станет ли этот пример заразительным? Могут ли учителя рекомендовать препарат детям, чтобы они не отставали от своих одноклассников? (В США

¹³⁸ О воздействии амфетамина на здоровых людей: Rapoport, J.L., Buchsbaum, M.S., Weingartner, H., Zahn, T.P. & Ludlow, C. Dextroamphetamine: cognitive and behavioural effects in normal prepubertal boys. *Science*. 1978,199:560–563.

¹³⁹ См. также: Rapoport, J. L., Buchsbaum, M. S., Weingartner, H., Zahn, T.P, Ludlow, C, Bartko, J., Mikkelsen, E.J., Langer, D.H. & Bunney, W.E. Dextroamphetamine: cognitive and behavioural effects in normal and hyperactive boys and normal adult males. *Archives of General Psychiatry*. 1980, 37:933-94.

¹⁴⁰ О воздействии метилфенидата (например, риталина) на людей без СДВГ см. например: Mehta, M.A., Owen, A.M., Sahakian, B.J., Mavaddat, N., Pickard, J.D., & Robbins, T.W. Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *Journal of Neuroscience*. 2000, 20, RC65.

приняли закон, который запрещает учителям вообще затрагивать тему медикаментозного лечения, чтобы воспрепятствовать бездумному приему лекарств.) Может ли это привести к тому, что все работающие каждое утро станут глотать пилюли, чтобы их повысили, или хотя бы не уволили?

Первым на рынке появился риталин — и мгновенно завоевал популярность. Однако в будущем наверняка появятся препараты, улучшающие когнитивные способности. Модафинил — средство против нарколепсии, сейчас проходит клинические испытания, его собираются применять и при других состояниях, таких как, например, СДВГ.

Наши знания о клеточных процессах, которые участвуют в кодировке долговременной памяти, позволяют в настоящее время разрабатывать около сорока других аналогичных препаратов. Одно из таких средств — так называемый ампакин — облегчает процесс кодирования информации в долговременную память. Еще одно средство — МЕМ 1414 — разрабатывает фирма с названием, заимствованным из научно-фантастических романов, — «Memory Pharmaceutical». И один из ее учредителей — лауреат Нобелевской премии Эрик Кэндел. Это средство стимулирует синтез белков, которые отвечают за образование нейронных связей в головном мозге и обеспечивают запоминание. Те, кто боится, что каждая мелочь навсегда врежется в их память, если они начнут применять тот или иной препарат, могут не беспокоиться — разрабатываются и другие препараты, которые призваны стирать воспоминания. Предполагается, что в первую очередь МЕМ 1414 будет применяться при лечении посттравматических стрессовых синдромов¹⁴¹. Благодаря успехам клеточной биологии удалось добиться генетических изменений у мышей, от чего они стали лучше выполнять тесты на проверку памяти. Какие еще препараты появятся в будущем? В спорте многие опасаются, что появится генетический допинг. Можно ли представить себе, что допинги начнут использовать как «когнитивный усилитель»?

Тандем человек-компьютер давно завораживает писателей-фантастов. В 2006 году американским ученым удалось напрямую подключить мозг парализованного пациента к компьютеру, и благодаря этому пациент смог частично восстановить двигательные функции¹⁴². Если нам удастся изучить и внедрить на практике принципы прямого взаимодействия между нейронами и компьютером, то будущее сулит нам необозримые перспективы. А что, если мы начнем использовать компьютеры как дополнительную память, напрямую подключенную к нашему мозгу, и будем обновлять нашу рабочую память раз в два года?

Наши повседневные наркотики

Идея усовершенствовать мозг с помощью искусственных средств, разумеется, очень заманчива, но не нова. Обновляются только субстанции. Кофеин — вещество, которое по своему воздействию мало чем отличается от амфетамина. Однако мы пьем кофе на протяжении нескольких столетий. Кофеин помогает нам справиться с усталостью, побороть сонливость и на несколько часов продлить работоспособность. Но мы к нему привыкли. Возникают ли при этом у нас моральные дилеммы? Придет ли нам в голову обвинить нашего начальника в том, что он заставляет нас пить кофе? Влияет ли кофе на нашу личность?

¹⁴¹ Об использовании стимуляторов центральной нервной системы в среде студентов университетов см.: Farah, M. J., Illes, J., Cook-Deegan, R., Gardner, H., Kandel, E., King, P., Parens, E., Sahakian, B. & Wolpe, P. R. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? *Nature Reviews Neuroscience*. 2004,5; Babcock, Q. & Byrne, T. Students' perceptions of methylphenidate abuse at a public liberal arts college. *Journal of American College Health*. 2000, 49.

¹⁴² О связи человек-компьютер см.: Hochberg, L.R., Serruya, M.D., Fiebert, G.M., Mukand, J.A., Saleh, M., Caplan, A.H., Branner, A., Chen, D., Penn, R.D. & Donoghue, J. P. Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia, *Nature*. 2006,442:164–171.

Я, конечно, утрирую. Но ведь не секрет, что препараты, предназначенные для лечения болезней и нарушений, применяются здоровыми людьми. Это уже сложившаяся практика. Примером тому служат эстрогены. Общеизвестно, что в женском организме в процессе старения значительно снижается уровень эстрогенов. Схожие возрастные изменения происходят и в мозге, что вполне нормально. Например, концентрация дофаминных рецепторов неуклонно снижается после 25 лет¹⁴³. За десять лет — на 8 процентов. Эта потеря — одна из возможных причин постепенного ухудшения функций рабочей памяти, и этот процесс неизбежно сопутствует старости. А риталин как раз влияет на выработку дофамина. Если мы разрешаем замещение эстрогена, почему бы нам тогда не разрешить замещение дофамина? Думаю, лет через 15 люди среднего возраста начнут принимать коктейль из веществ, которые будут противодействовать естественным процессам мозга, в частности, снижению его активности, точно так же, как сегодня женщины принимают эстрогены.

Авторы статьи отмечают и другие негативные тенденции, которые уже стали реальностью. Наше беспечное применение наркотических средств постепенно приведет нас к привыканию. Нам понадобятся новые препараты и новые технологии. И так до бесконечности. Но насколько действенны будут новые препараты и не вызовут ли они побочные эффекты в долгосрочной или краткосрочной перспективе? И вопрос этот вовсе не праздный, а самый что ни на есть актуальный, и находится он не в этической плоскости, а в практической.

Лично я охотно бы выпил какой-нибудь коктейль, активирующий мозг, если бы точно знал, что он не обладает никакими побочными эффектами.

Например, пилюли, которые активизируют рабочую память, одновременно снижая уровень креативности, возможно, помогут тем, кто страдает синдромом дефицита внимания и концентрации. Но как они повлияют на всех остальных? Если «пилюли счастья» улучшают настроение, но мы теряем способность влюбляться, то, наверное, наше общество станет более благополучным и успешным, но жить в нем будет скучнее. Для всех, кто читал антиутопию Олдоса Хаксли, это ясно как божий день. Но разве мы владеем методикой, которая поможет нам изучить воздействие нового поколения препаратов на творчество или влюбленность? Тем более что фармакологические компании этого делать вовсе не намерены.

То, что лекарства могут оказывать побочные действия и отрицательно сказываться на творчестве и влюбленности, экспериментально не установлено, но примеры взяты не из воздуха. В статье Джеффри Заслоу «Что было бы, если бы Эйнштейн принимал риталин?» приводятся забавные рассказы взрослых, которые считают, что риталин негативно влияет на их ассоциативное мышление и творческие способности, и детей, которые признаются, что лекарства притупляют у них чувство юмора¹⁴⁴.

Нейропсихолог и писатель Оливер Сакс в своей книге «Человек, который принял свою жену за шляпу» описывает случай из врачебной практики¹⁴⁵. Пациент почувствовал себя лучше, когда стал принимать средства, воздействующие на дофаминную систему, но в то же

¹⁴³ Об уменьшении дофаминных рецепторов в процессе старения см.: Backman, L., Ginovart, N, Dixon, R.A., Wahlin, T.B., Wahlin, A., Halldin, C & Farde, L. Age-related cognitive deficits mediated by changes in the striatal dopamine system. *The American Journal of Psychiatry*. 2000,157:635–637.

¹⁴⁴ Zaslow, J. What if Einstein had taken Ritalin. *Wall Street Journal*. 2005, 3 February.

¹⁴⁵ Sacks, O. *The Man Who Mistook His Wife For a Hat*. London: 1985. До конца не ясно, влияет ли прием препаратов на уровень креативности. Некоторые исследования тем не менее показывают, что дети с СДВГ, принимающие риталин, по результатам тестирования, предназначенного для измерения креативности, показали хорошие результаты: Solanto, M.V. & Wender, E.H. Does methylphenidate constrict cognitive functioning? *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 1989,28:897–902. Какое воздействие риталин оказывает на уровень креативности взрослых с СДВГ или без СДВГ, — пока не изучено.

время утратил чувство юмора и стал хуже играть на ударных инструментах. Поэтому он решил принимать лекарство только по будням, чтобы справляться с работой, а по выходным обходиться без лекарств и отрываться на ударных со своим джазбандом. Что касается влюбленности, то она, скорее всего, связана с серотонинной системой, с той системой, на которую воздействуют так называемые «пилюли счастья» — прозак и золофт¹⁴⁶.

С моей точки зрения, более надежный путь — развивать способности путем тренировок, но я, конечно, пристрастен в этом вопросе, поскольку лично я и мои коллеги изучаем именно влияние тренировок на мозг. На мой взгляд, лучше делать ставку на интеллектуальную профилактику и умственную гимнастику, чем наблюдать, как половина населения постоянно глотает таблетки. Почему бы не включить тренировку мозга в школьную и университетскую программу по развитию внимания и рабочей памяти?

Не исключено, что нам удастся добиться от фирм, выпускающих компьютерные игры, обозначать на упаковке требования к рабочей памяти. И мы будем выбирать себе интеллектуальную пищу так же придирчиво, как сегодня покупаем хлопья к завтраку. Ведь мы уже привыкли к тому, что на продуктах питания указан гликемический индекс. Так что в будущем мы привыкнем и к тому, что производители компьютерных игр будут указывать количество времени и объемы памяти и внимания, которые нам понадобятся на их освоение.

15. Информационный поток

Когда мы смотрим новости по телевизору и параллельно читаем бегущую строку в нижней части экрана, сообщающую о курсе акций, нам кажется, что наш мозг перегружен. Если мы пытаемся поглотить как можно больше информации, то рабочая память функционирует с максимальным напряжением. Некоторые зоны лобной и теменной долей нашего мозга ограничивают объемы информации, которую мы можем воспринять. Когда мы читаем какую-нибудь сложную статью в Интернете и в то же время стараемся не отвлекаться на рекламные ролики, попадающие в поле зрения, мы выполняем задачу на отвлечение, которая требует участия рабочей памяти. Когда нам понадобится «помощь» в программе Word, нам наверняка придется читать каждую инструкцию по много раз, поскольку наша рабочая память перегружена информацией.

Шквал информации, который обрушивается на нас, предъявляет новые требования к нашей рабочей памяти. Новые технологии постоянно меняют окружающий нас информационный пейзаж. С появлением мобильных технологий мы все чаще выполняем два дела одновременно. Я имею в виду, что мы говорим по мобильнику и при этом делаем что-то еще. Мы уже можем подключать переносные компьютеры к беспроводному Интернету на улицах и в магазинах. Автомобильные навигаторы все активнее внедряются в нашу повседневную жизнь, и я с нетерпением жду первых исследований о том, насколько они тормозят реакцию у водителей. Некоторые футуристические идеи, такие как, например, дисплеи, вмонтированные в очки, уже становятся реальностью. Сейчас, когда мы поглощаем все большее количество информации и нам приходится все чаще отвлекаться, нам кажется, что мы рассеянны и не способны сосредоточиться. Вспомним уже описанные ранее проблемы с синдромом дефицита внимания, возникающие у современных офисных служащих. Возникает порочный круг — внешняя среда предъявляет новые требования, а нам кажется, что наши интеллектуальные ресурсы на исходе. К счастью, нет ни одного исследования, которое доказало бы, что способность концентрироваться ухудшается, когда ситуация требует интенсивной умственной отдачи. Наоборот, многие факты

¹⁴⁶ О серотонине и влюбленности см.: Marazziti, D., Akiskal, H.S., Rossi, A. & Cassano, G.B. Alteration of the platelet serotonin transporter in romantic love. *Psychological Medicine*. 1999, 29: 741–745; Fisher, H. *Why we love: the nature and chemistry of romantic love*. New York: Henry Holt & Company. 2004.

свидетельствуют о том, что именно в ситуациях, когда мы максимально напрягаем наш интеллект, мы закаляемся. Одно из объяснений эффекта Флинна заключается как раз в том, что именно благодаря новым требованиям и новым критериям мы все лучше обрабатываем информацию и успешнее решаем повседневные и перспективные задачи.

А чувство, что мы не в состоянии сконцентрироваться, возникает потому, что новые требования превышают возможности нашей рабочей памяти, и мы начинаем испытывать дефицит внимания и сложности с концентрацией. Здесь действует тот же механизм, что и при СДВГ, когда нарушается равновесие, и наши способности не соответствуют требованиям. Если проанализировать повседневную ситуацию, типичную для каждого из нас, то мы убедимся в том, что не сами по себе объемы информации негативно влияют на наши способности. Просто меняется характер самих требований. Когда сегодня мы одновременно говорим по телефону и удаляем не представляющие ценности электронные письма, мы, может быть, делаем это на 10 процентов лучше, чем три года назад. Но с другой стороны, количество электронных писем в день возросло на 200 процентов. Таким образом, по нашим ощущениям, нам не хватает интеллектуальных ресурсов, хотя наши навыки при этом на самом деле совершенствуются. И в этом нет никакого противоречия.

Инфостресс

И все же я вовсе не призываю безоговорочно смириться с тем, что нас захлестывает информационный поток, и уповать на то, что он способствует тренировке наших интеллектуальных способностей. Просто не следует забывать, что наши возможности обрабатывать информацию ограничены. Когда требования завышены, то это приводит, в частности, к автомобильным авариям, причиной которых стали постоянные разговоры по мобильным телефонам.

Другой фактор, который настораживает в связи с информационным взрывом, — это фактор стресса. Постепенно копилка наших знаний о стрессе пополняется. Многие исследования показывают, что высокое содержание гормонов стресса негативно воздействует на сердце, сосуды, иммунную систему, да и на весь организм в целом, включая мозговую деятельность. Что касается мозга, то от стресса ухудшается как рабочая, так и долговременная память. Установлено, что очень сильный стресс, такой как посттравматический стресссиндром, влияет на гиппокамп, структуру мозга, ответственную за складирование информации в долговременной памяти. Но это относится к продолжительным стрессам высокого уровня. Умеренный стресс может оказывать положительное воздействие; точно так же, как у степени бодрствования есть оптимальный уровень.

Впрочем, связь между количеством информации и гормонами стресса неоднозначна. В книге «Почему зебры не болеют язвой желудка» Роберт Саполски обобщает результаты своих исследований и исследований других ученых о стрессе и вызывающих его факторах¹⁴⁷. Уровень стресса зависит от контекста и от того, как мы сами оцениваем ситуацию, с которой столкнулись. Ключевым понятием здесь является чувство контроля. Стресс в первую очередь возникает в ситуациях, которые кажутся нам безвыходными. Тот, кто внушил себе, что не может повлиять на обстоятельства, автоматически чувствует себя беспомощным. То есть стресс в большой степени — вопрос нашего собственного отношения к жизни. Технологические проблемы, от которых у одних опускаются руки, другим представляются всего лишь забавными недоразумениями.

В одном из исследований изучали, как люди воспринимают поток электронных писем¹⁴⁸. Оказывается, большинство утверждает, что получает слишком много писем и что

¹⁴⁷ Sapolsky, R.M. Why Zebras Don't Get Ulcers. New York: 1994.

¹⁴⁸ Об электронной почте см.: Gliick, J. Faster: The acceleration of just about everything. London: Brown Little.

они часто не в состоянии на них ответить. Интересно, что реакции совершенно не связаны с количеством получаемых писем. Те, кто получает по 20 писем в день, жалуются не меньше тех, кто получает по 100. Если мы будем относиться к потоку информации с чувством юмора и считать, что чем больше информации мы воспринимаем, тем больше мы развиваем свои способности, то, может быть, и давление информационного стресса уменьшится?

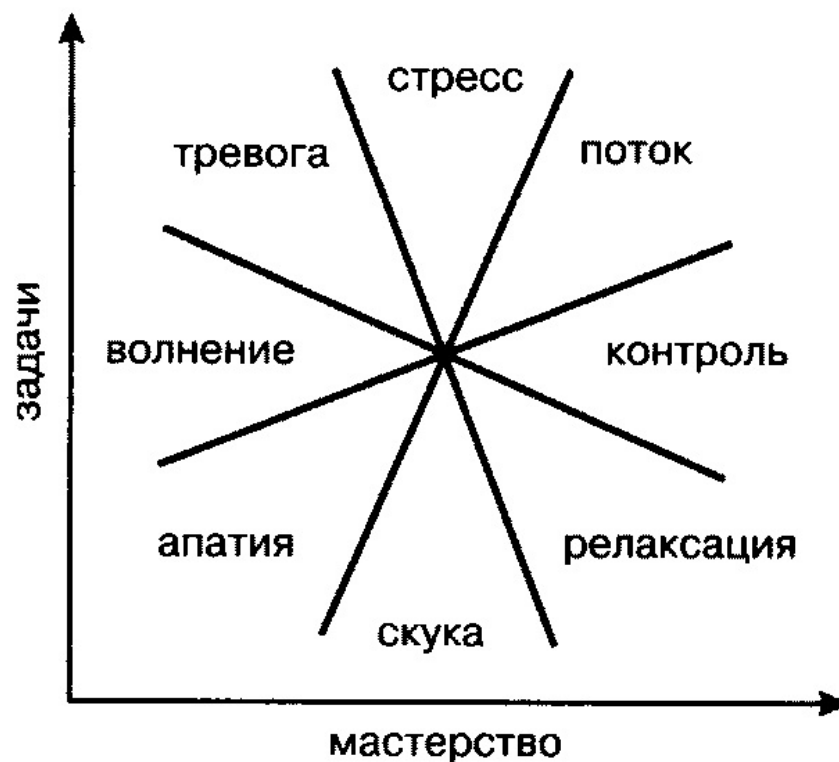
За что мы любим стимулы

Не так уж часто нам удается превзойти пределы своих возможностей. Но это не значит, что к этому не следует стремиться. Мы ведь сами нередко хотим получить побольше впечатлений. Именно эти качества — любознательность и азарт — эксплуатируют разработчики и производители компьютерных игр. Фирма Nintendo выпускает портативные компьютеры Game Boy, которые в первую очередь предназначены для детей младшего возраста. В модифицированной версии у компьютера два экрана, на которых можно играть одновременно. Можно только догадываться, что Nintendo провела основательный маркетинг и выяснила, что эта версия больше нравится детям и молодежи. Что касается портативных пультов, используемых в игре, то за последние десять лет у них стало больше кнопок и функций, а не меньше. Да и само содержание игр все время усложняется.

Мы по собственной воле мобилизуем все наши ресурсы, когда нам надо одновременно выполнить два дела, или когда на нас обрушивается шквал информации. Ведь когда на деловой встрече мы достаем мобильный телефон, чтобы послать эсэмэску, или смартфон, чтобы прочесть электронную почту, мы делаем это добровольно, а не потому, что являемся жертвами неумолимого технологического прогресса. Стивен Джонсон считает, что сериалы со временем усложняются, а не упрощаются. Чтобы воспринять многосюжетные параллельные истории, мы прилагаем максимум интеллектуальных усилий. В сложных сюжетах и сложных программах есть что-то заведомо привлекательное. Джонсон считает, что сложные компьютерные программы стимулируют наши исследовательские и креативные навыки.

Состояние потока

Американский психолог и ученый Михай Чиксентмихайи — автор теории, согласно которой люди абсолютно счастливы, если пребывают в особом «потоковом» состоянии, в состоянии полной физической и духовной гармонии с окружающим миром¹⁴⁹. Состояние потока — оптимальное состояние, которое достигается, когда человек полностью включен в то, что он делает. Вероятно, каждый испытывал это ощущение, характеризующееся свободой, радостью, чувством полного удовлетворения, когда человек не замечает голода, усталости, забывает про сон и прочее. Если художник, рисующий картину, так поглощен своим занятием, что полностью забыл о самом себе и о времени, то он находится в состоянии потока. Потоком можно назвать и чувство энтузиазма, которое возникает, когда, например, хирург, делая сложную операцию, использует все свои способности и навыки. Спортсмены описывают эти моменты как «второе дыхание», религиозные мистики как «экстаз», а художники и музыканты как моменты эстетического восторга.



Согласно диаграмме Чиксентмихайи, оптимальное состояние, или поток, возникает, когда обе переменные — требования и мастерство, находятся на высоком уровне.

Чиксентмихайи пытается выяснить, при каких обстоятельствах возникает ощущение «потока». Он считает, что «ощущение потока» наступает, когда совпадают сложность задачи и высокое мастерство, когда требования соответствуют возможностям. Если рассматривать диаграмму Чиксентмихайи как ментальную карту, то состояние потока мы найдем сверху, справа. Когда способности не соответствуют требованиям, возникает стресс. Когда складывается обратная ситуация, когда мы полностью контролируем ситуацию, а требования ниже наших возможностей, у нас возникает чувство скуки. Эта карта, конечно, субъективна, но точно передает гамму состояний, которые мы испытываем, когда на нас обрушивается информационный поток.

Когда наши способности не соответствуют требованиям, мы испытываем синдром дефицита внимания (на графике на самом верху — стресс). Но заниженные требования вызывают у нас скуку и апатию. Так что нам следует постоянно удовлетворять свои потребности в получении информации и поиске новых стимулов. Мы испытываем состояние потока, когда между требованиями и способностями устанавливается равновесие. Используя весь наш потенциал, мы развиваемся и тренируем наши способности.

Когда требования к рабочей памяти соответствуют ее объему и мы балансируем вокруг магического числа семь, мы успешно тренируемся и развиваемся. Мы можем контролировать наши эмоции и мысли и выбирать те задачи, которые нам под силу решить и которые требуют мобилизации ресурсов. Остается только надеяться, что мы научимся регулировать свой внутренний компас, который поможет нам обрести равновесие и найти ту точку бытия, где на нас снизойдет «состояние потока» и мы сможем полностью реализовать свой потенциал.

Благодарности

Хочу поблагодарить всех друзей, которые читали, комментировали и обсуждали предыдущие варианты этой книги: Марию Андерссон, Кристиана Бруберга, Андраса Симона, Лотту Тирингер, и особенно моего отца, Ульфа Ульссона. Отдельная благодарность Тобиасу Нордквисту, моему редактору, который вносил очень конструктивные предложения в процессе работы над книгой, а также Лене Форссен и Лотте Мьёберг из издательства «Природа и культура» («Natur och Kultur»). Ян-Эрик Густафссон и Магнус Энkvист дали ценные комментарии к разделам об интеллекте и об эволюции. Спасибо Анне-Карин за поддержку, а также Ханне и Линнее за вдохновение, которое они мне дарят.