



Оглавление

Введение	7	Мозг новорожденного	66
ГЛАВА 1. ВСКРЫВАЯ МОЗГ	9	Критический период	67
Путешествие внутрь головы	10	Мужской мозг, женский мозг	68
Томас Уиллис исследует головной мозг	11	Мозг подростка	70
(Частичная) потеря умственных способностей	12	Зрелость	72
Потерянный и возвращенный мир	15	Стареющий мозг	73
Открытие нейронов	16	ГЛАВА 4. ОСОБАЯ КЛЕТКА	75
Мозговые волны	17	Что мы знаем о нейронах	76
Взгляд изнутри	18	Клетка, молекула, атом	76
Отслеживание крови	20	Природный дуализм	78
Постижение смысла	22	Нервный импульс	79
Флуоресцентная метка	23	Конец линии — синапс	80
Прощу любить и жаловать: коннектом!	25	Один потенциал действия — много результатов	81
В тесноте, да не в обиде	26	Сравнение синапсов	82
ГЛАВА 2. ДАВАЙТЕ ПОЗНАКОМИМСЯ	29	Множественное воздействие — один результат	84
Структура мозга — от анатомии до молекул	30	Область воздействия нейронов	86
Названия областей	31	ГЛАВА 5. ЧТО ПРОИСХОДИТ?	89
Местонахождение разума	33	Основанные на чувствах	90
Один мозг — два полушария	34	Длинный путь к зрительному образу	90
Разделенный мозг	36	Сетчатка глаза: место, куда попадает свет	92
За пределами	37	Увидеть невидимое	93
А сколько нейронов видишь ты?	39	Что могут «видеть» нейроны?	94
Мал, да удал	40	«Внезапно аудиометр напомнил пулеметную очередь»	95
Гиппокамп	42	Одно изображение, множество карт	96
Еще немного	43	Кодировка лица	98
Из каких клеток мы состоим?	45	Создание зрительного образа	98
Встречайте: нейрон!	46	Позитивные вибрации	100
Удивительная сеть	48	Обоняние	101
Шаг за шагом	50	Вкусовые ощущения	102
ГЛАВА 3. МОЗГ, ЖИЗНЬ С ТОБОЙ ПРЕКРАСНА	53	Осязание	103
Кому нужен мозг?	54	Тщательное исследование	105
Разная симметрия	56	Дотроньтесь — и я буду там!	106
Маленькими шажками	57	Смешанные чувства?	107
Размер имеет значение	58	Осмысление	107
Что наделяет мозг интеллектом?	59	ГЛАВА 6. ДВИЖЕНИЕ И ЭМОЦИИ	111
Ты — это то, что ты ешь	61	Древнее и современное	112
Прирученный мозг	63	Контролируемое движение	113
Развитие мозга у эмбриона	64	Взаимосвязь движения и ощущения	114

Прогулка в одиночестве	115	Тестирование: Александр Шульгин	
Практика — путь к совершенству	116	и психоделики	161
У меня есть чувства	118	Переменное течение	162
Нейронная цепь страха	119	Замкнуть мозг	163
Эмоции, разум и тело	120	Глубокая стимуляция мозга	164
Зеркальные нейроны	122	Транскраниальная стимуляция	166
Любовь слепа	123		
Мой бизнес — мое дитя	124		
ГЛАВА 7. МЫ СОСТОИМ ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ	127	ГЛАВА 10. МОЗГ В ДЕПРЕССИИ	169
Механизм памяти	128	Сложность установления диагноза	170
От заметок до исследований: не стоит усложнять	130	От случайного открытия к серотонину	171
Детектор совпадений	132	Прямое воздействие на депрессию?	174
От нейротрансмиттеров до нейромодуляторов	134	Недостаточная концентрация	175
Эти клетки знают, но не говорят	135	Отличие, дефект, разнообразие	177
В поиске энграммы	136	Борьба с деменцией	180
Запоминание или воссоздание?	139		
ГЛАВА 8. ЭТА ЗАМЕЧАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОВОРИТЬ	141	ГЛАВА 11. АВТОПОРТРЕТ НАУКИ	183
Говорящая обезьяна	142	Познай себя	184
Местопребывание языка	143	Обрати внимание!	185
От слов к предложениям	144	Воплощение реальности	186
Почему ты можешь прочитать это?	145	Уснуть, быть может, сны увидеть	187
Речь	146	Измерения сознания	188
Миг озарения	147	Трудная проблема	189
		Мы знаем, что ты знаешь	190
		Другие умы	191
ГЛАВА 9. МАНИПУЛИРУЯ МОЗГОМ	151	ГЛАВА 12. БУДУЩИЙ МОЗГ, БУДУЩЕЕ НЕЙРОБИОЛОГИИ	193
Центр удовольствия	152	Строим новый мозг	194
Дофамин заказывали?	153	«Мозг» червя	195
Наркотики с историей	154	Стремительный рост объема данных	196
Где происходит действие?	156	Игра со свободным доступом?	198
От удовольствия к зависимости	157	Управление нейронами	199
Одурманенный любовью	158	Тренировка головного мозга	201
Состояния измененного сознания	160	Техномозг	202
		Подключение	204
		Расширение чувств	205
		Так на что же похож наш мозг?	206



Введение

На мой взгляд, наука — наилучший способ познания мира. А нейробиология, в свою очередь, сосредоточена на изучении самого механизма, с помощью которого происходит это познание, — мозга. Данный раздел науки, как и предмет ее изучения, просто завораживает. Мозг — это орган, отвечающий за жизнедеятельность организма. Несмотря на схожий с сердцем, легкими, печенью и почками состав — кровь и ткани, состоящие из хитросплетенных миниатюрных скоплений клеток, — мозг функционирует совершенно иначе: он не качает кровь, не набирает воздух, не выводит шлаки и токсины. Его миссия — выполнять феноменальные задачи, связанные с восприятием, принятием решений, действиями, сознанием, чувствами и мыслительной деятельностью.

О таком наборе функций другие ткани не могут и мечтать. Более того, даже мечты — и те являются прерогативой мозга. Наш мозг — единственный известный на сегодняшний день живой объект во Вселенной, способный задумываться о самом себе.

Долгое время изучение мозга приводило лишь к домыслам и предположениям. Удивляет и то, насколько сильно он эволюционировал. Появление революционных технологий, позволяющих заглянуть в недра головного мозга, послужило причиной возникновения нейробиологии. Поразительные выводы, грандиозные идеи, концептуальные прорывы подпитывают и развивают науку. Новым открытиям способствует и модернизация технического оборудования. Вот что происходит с нейробиологией на данный момент.

Усовершенствованные технологии порождают океан новых сведений и данных, охватывающих мозг человека и тех биологических видов, с которыми читатель встретится в книге: червяки, моллюски, кальмары, дрозофилы, пчелы и даже лобстеры.

Исследователи прочесывают этот океан для получения ценной информации о строении и работе головного мозга. Мы в большей степени располагаем знаниями относительно первого аспекта, но ответы зачастую наводят на новые вызывающие интерес вопросы.

Тем временем мозг по-прежнему окутан тайнами и загадками. Нет никакой гарантии, что этот развитый комплекс, состоящий из клеток, химических веществ и электрических импульсов, способен в полной мере осознать собственный механизм деятельности. Изучение мозга — это все еще изучение объекта, способного мыслить, что затрудняет задачу. Однако на сегодняшний день наука подкидывает нам куда больше тем для размышления, чем когда-либо. Итак, начнем.



L o b o p a r i e t a l e



Genu corp. callos.
 Corpus callosum
 Splenium corp. callos.
 Ventr. septi pellucid.
 Fornix
 Tela choroid. super.
 Ventric. III.
 Gland. pineal.
 Foram. Monroi
 Commiss. anter.
 Commiss. med.
 Thalam. optic.
 Corp. quadrig.
 Lobo temporale
 Hypophysis
 Infundib.
 Tuber ciner.
 Corp. mammill.
 Ventric. IV.
 Pons
 Vel. med. ant.
 Varoli
 Medulla oblong.
 Sulc. longit. ant.
 Pyramis
 Canal. central.
 Sulc. hor.
 Arbor vitae
 Cerebellum
 Funic. gracil.

Глава 1

ВСКРЫВАЯ МОЗГ



Путешествие внутри головы

Когда древние австралопитеки в фильме Стэнли Кубрика «2001 год: Космическая одиссея» (1968) используют кости в качестве оружия, в своей первой схватке они целятся в голову. Похоже, это одно из ранних открытий, связанных с мозгом: пробей череп — и жертва больше не встанет! Как это ни прискорбно, методика прижилась и вошла в обиход, о чем свидетельствуют останки древних людей.

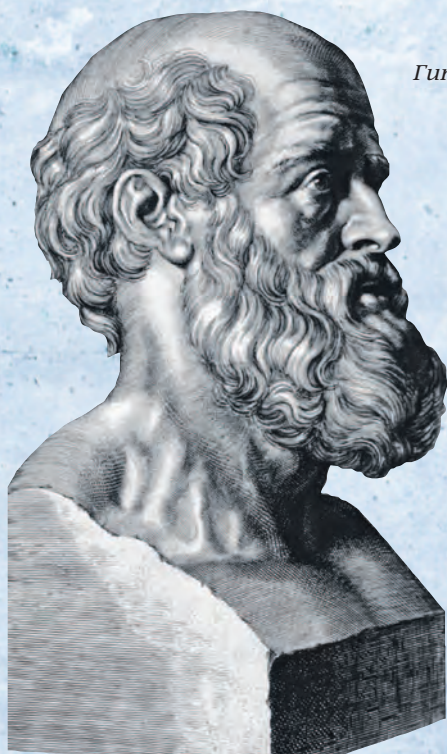
Некоторые останки демонстрируют примеры более аккуратного вскрытия черепной полости. Сверление отверстий в черепных коробках у живых людей практикуется не менее 7000 лет. Мы мало знаем о причинах, по которым это делалось, но это позволяет предполагать раннее признание того факта, что внутри черепа происходит нечто важное.

В Древней Греции мозг и сердце боролись за право считаться главным жизненно важным органом. Примерно в 400 году до н. э. Гиппократ, отец-основатель западной медицины, утверждал, что мозг отвечает за ощущения. Вероятно, к этому выводу он пришел, увидев на вскрытии сенсорные нервы, входящие в головной мозг. Он также был убежден, что эта странная мясистая масса внутри черепной коробки порождает мыслительную деятельность. Эта гипотеза шла вразрез с канонами прошлого, которые гласили, будто бы вместилищем ощущений и разума является сердце. Аристотель, современник Гиппократа, придерживался традиционных представлений и наделял мозг единственной функцией — охлаждения крови.

Исследования мозга животных позволили Галену, римскому последователю Гиппократа, перейти к теоретическим предположениям о тех частях мозга, которые можно увидеть невооруженным взглядом. Общая картина все же оставалась неясна: внутри головного мозга находятся полости, заполненные жидкостью, или желудочки, и Гален задавался вопросом: может ли жидкость, поступающая из нервов в желудочки, порождать ощущения? Идея гидравлического мозга выдержала и более



Трепанация зародилась в разных уголках земного шара еще тысячелетия назад. Свидетельством проведения данной операции служат древние останки черепов, обнаруженные на территории современной Дании (изображение с одним отверстием) и Новой Зеландии



Гиппократ

Элиус Галенус
(Гален)





Кадр из фильма
Стэнли Кубрика
«2001 год: Косми-
ческая одиссея»

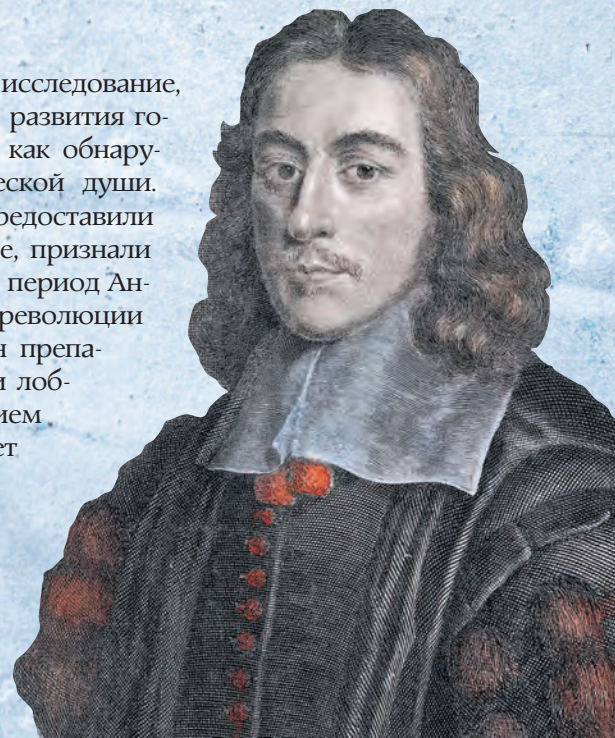
подробное вскрытие Андреаса Везалия, великого анатома эпохи Возрождения, который исключительно из научных соображений препарировал головы казненных преступников. Вместе с тем именно Гален способствовал обращению внимания ученых больше на подлинное вещество мозга, а не на то, что мы сейчас называем *спинномозговой жидкостью*.

Томас Уиллис исследует ГОЛОВНОЙ МОЗГ

КАК ВЫ МОГЛИ ПРАВИЛЬНО ЗАМЕТИТЬ, ВЫШЕИЗЛОЖЕННАЯ МЫСЛЬ СОЧЕТАЕТ В СЕБЕ МУДРОСТЬ СОВРЕМЕННОСТИ И АНТИЧНОСТИ. Британский анатом Томас Уиллис, основатель науки о мозге, в своем труде «Анатомия мозга» (*Cerebri Anatome*, 1664) впервые вводит понятие «*неврология*». В своей теории он оперирует понятиями «душа» и «дух», которые, по мнению его предшественников, располагаются в желудочках головного мозга.

Томас Уиллис провел сравнительно-анатомическое исследование, для того чтобы выявить закономерности строения и развития головного мозга человека и животного и установить, как обнаруженные различия объясняют бессмертие человеческой души. Ему присудили степень доктора медицины и предоставили должность профессора в Оксфордском университете, признали как человека широких интеллектуальных интересов в период Английской буржуазной революции XVII века. После революции у него появился серьезный интерес к вскрытию: он препарировал шелковичных и дождевых червей, устриц и лобстеров, сравнивая полученные результаты со строением человека. Можно представить, как Томас Уиллис дает наставления своему ученику Ричарду Лоуэру, спешно проводящему вскрытие свежего трупа, указывая на детали, которые позже запечатлеет Кристо-

«Головной мозг является основным местом расположения разумной души у человека и чувствующей души у животного; он служит источником идей и движений»



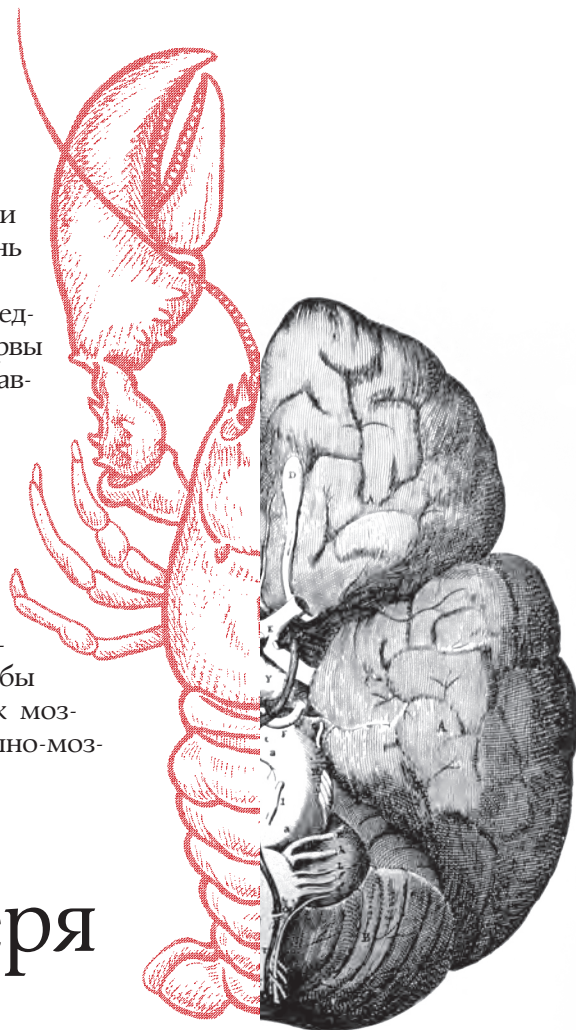
Система кровообращения в области головы и туловища («Полный атлас описательной анатомии». Авт.-сост. доктор Жозеф-Николя Масс, 1864)



фер Рэн. Вероятно, они пробовали сохранить ткани головного мозга в алкоголе и укусе, что было не очень эффективно, а потому работа требовала скорости.

Все же ему удалось уточнить анатомическое наследство предшествующих авторов, указав новые нервы и кровеносные сосуды и обозначив различные составляющие мягких тканей мозга. Это был переломный этап в смещении фокуса с желудочковых жидкостей на другие ключевые структуры мозга.

В связи с этим возник новый подход к теоретизированию. Уиллис связал расстройства психики с различиями, которые он обнаружил при исследовании мозга умерших пациентов. В его идею о природе головных болей широко верили до конца XX века (по мнению Уиллиса, головные боли якобы возникают, когда дополнительный приток крови к мозгу заставляет расширенные сосуды сжимать черепно-мозговые нервы).



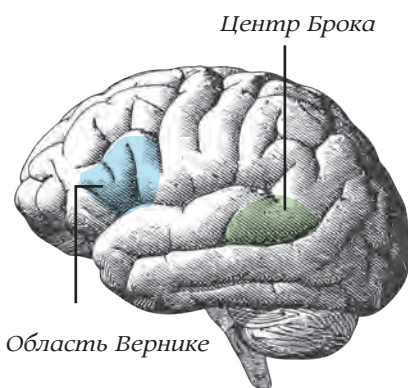
(Частичная) потеря умственных способностей

Аккуратно выполненное вскрытие позволяет составить целостное представление о строении головного мозга. Будучи продолжением спинного мозга, этот сгусток мягких тканей обладает сложной структурой: он состоит из двух морщинистых полушарий, каждое из которых подразделяется на множество легко идентифицируемых областей. К несчастью для студентов, специализирующихся на изучении мозга, они были скрупулезно снабжены латинскими названиями. Ранние анатомы сумели разглядеть *червь мозжечка* (червь), *гиппокамп* (морской конек), *колликулус* (холмик) и даже *таламус* (покои).

Возникает вопрос: выполняют ли различные области различные функции? Удаляя участки мозга из-за болезней или травм, ученые все больше приближались к ответу. Однако соотнесение недоста-



Поль Брока



Карл Вернике

ющей части головного мозга с утраченной функцией не исчерпывало вопроса, как и изъятие стартерного двигателя из машины обездвиживает ее, но не означает, что именно этот механизм отвечает за работу всего транспорта. Но нанесение поражений на карту строения головного мозга помогло установить локализацию функций в коре головного мозга, или, проще говоря, сопоставить области мозга с теми активностями, в которых они принимают участие.

В 1861 году французский хирург Поль Брока представил результаты диагностики французского пациента Луи Виктора Леборна, который в течение 21 года был практически лишен способности к речи и мог произносить только одно слово — «тан» («пора» в переводе с французского), а в приступах ярости ругался. Посмертное вскрытие показало, что у пациента была повреждена передняя область коры левого полушария. Наблюдение за пациентами с аналогичными случаями нарушения речи после перенесенного инсульта или черепно-мозговой травмы навело ученого на мысль, что *афазия* (потеря речи) наступает в результате повреждения участка, который теперь носит название «*центр Брока*».

В 1870-х годах немецкий ученый Карл Вернике описал иной тип афазии, когда человек сохраняет способность говорить, но при этом чужую речь распознать не может. Такое нарушение функций возникает при повреждении другой области мозга, теперь именуемой *областью Вернике*.

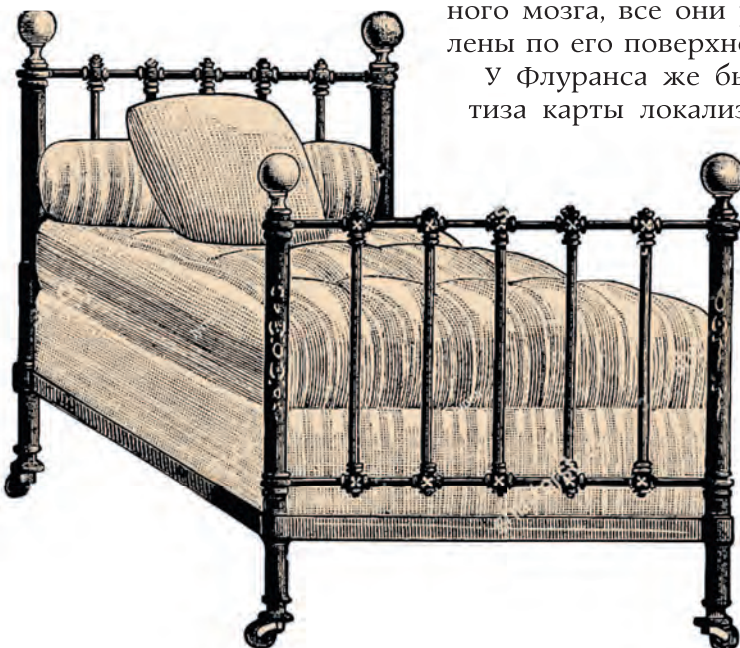
Открытия Поля Брока и Карла Вернике способствовали возобновлению исследований относительно локализации функций в головном мозге. Ученые поставили под сомнение выдвинутую 50 годами ранее теорию Мари-Жан-Пьера Флуранса о том, что, несмотря на прямую связь некоторых функций с корой головного мозга, все они равномерно распределены по его поверхности.

У Флуранса же была собственная цель — экспертиза карты локализации функций в коре головного мозга, составленной френологом Францом Йозефом Галлем без внимания к внутренним областям мозга. В результате проведенного эксперимента, который состоял в поочередном удалении областей головного мозга животных и наблюдении за последствиями, Флуранс не обнаружил специфических связей между определенными участками головного мозга и функциями. Его исследование подверглось критике со стороны ученых,



Гиппокамп

Таламус





которые обвиняли Флуранса в том, что при удалении мозговой ткани слоями он мог повредить сразу несколько специализированных областей. Однако эксперименты Флуранса положили начало уничтожению френологии как науки и вместе с ней теории локализации. Это была ранняя вспышка все вновь возобновляющейся дискуссии, от чего же зависят способности мозга: от определенных областей или же от органа в целом.

Также Флуранс в своих экспериментах предвосхитил недавнее открытие в нейробиологии. Хотя он знал, что пораженные области головного мозга не подлежат регенерации, некоторые животные восстанавливались после его операций. Сейчас мы можем наблюдать это как раннее свидетельство впечатляющей пластичности мозга: при повреждении одной из его частей ее функции принимает на себя другая часть. Эта способность особенно важна для пациентов, перенесших инсульт.

Мари-Жан-Пьер Флуранс



Иллюстрации из книги Л.А. Вота «Практический считыватель характера», 1902. В книге демонстрировались взаимосвязи между формой головы, чертами лица и характером человека

При помощи огромного количества инструментов для измерения черепных костей, а также оценок характера в вызывающем стиле Галля он составил карту с 27 особенностями, определяющими личность: милосердие, радость, добросердечность, жажда поживиться, родительская любовь и др. Также он выделял области, которые определяют склонность человека к поэзии, музыке, арифметике, механике и религии.

Схема представленной модели черепа со скрупулезно нанесенными на нее областями с современной точки зрения выглядит довольно странно. В это сложно поверить, но еще совсем недавно, в XIX веке, находились приверженцы данной теории, невзирая на доказательства, свидетельствующие о непричастности деятельности головного мозга к неровностям и впадинам на черепе.

ФРЕНОЛОГИЯ

Франц Йозеф Галль был величайшим анатомом, занимавшимся мозгом, со времен Томаса Уиллиса. Но вошел в историю немецкий ученый не из-за превосходных вскрытий, а благодаря идее о возможности установления характера человека по внешнему виду его черепа. В конце XVIII века он разработал великолепную схему, в основу которой легли две концепции: 1) за конкретными областями мозга закреплены определенные психологические черты; 2) сопоставить размеры этих областей мозга можно по выступающим шишкам головы.

Франц Йозеф Галль



Потерянный и возвращенный мир

Хоть вклад в науку — это лишь жалкое вознаграждение, несоизмеримое по своей величине с потерей части головного мозга, тем не менее полученные на войне травмы и увечья все же позволили некоторым несчастным обогатить нейробиологию новыми знаниями.

Так, поистине выдающимся стал случай, который произошел в 1848 году в Соединенных Штатах Америки с железнодорожным служащим Финеесом Гейджем: мужчина чудом выжил после сквозного проникновения в его череп металлического стержня для уплотнения скважины взрывчаткой. В результате несчастного случая в личных качествах Гейджа произошли ощутимые изменения: некогда спокойный работник превратился в импульсивного хама. В ходе стихийного «эксперимента» случай с изменившимся характером Гейджа послужил свидетельством того, что мозговое вещество, удаленное из лобной коры, отвечает за нравственное поведение. Позднее историки восстановили хронологию последних лет его жизни — выяснилось, что спустя некоторое время Гейдж продолжил работать. Такое восстановление самочувствия Финееаса вписывается в современные представления о пластичности головного мозга.

Войны XX века не стали исключением и также преподнесли науке множество ценных экземпляров. По окончании Второй мировой войны известный советский психолог и один из основателей отечественной нейропсихологии Александр Романович Лурия занялся активным изучением пациентов, получивших на войне черепно-мозговые травмы различной тяжести. Случай офицера Красной армии Льва Засецкого наглядно продемонстрировал возможности человеческого мозга и пределы его пластичности: офицер получил пулевое ранение в го-



Финеес Гейдж

На данной литографии (1850) показана травма головы Финееаса Гейджа, которая способствовала важным достижениям в понимании функционирования человеческого мозга

