

МОЗГ

ИСТОРИЯ, ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

Том Джексон



Издательство АСТ
Москва

Содержание

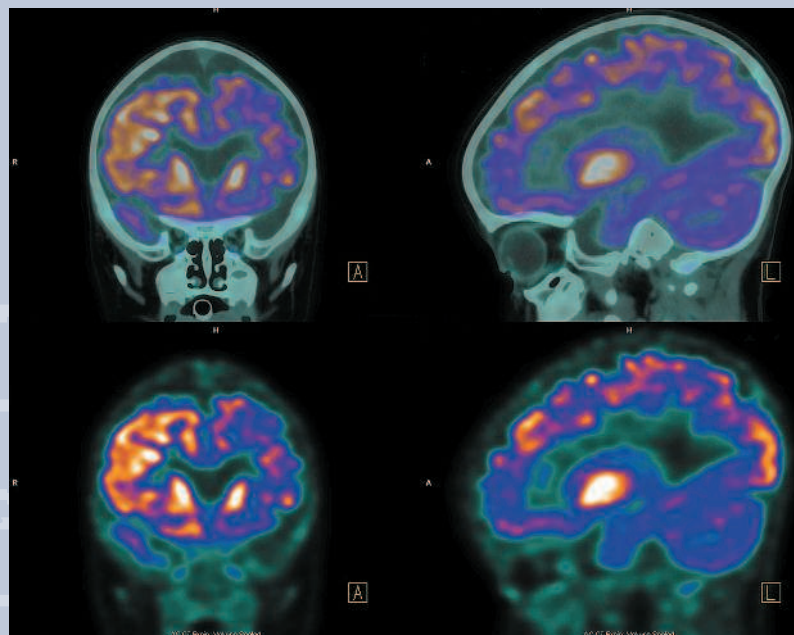
ВВЕДЕНИЕ

- 1 Отверстие в голове 10
- 2 Мозг древнего египтянина 12
- 3 Дурной глаз 13
- 4 Представления о мозге в Древнем Китае 13
- 5 Гиппократ и его теория жидкостей 14
- 6 Теории зрения 15
- 7 Три души 16
- 8 Древние теории сна 17
- 9 Гален и его проводящие пути 18

10	Мозг в разрезе	19
11	Летающий человек	20
12	Оптика глаза	20
13	Страсти и чувства	22
14	Танцевальная мания	22
15	Восковые модели Леонардо да Винчи	23
16	Аллюзии Микеланджело	24
17	Анатомические опыты Везалия	25
18	Болезнь ведьм	26
19	Апоплексия	26
20	Декарт: разум и рефлексы	28
21	Виллизиев круг	30
22	Функциональная анатомия	31
23	Пляска святого Вита	32
24	Природа знания	33
25	Идеализм	33
26	Перекрёст зрительных нервов	34
27	Животное электричество	34
28	Френология	36
29	Болезнь Паркинсона	38
30	Закон Белла – Мажанди	39
31	Нейрон	40
32	Анестетик	42
33	Финеас Гейдж	44
34	Неврология уха	45
35	Обоняние	46
36	Глиальные клетки	47
37	Речевой центр	48
38	Вкусовые рецепторы	49
39	Нейробиология и расизм	50
40	Электрическая стимуляция	52
41	Расстройство настроения	53
42	Нервные сети	54
43	Сенсорные и моторные центры	55
44	Фантомные конечности	56
45	Чарлз Дарвин об эмоциях	57
46	Структура глаза	58
47	Черная реакция	60
48	Интенциональность	61
49	Микротом	61



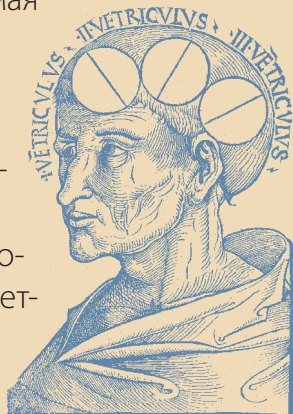
50	Электроэнцефалография	62
51	Гипноз	63
52	Нарколепсия	64
53	Зрительная кора	64
54	Синдром Туретта	66
55	Теория эмоций Джеймса — Ланге	67
56	Одностороннее доминирование	68
57	Психоанализ	70
58	Депривация сна	72
59	Функции всего мозга	72
60	Тактильные рецепторы	73
61	Синапсы	74
62	Автономная нервная система	76
63	Биполярное аффективное расстройство	77
64	Апраксия — двигательные расстройства	78
65	Деменция	78
66	Дислексия	80
67	Функциональная карта мозга	80
68	Симптомы и функции	82
69	Шизофрения	82
70	Эпилепсия	84
71	Нервный центр: стриатум	85
72	Коэффициент интеллекта IQ	86
73	Мозжечок	88
74	Гештальт-движение	89
75	Нейромедиаторы	90
76	Эквипотенциальность и общая активность	91
77	Гипоталамус	92
78	Теории слуха	93
79	Электросудорожная терапия	94
80	Лоботомия	95
81	Аутизм	96
82	Конституциональная психология	97
83	Мозолистое тело	98
84	Половина мозга: одностороннее пространственное игнорирование	98
85	Слышащий мозг	99



86	Бихевиоризм	100
87	Лимбическая система	101
88	Мозговые машины	102
89	Когнитивно-поведенческая терапия	103
90	Потенциал действия	104
91	Цикл сна	106
92	След памяти	108
93	Кома	109
94	Позитронно-эмиссионная томография	110
95	Идентичность	110
96	Функциональная магнитно-резонансная томография	112
97	Парапсихология	113
98	Проблемы самосознания	114
99	Личность или неврология?	116
100	Программируемый мозг	117
101	Мозг: основы	118
	Нерешенные вопросы	124
	Выдающиеся нейробиологи	130
	Головоломки и оптические иллюзии	140
	Ленты времени	152
	Список источников	164
	Алфавитный указатель	165

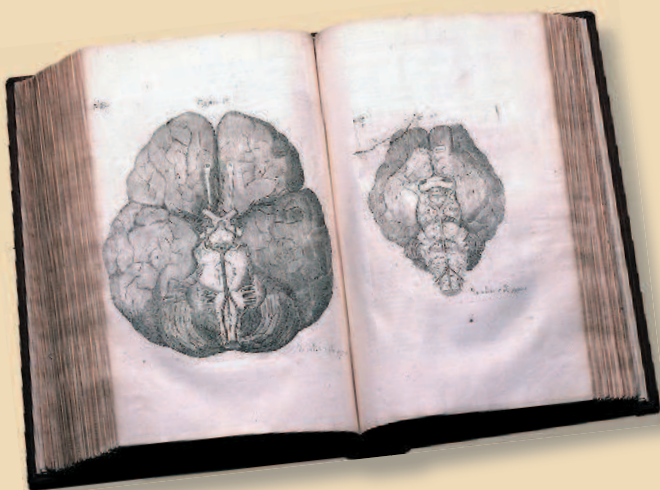
Введение

Человеческий мозг с его 83 миллиардами нервных клеток и триллионом проводящих путей — самая сложная система во Вселенной. В то же время мозг — это всего лишь три фунта жира и протеина внутри головы. Стремление понять, как одно сочетается с другим, и является содержанием и целью нейробиологии.



Открытия и мысли великих ученых всегда удивительны, и в этой книге собраны истории о них. Каждая глава посвящена одной из волнующих проблем, которая со временем воплотилась в открытие, изменившее наше представление о мозге. И с каждым шагом мы будем узнавать немного больше о самих себе.

Термин «нейробиология» относительно новый, он возник в 1960-х годах. Поэтому может показаться, что наука занималась изучением мозга и нервной системы менее ста лет. Но если поколение нейробиологов, посвятивших себя исследованию работы мозга, еще относительно молодо, то истоки самой науки относятся к тем временам, когда появились неврологи, положившие начало изучению человеческого мозга. Невроло-



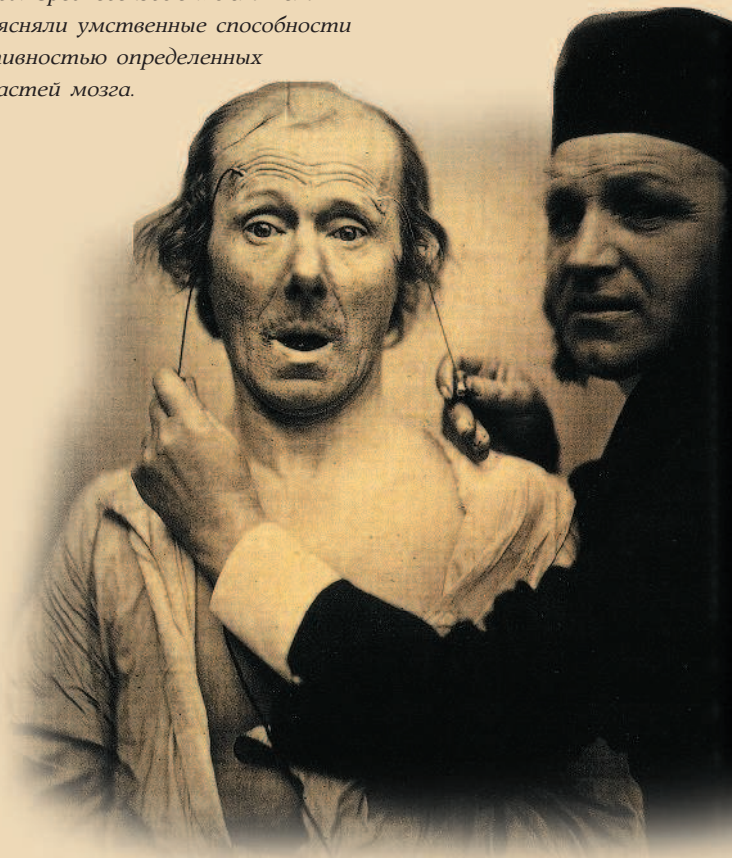
Английский анатом Томас Уиллис опубликовал детальные изображения мозга в 1664 г. и предложил термин «неврология».

гия — одна из ветвей медицинской науки, занимающаяся расстройствами мозга. Формально она уходит корнями в XVII век, однако врачи занимались умственными расстройствами и травмами мозга задолго до этого. Именно случаи нарушения деятельности мозга дали первые ключи к пониманию того, как он работает.

Голова или сердце?

Врачи древности обладали некоторыми познаниями относительно того, как справляться с повреждениями головы, но лишь в некоторых культурах отдавалось должное самому мозгу. Большую часть периода Античности на мозг обращали внимание в первую очередь из-за его способности «охлаждать» кровь, а не

Слева: Средневековые мыслители объясняли умственные способности активностью определенных областей мозга.



Гийом Дюшен, французский невролог XIX в., использовал электрический ток, чтобы «подобраться» к нервной системе. И результаты всех удивили!

из-за центральной роли для всего организма. Честь быть таким центром была отдана сердцу, которое считалось вместилищем эмоций и души (мы и сегодня относимся к нему так же). Изменения во взглядах происходили очень медленно, но со временем, от столетия к столетию, истинная природа мозга открывалась все с большей полнотой. Ученые стали понимать,



Жан Мартен Шарко демонстрирует искусство гипноза. 1870-е гг.

что паралич, потеря речи, слепота, глухота и изменения личности были связаны с нарушениями в мозге. Здравый смысл подсказывал, что мозг управляет всем телом. В действительности здравый смысл был одним из первых принципов нейробиологии, предложенных исламским ученым Авиценной, жившим в X веке. Он отмечал, что мозг собирал информацию от разных органов чувств и анализировал ее — суммировал и извлекал смысл, причем здравый.

Извлекь смысл

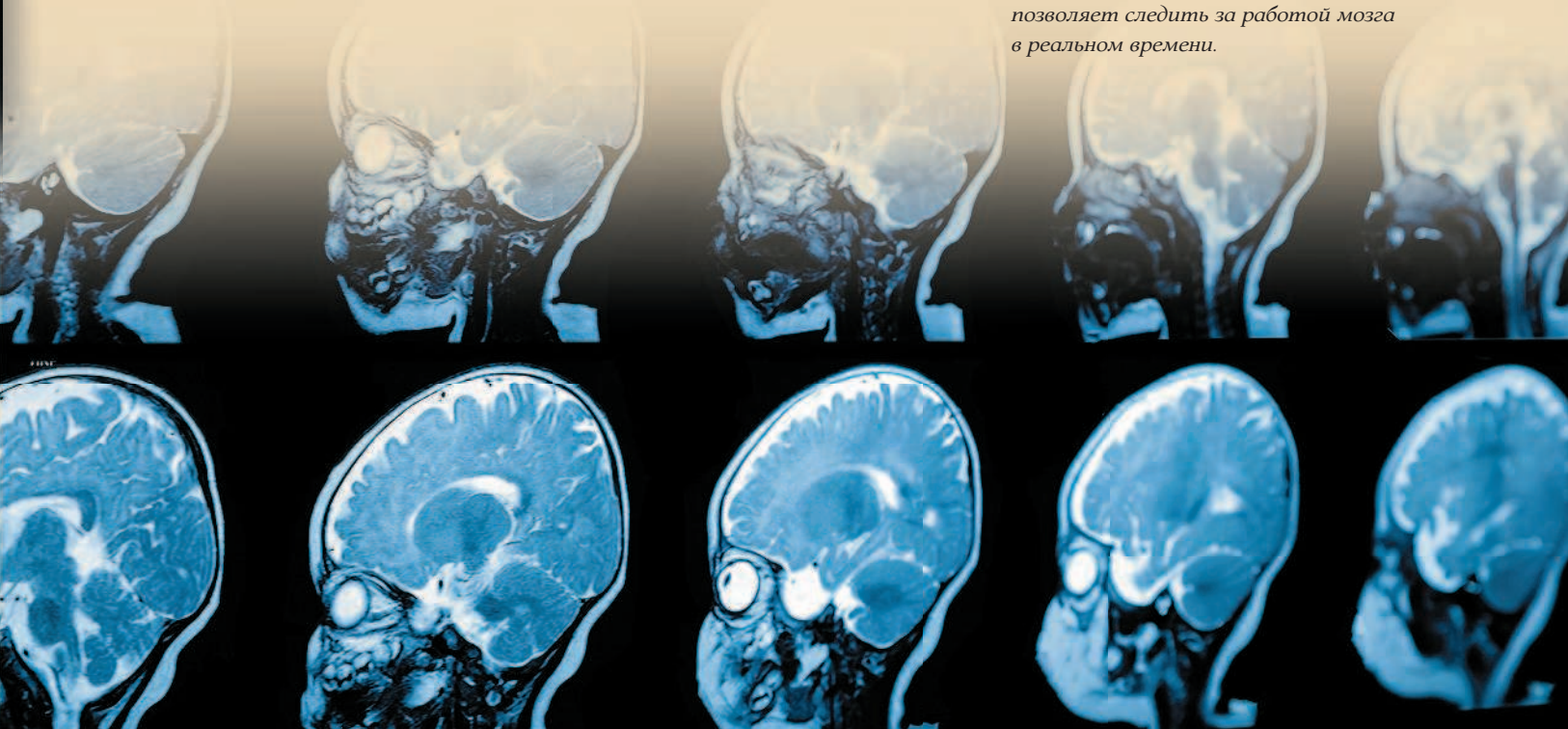
Мозг занимает центральное место в нервной системе, которая включает помимо него спинной мозг и сеть нервов, пронизывающих каждый уголок нашего тела. Кроме того, в состав нервной системы входят и все органы чувств — глаза, уши, нос и прочие, и именно

изучение функций этих органов позволило понять внутренние механизмы деятельности мозга. По мере развития науки неврологи все глубже проникали в мозг животных с тем, чтобы проникнуть в суть их способностей. И это часто вызывало критику со стороны широкой публики. Возникла необходимость в усовершенствованной методике исследований: электростимуляция носила менее инвазивный характер и давала возможность ученым работать с людьми. Использование микроскопа открыло новые способы изу-

чения мозга, что позволило определить его структуру и характер функционирования его клеток.

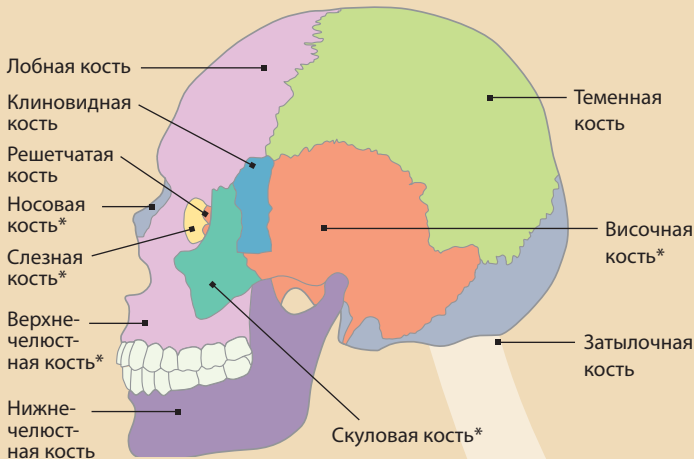
Неврология тесно связана с психиатрией — направлением медицины, имеющим дело с расстройствами психики. Для того чтобы получить правильное представление о том, как функционирует мозг — его мнемоническая система, структуры, обеспечивающие самосознание, способность к абстрагированию, предсказанию и планированию будущего, — орган необходимо изучать в его нормальном состоянии. Это направление исследований и стало полем деятельности нового типа исследователя — нейробиолога. Нейробиологи совершили много удивительных открытий, однако еще больше тайн пока остаются неразгаданными. Давайте обратимся к тому, что нам уже известно и что еще предстоит раскрыть.

Современная медицинская визуализация позволяет следить за работой мозга в реальном времени.



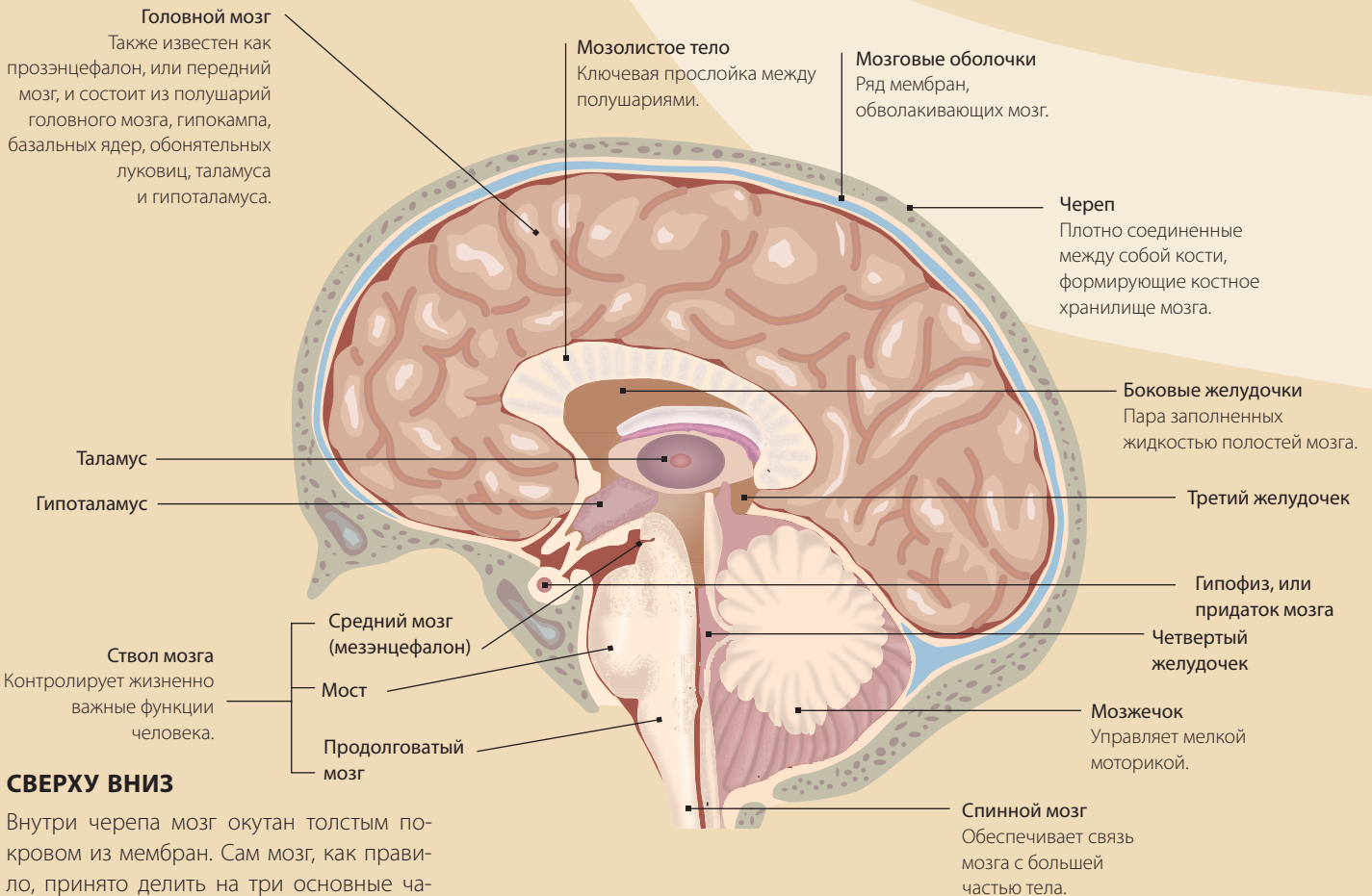
Внутри головы

В 2009 г. был запущен Проект человеческого коннектома. Целью его было построить «коммутационную диаграмму» человеческого мозга. Этот амбициозный проект еще находится в процессе создания, и в случае успеха он прольет яркий свет на то, как все части мозга работают как единое целое. А мозг состоит из множества отдельных частей и оболочек в зависимости от их сложности. Например, верхний уровень включает крупные структуры, такие как мозжечок и полушария мозга, которые были идентифицированы на раннем этапе развития анатомической науки еще столетия назад. Более пристальный взгляд вскрывает все бóльшую дифференциацию структур и функций разных частей мозга. На мельчайшем уровне находится энграмма, физическая запись памяти или мысли, состоящая из связанных между собой клеток мозга. По крайней мере, мы сегодня так думаем. Пока крупницы знаний о том, как строятся взаимосвязи отдельных структур мозга, позволяющие им функционировать как единое целое, ускользают от нашего внимания и труднодостижимы. Но поиски ответа на самые животрепещущие вопросы ни на минуту не останавливаются.



КОСТИ ЧЕРЕПА

Череп человека (включая челюсть) состоит из 22 отдельных костей. Некоторые из них парные (они обозначены звездочкой), на рисунке не показаны сошник и две носовые раковины, скрытые в носовой полости.

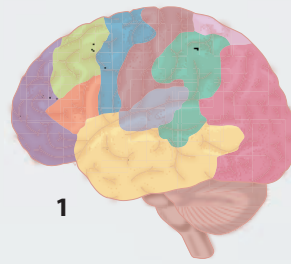


СВЕРХУ ВНИЗ

Внутри черепа мозг окутан толстым покровом из мембран. Сам мозг, как правило, принято делить на три основные части: большой головной мозг, мозжечок и ствол мозга.

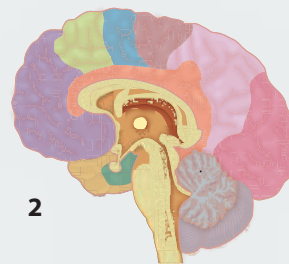
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ

Мозг также можно охарактеризовать посредством описания его функций, т. е. указав, какие функции каким элементам соответствуют. Вопрос о локализации функций мозга все еще остается открытым, и похоже, что многие локусы вовлечены в выполнение нескольких различающихся функций. Но все же показанные нами диаграммы дают достаточно полное представление о том, что происходит в вашей голове. Первая диаграмма предлагает вид сбоку, вторая — внутренний разрез мозга, а третья — вид сверху.



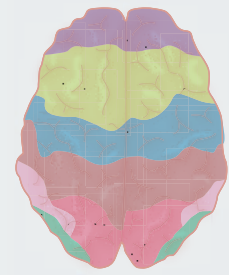
1

- Высшие психические функции
- Движение глаз
- Речь
- Произвольные движения
- Ассоциативные функции
- Сенсорная зона (органы чувств)
- Слух
- Восприятие речи
- Зрение
- Координация движений



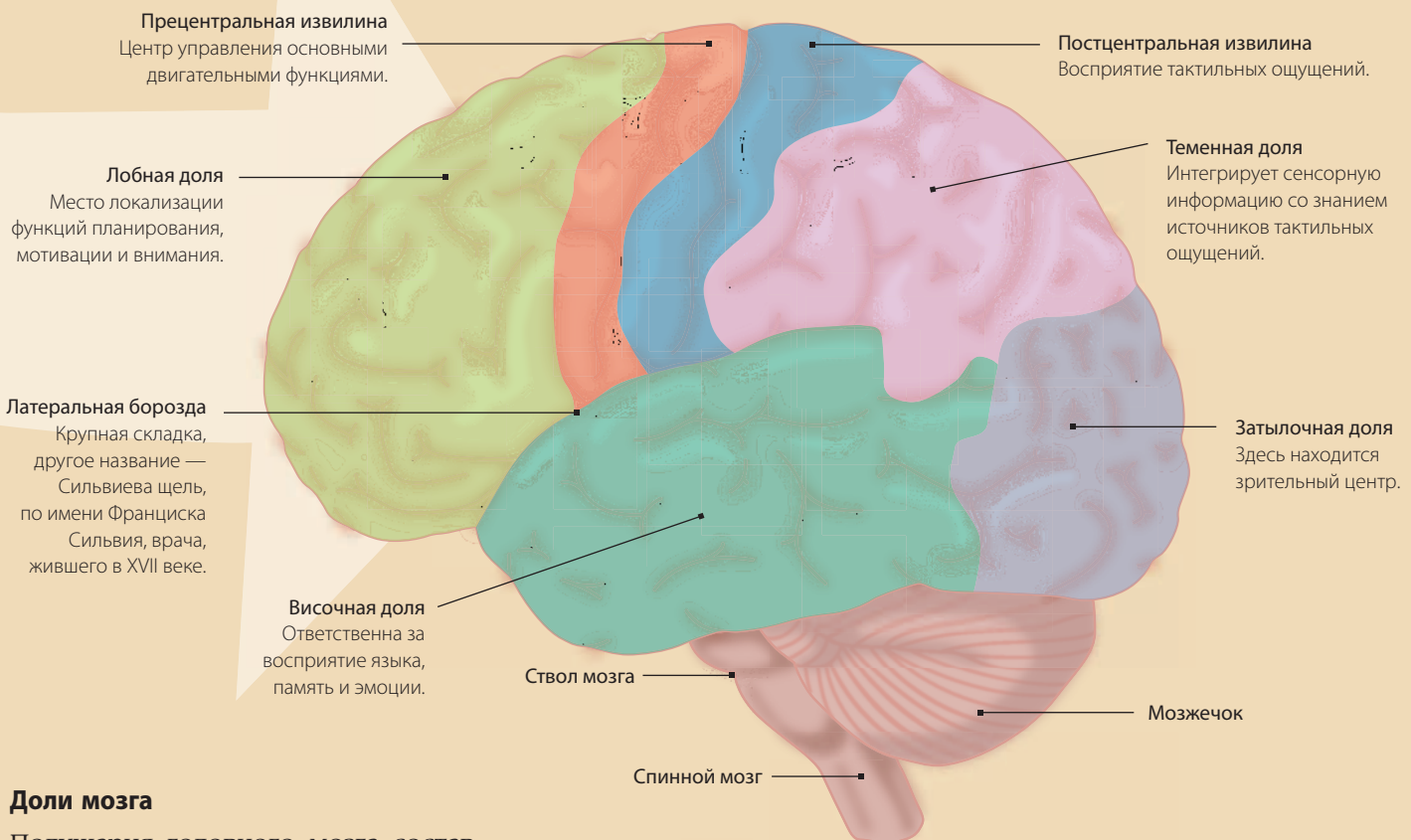
2

- Высшие психические функции
- Движение глаз
- Эмоции
- Сенсорная зона (органы чувств)
- Соматосенсорная кора
- Зрение
- Произвольные движения
- Координация движений



3

- Высшие психические функции
- Движение глаз
- Произвольные движения
- Сенсорная зона (органы чувств)
- Соматосенсорная кора
- Восприятие речи
- Зрение



Доли мозга

Полушария головного мозга составляют большую часть переднего мозга. Полушарий два, каждое из них поделено на четыре доли.

1 Отверстие в голове

Мозг — совершенно уникальный орган. Доисторические факты свидетельствуют о том, что осознание этой истины, сформированное интуитивно или в процессе обретения людьми опыта, существовало уже давно. Одна из причин, позволяющая нам делать такой вывод, заключается в том, что некоторые ископаемые черепа человека доисторической эпохи хранят в себе следы хирургических вмешательств.

ГОЛОВА КАК ЦЕЛЬ

Многие ископаемые черепа гоминидов хранят на себе следы тупой травмы, в основном это результат того, что их головы были разбиты. Следы указывают на то, что даже самые примитивные из наших обезьяноподобных предков осознавали, что если необходимо уничтожить соперника, то лучший способ — целиться в голову.



В начале XIX века в руках Александра Франсуа Барбье дю Бокажа, французского географа, оказался череп древнего человека. Обнаруженный на севере Франции, череп имел повреждение — значительных размеров отверстие. Подобные образцы ранее обнаруживали и другие ученые, но, похоже, такие находки были особенно характерны для территории Франции. Дю Бокаж сразу узнал эти отверстия — это были следы удаления фрагмента кости, а не результат травмы. В Средние века, а иногда и позже, врачи проводили процедуру удаления частей кости черепа. Процедура называлась трепанацией. Термин восходит к старофранцузскому существительному, обозначавшему сверло или бур (только представьте себе, какое жуткое зрелище она представляла!).

Образец черепа, найденного дю Бокажем, демонстрировал признаки того, что кость имела шансы зарости, так что трепанация не была смертельной для человека. Между тем истинное значение открытия было утеряно для дю Бокажа и всего остального научного сообщества на несколько десятилетий.

Хирурги каменного века

К концу XX века коллекция черепов со следами трепанации, собранных со всей Европы, оказалась довольно внушительной. Поразительным был тот факт, что эти образцы относились к периоду 10 000-летней давности, а возможно, даже к более ранним эпохам. Это означает, что до нас дошли следы тех времен, когда в районах их находок еще не существовало постоянных поселений людей, сельское хозяйство еще не возникло, не был освоен металл и технологии, основанные на металле, отсутствовали. Другими словами, обнаружили люди каменного века, подвергшиеся своего рода «каменно-вековой» хирургии. Можно только догадываться, с определенной долей ужаса, какие инструменты тогда использовались. Самыми острыми предметами, имевшимися в распоряжении тогдашних «хирургов», можно полагать, были кусочки вулканиче-



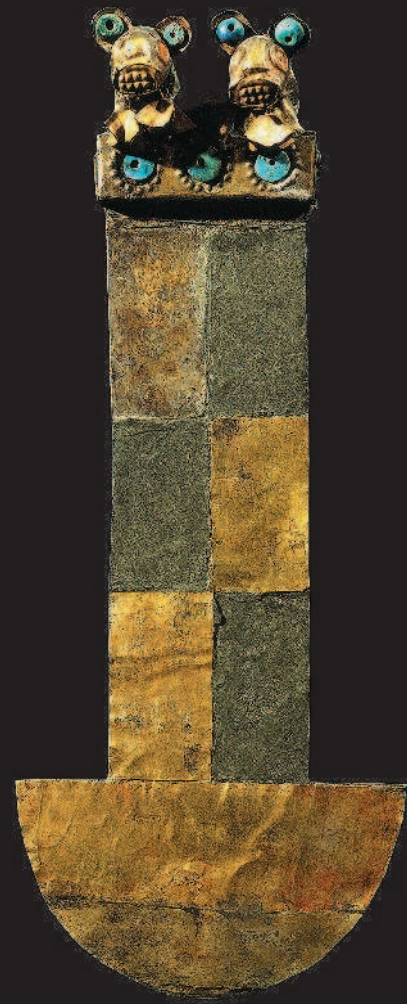
На черепе видны три отверстия — следы трепанации. Чтобы операция была успешной, нож хирурга должен был остановиться в миллиметре от мембраны, окружающей мозг, чтобы не пронзить ее.

ского стекла и кремния, края которого заострялись, либо крупные морские раковины. Применялись ли эти инструменты для соскабливания кости или выбивания кусков кости из черепа, остается только догадываться. В большинстве случаев отверстия находятся на поверхности теменной кости, покрывающей боковую часть головы, которая более доступна и где, очевидно, легче удалить кусочек кости. На черепах более позднего периода, когда, как можно полагать, орудия труда усовершенствовались, отверстия чаще обнаруживаются на лобной кости. Возможно, такое расположение места трепанации рассматривалось как более действенное.

Практика трепанации, по всей видимости, была распространена по всему миру, в Азии и Европе — определено. Другим таким ареалом был Перу, где почти половина всех обитателей любого места захоронения демонстрирует следы по меньшей мере одной процедуры трепанации черепа.

Способ лечения или ритуал?

Мы все еще доподлинно не знаем, почему в доисторических обществах людям вырезали отверстия в головах. Аналогичная процедура, практикуемая сегодня, краниотомия, используется для удаления кости черепа с целью ослабить внутричерепное давление, оказывающее воздействие на мозг. Высказывалось предположение о том, что трепанации в древности служили средством излечения переломов черепа. Однако на образцах черепов часто имеется больше чем одно отверстие, что, очевидно, исключает гипотезу о том, что трепанация применялась в древности как медицинское средство. Аналогичными были и средневековые рассуждения о смысле и значении трепанации: они выпускали на свободу демонов, заполонивших головы людей и вызывавших головную боль, припадки и видения. Поразительная частота трепанаций черепа в обществах Нового Света наводит на мысль о том, что через эту процедуру проходили даже здоровые люди. Возможно, они верили, что таким образом открываются сверхъестественным силам. Какой бы ни была причина этого явления, очевидно, что даже наши самые примитивные предки осознавали тот факт, что голова есть ключ к их благополучию.



Бронзовый нож, или туми, сходный с теми, которые использовались в Древнем Перу для трепанации черепа в I тысячелетии нашей эры.

Раненый человек

В пещерах Ласко на юге Франции находятся самые древние из известных на сегодня произведения искусства. Большая часть сохранившихся здесь рисунков, созданных 17 300 лет назад, представляет собой изображения животных. Лишь на одном рисунке фигура человека, который кажется раненым, возможно, зубром или предковым видом коровы, нападающей на него. Кроме так называемого «раненого человека» на рисунке изображена птица, которую некоторые ученые трактуют как символ человеческой души, покидающей его в момент смерти. Голова человека, изображенная в форме птицы, возможно, указывает на то, что древний художник связывал душу человека с головой, очевидно, считая, что здесь располагаются его жизненные силы.



2 Мозг древнего египтянина

ПЕРВЫМИ ИЗВЕСТНЫМИ В ИСТОРИИ ВРАЧАМИ БЫЛИ ДРЕВНИЕ ЕГИПТЯНЕ. Это были отчасти доктора, отчасти священнослужители, демонстрировавшие обширные практические знания. Однако для них главным органом было сердце; мозг казался им куда менее значимым.

Самыми ранними образцами медицинских учебников были египетские папирусы, дошедшие до нас сквозь все последующие века. Один из них, папирус Эберса, был спрятан между ног мумии, датированной 1550 годом до н. э. Второй, который, как предполагают, на несколько десятков лет моложе, «Папирус Эдвина Смита» (названный так по имени английского египтолога XIX века). Папирус содержит слова Имхотепа, которые многократно переписывались, — египтянина, жившего более чем за 1000 лет до возникновения папируса. (Кроме того, что Имхотеп был первым признанным всеми историками врачом на Земле, он был архитектором первой египетской пирамиды, построенной в Сахаре для фараона Джосера приблизительно в 2600 году до н. э.) Согласно египетской медицинской доктрине хорошее здоровье проистекает из сердца, где берут начало каналы, содержащие кровь, воздух, слизь и все виды прочих телесных жидкостей, циркулирующих по всему телу. Согласно их канону повреждения и раны на мозге или в каком-либо другом месте головы должны были быть излечены, поскольку они могли тем или иным образом блокировать эти каналы.

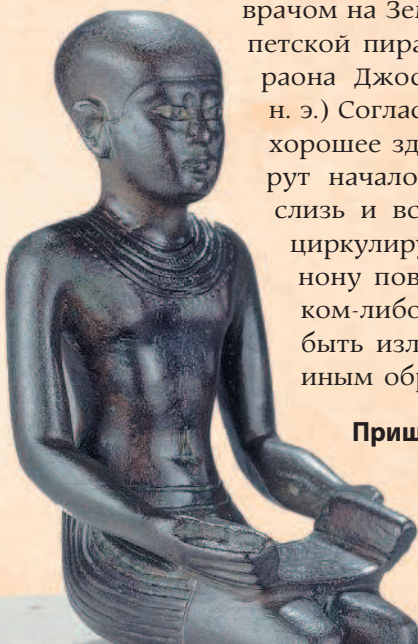
Пришвартовывание

Как Имхотеп, так и его позднейшие интерпретаторы осознавали, что раны на голове могли сопровождаться появлением некоторых симптомов в других частях тела, таких как, например, потеря подвижности одной стороны тела. Их рассуждения о повреждениях на мозге скорее напоминают фильмы ужасов. После осмотра пациента с целью установления, есть ли на черепе переломы, врачу рекомендуется вставить пальцы в отверстие. Это действие, как правило, должно заставить пациента «премного содрогнуться». В случае если появляются и другие симптомы, такие как опухоль, кровотечение из носа и ушей, неспособность пациента повернуть шею, рекомендуется «пришвартовать больного к его швартовым опорам». Это означало, что пациента клали на кровать и его выздоровление отдавали на откуп самой природе, словно лодки, причаленные к берегам Нила, — воле нильских вод.



МУМИФИКАЦИЯ

Древние египтяне прославились искусством создавать мумии. Разработанные ими приемы призваны были сохранить тело, чтобы покойный мог воспользоваться им в загробной жизни. Они верили, что сердце —местилище эмоций и мыслей, оно же хранит память о совершенных поступках. Бог Анубис взвесит его после смерти, чтобы определить, насколько оно обременено виной. Посему сердце египтяне не трогали, изымая только печень, легкие и кишки, которые помещались в кувшины. Мозг же небрежно выскребали через носовые отверстия и выбрасывали.



Имхотеп, первый врач в истории, почитался последующими поколениями как бог.

3 Дурной глаз

СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ГЛАЗА — ЭТО ЗЕРКАЛО НАШЕЙ ДУШИ, и, по всей вероятности, в эту истину непре-рекаемо верили на протяжении тысячелетий. В древности заболевания глаз служили индикатором нездоровья человеческого сознания.

В каждой древней культуре существовала основополагающая фигура врача. В Египте — Имхотеп, в Греции — Гиппократ, а в Индии почитали Сушруту. Все они оставили нам целый список различных способов лечения болезней глаз — от промывания уриной или фекалиями до операций по удалению катаракты. Список этот мало отличается от списка методов современной офтальмологии.

В древние времена причиной глазных болезней часто служили многочисленные паразиты и другие инфекции, которые благодаря современной медицине не столь распространены. Однако заболевания глаз, будь то катаракта или косоглазие, считались следствием влияния злых духов. И что более важно, те духи были контагиозными. Если человек, подвергшийся их влиянию, устремлял на вас слишком пристальный взгляд и вы встречались с ним глазами, вы также могли подвергнуться воздействию «дурного глаза».

4 Представления о мозге в Древнем Китае

Вплоть до сегодняшнего дня китайская медицина разными путями приближается к своей западной сестре. Она поднимает мозг до особого статуса, хотя и не считает его главным органом человеческого тела.

В основе китайской медицины лежит принцип занг-фу, который делит все части тела человека на две группы. Каждый из основных органов, зангов, которых в общей сложности пять, связан с одним из пяти традиционных китайских элементов: деревом, землей, огнем, водой и металлом. Занги — это легкие, почки, сердце, селезенка и печень. Органы фу включают желудок, кишки и мозг. Мозг относится к особому типу фу, однако эмоции (и соответствующие им психические состояния) проистекают из активности занг-органов. Сердце вызывает ощущение счастья (и определяет уровень ума), с почками связано чувство страха, легкие делают вас печальным, а печень — злым и сердитым, селезенка регулирует ваши восприятие и самоощущение.

БАЛАНСИРОВКА

Согласно китайской медицинской мысли хорошее здоровье — это результат баланса основных сил — инь и ян. В качестве одного из средств восстановления нарушенного баланса в теле больного применялась акупунктура — практика вкалывания крошечных игл в кожу больного. Предполагается, что эта древняя методика возникла из веры в то, что демоны, которые, как считалось, ответственны за нарушение равновесия сил в теле человека, могут быть изгнаны из него посредством прокалывания кожи, в результате чего тело человека становилось неудобным местом для злых духов.



5 Гиппократ и его теория жидкостей

НЕЙРОБИОЛОГИЯ НАЧИНАЕТСЯ С ЗАПАДНОЙ МЕДИЦИНЫ, А ОНА, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, С ГИППОКРАТА.

Но даже этот пионер медицины свою теорию болезней обосновывал многочисленными мистическими идеями.

Гиппократ жил в IV веке до н. э., в золотую эпоху Древней Греции, на острове Кос. Так же, как и многие его древнегреческие сограждане, Гиппократ отвергал идею о том, что причиной болезней, включая и нервные, такие как паралич, судороги и конвульсии, являются демоны, овладевшие телом больного, проникшие в него через глаза или какие-либо другие входы. Напротив, он искал физические причины плохого здоровья, и именно благодаря Гиппократу врачи до сих пор ставят диагнозы и лечат больных на основе тех симптомов, которые демонстрирует пациент.

Согласно теории гуморальной жидкости Гиппократа физические характеристики четырех элементов были тесно связаны с терапевтическими и эмоциональными явлениями в теле человека.

От элементов

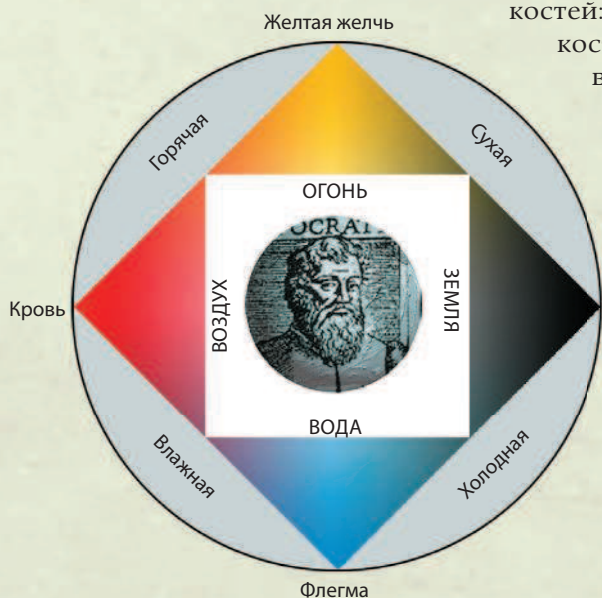
В те далекие времена греческие ученые верили, что весь мир — включая и человеческое тело — состоит из основных субстанций, позднее названных элементами. Подобные идеи нашли отражение и в теориях китайских и индийских ученых, но в Греции признавались только четыре элемента: земля, воздух, огонь и вода. В теле человека эти элементы присутствовали в виде жидкостей: крови, флегмы, желтой и черной желчи. Каждая из жидкостей отражала свойства исходных элементов и оказывала влияние на эмоции. Наполненная воздухом кровь создавала сангвинический оптимизм. Водянистая флегма придавала флегматическое спокойствие. Чрезмерное количество земной черной желчи отягощало человека меланхолией, тогда как желтая желчь разжигала неудержимую ярость.

При ранах на голове требовалось высвободить скопившийся в ней гной. Перелом костей черепа означал, что все идет к лучшему. Если же нет, то Гиппократу требовалось просверлить отверстие в черепе. Вопреки тому, что этот подход уходил корнями в непроверенную теорию, основывающуюся на ложных утверждениях, такая процедура краниотомии часто приводила к заметным улучшениям и предотвращала опухоли.



ФУРИИ

Согласно древнегреческой мифологии с приходом подземных божеств, называемых Эриниями или — в римской традиции — Фуриями, человека могло охватить состояние ненависти, жажды мести, и в конце концов он мог впасть в полное безумие. Как только вы привлекали их внимание, эти подземные ведьмы начинали безжалостно толкать вас на дурные деяния до тех пор, пока вы не исполняли все их ужасные замыслы. Писатели обычно, ссылаясь на них, использовали лестные эвфемизмы. Считалось, что прямое упоминание их имени сопряжено с большим риском.



6 Теории зрения

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА БЫЛО СДЕЛАНО ДРЕВНЕГРЕЧЕСКИМИ

ВРАЧАМИ, они обнаружили и изучили многие новые элементы глаза, включая стекловидное тело и глазной нерв. Но сам механизм функционирования глаза остался недоступным их пониманию. И все же они совершили несколько попыток объяснить, как же работает механизм зрения и какими путями формируется зрительное чувство.

Во времена Гиппократов препарирование тел умерших людей было под запретом и даже рассечение тел животных с целью изучения их анатомии казалось сомнительным с точки зрения морали. Между тем к началу следующего столетия один из новых древнегреческих городов, Александрия, расположенный в устье Нила, стал центром свободомыслия и местом встреч ученых и исследователей. У правителей города был амбициозный план превратить Александрию в центр наук для всего обитаемого мира, поэтому они позволяли осуществлять вскрытие человеческих тел, рассматривая его как неизбежное зло. Главным препаратором города стал Герофилус, он считается основателем анатомии. Для анатомирования Герофилус использовал трупы казненных преступников и, возможно, даже был вынужден разрезать тела еще живых людей, осужденных на смерть, что он и делал на своем анатомическом столе. Герофилус обнаружил, что глаз имеет прозрачную кору и связан с мозгом толстым нервом.

На рисунке из книги XVII века Иоганна Зана *Oculus Artificialis* («Искусственный глаз») дается сравнение «излучательной» теории зрения (наверху) с более современной оптической интерпретацией того, что происходит при взаимодействии света и глаза.

«Нет сомнений, в глазу таится какой-то внутренний огонь, поскольку, если что-либо ударяется о него, в глазу возникает вспышка этого огня».

ТЕОФРАСТ,
III ВЕК ДО Н. Э.

Внутри и вовне

Это новое представление об устройстве глаза привело к возникновению двух конкурирующих теорий функционирования органа. Главным сторонником теории, ставшей известной как «экстрамиссионная теория», был Алкмеон. Согласно этой теории водянистый центр глаза обладал способностью излучать вспышки «огня» — не обязательно видимого, но более родственного теплу, и выделяющегося из глаза и отражающегося от предметов. Таким образом, глаз напоминал фонарик, посылающий лучи и освещающий все, что встречается ему на пути. Доказательством своей теории Алкмеон считал тот факт, что воздействие на глаз создавало ослепляющую вспышку, поскольку механизм зрения нарушался. Зрение затруднялось в темноте, так как излучающийся огонь блокировался его противоположностью — темнотой.

Более поздние мыслители, в том числе Эпикур и Аристотель, отдавали предпочтение другой теории, известной как «интромаиссионная». По этой теории, все предметы испускали невидимые частицы, образующие в своей совокупности отражение самих предметов, которые, постоянно перемещаясь, попадали в глаз и зажигали в нем его внутренний свет, формируя зрение.

