



ПАОЛО БАРТОЛОМЕО

невролог и нейробиолог

ДОСТИЖЕНИЯ МОЗГА

Как этот орган стал самой сложной
и влиятельной частью тела человека

 **БОМБОРА**
ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва 2024

УДК 612.82
ББК 28.707
Б26

DERNIÈRES NOUVELLES DU CERVEAU
by Paolo Bartolomeo

© Editions Flammarion, Paris, 2023

Бартоломео, Паоло.

Б26 Достижения мозга: как этот орган стал самой сложной и влиятельной частью тела человека / Паоло Бартоломео ; [перевод с французского Д. В. Бондаревского]. — Москва : Эксмо, 2024. — 192 с. — (Мозг без границ. Книги о том, как использовать возможности своего мозга в современном мире).

ISBN 978-5-04-195280-8

Как рождается язык? Что лежит в основе сознания? Можно ли будет вскоре читать наши сны и мысли, наблюдая за активностью наших нейронов? Каковы механизмы обучения?

Мозг завораживает своей сложностью и остается таинственным органом для всех исследователей, несмотря на ошеломляющее развитие науки в последние годы.

Как практикующий невролог и нейроученый, Паоло Бартоломео предпринял попытку поделиться всеми самыми важными фактами и открытиями о мозге, которые стоит узнать каждому. Эта книга поможет разобраться в претендующих на сенсационность многочисленных открытиях об этом органе, а также разобраться в его работе, учитывая, что это, возможно, самый сложный объект во вселенной.

УДК 612.82
ББК 28.707

© Бондаревский Д. В., перевод
на русский язык, 2023
© Оформление. ООО «Издательство
«Эксмо», 2024

ISBN 978-5-04-195280-8

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
Глава 1. Для чего нужен мозг?	12
Инструмент взаимодействия с окружающей средой.	13
Электрический, химический и цифровой инструментарий	15
Объемный орган	17
Питание — ключевой фактор в развитии мозга	20
Орган, предсказывающий будущее.	26
Моделирование реальности.	29
Глава 2. Краеугольные камни мозга	31
Диалог клеток	33
Функционирование синапсов	36
Между возбуждением и торможением.	38
Тщательно отобранные синапсы.	41

Не только нейроны... ..	44
Новое о глиальных клетках	46
Глава 3. Социальная жизнь нейронов	50
Хабы: приоритетные вершины	53
Когда мир тесен!	54
Тесный мир мозга	58
Связи мозга наконец изучены	60
Будущее визуализации мозга	65
Глава 4. Речевые нейросети	68
Левостороннее движение по речевой автостраде	68
Доминирование левого полушария относительно	72
Преимущества асимметрии	74
Речь: функция, характерная для человека ..	75
Операция «Слияние»	77
Генетические причины наших речевых способностей	79
Что такое речь?	82
Возможна ли речь без образов?	83
Глава 5. Другие языки мозга.	85
Тайны мозга билингвов	85
Может ли многоязычие замедлять старение мозга?	86
Другая форма коммуникации	88
Чтение и письмо	89
Когда мозг адаптируется	91

Глава 6. Музыка или радость	
предвосхищения	94
Давняя спутница человечества	95
Восприятие мелодий	97
Приглашение на вальс	100
Найдите свой ритм	102
Удивительная гармония	105
Сила воображаемой музыки	107
Расшифровка партитур presto prestissimo	110
Глава 7. Видение и воображение	112
Видеть что? Где? Как?	113
Визуальная обработка отличается уровнем сложности	115
Мысленный взор	118
Можно ли считать афантазию формой ментальной слепоты?	121
Имя розы: язык и восприятие цвета	123
Глава 8. Сознание и внимание	127
Можно ли считать сознание совокупностью различных процессов?	128
Неполные теории	131
Связаны ли нейросети через белое вещество?	133
Два полушария — две различные роли	135
Сознание и сны	137
Бутылка Эдисона	139

Глава 9. Мозг и движение	141
Кто стоит у руля?	142
Машина для создания моделей	143
Уроки нарушений двигательного контроля	147
Видеть — это уже делать!	151
Зеркальные нейроны: от обезьяны до человека	155
Глава 10. Когда связь утрачивается	158
Мозг как симфонический оркестр	159
Каковы последствия инсульта?	160
Берегите «провода» от повреждений!	162
Опасные перекрестки	163
На помощь приходит здоровое полушарие	166
Музыкальный дуэт	168
Эпилог	171
Если вы хотите получить дополнительную информацию...	172
Примечания	177
Алфавитный указатель	186

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних тридцати лет быстрое развитие методов диагностики состояния мозга значительно развило наши представления о когнитивных функциях — способности познавать и взаимодействовать с миром. Эта эволюция также способствовала тому, что специалисты в области нейронаук проявили интерес к тем сферам, которые раньше не привлекали их внимание. Мы присутствуем при появлении таких новых междисциплинарных направлений нейронаук как нейроэстетика, нейроэтика, нейроправо и другие. К сожалению, не обошлось и без многочисленных злоупотреблений: псевдоученые используют модную приставку «нейро» по любому поводу на различных научных конференциях или в интернете.

С учетом этих злоупотреблений, необходимо учитывать ограниченность методов визуализа-

ции (методы, позволяющие рассмотреть структуры мозга). Также следует признать часто недооцениваемую значимость исследований, которые проводятся пациентам, страдающим поражением головного мозга. Такие исследования иногда позволяют установить причинную связь между потерей когнитивных функций и областью пораженного мозга (или целой нейронной схемой, частью которого он является; имеется в виду совокупность приходящих нервов, участка мозга и отходящих нервов). И наоборот, при изучении здорового головного мозга методами нейровизуализации дело ограничивается выявлением взаимосвязей между деятельностью его отдельных участков и когнитивными функциями. Однако благодаря новым способам анализа поведения человека и методам визуализации мы способны теперь проводить более точные исследования у пациентов, страдающих поражениями головного мозга, что открывает широкие перспективы дальнейших научных изысканий.

В этом контексте, способствующем научным открытиям и прогрессу нейронаук, в рассчитанной на широкую публику литературе иногда прослеживается тенденция преувеличивать значимость результатов исследований. Такая стратегия увеличивает тиражи, но в то же время негативно влияет на их понимание. К тому же панде-

мия *Covid-19* сопровождалась стремительным распространением недостоверной информации и в настоящее время нет никаких оснований рассчитывать на то, что этот постоянный поток лжи в социальных сетях и других медийных каналах прекратится сам по себе.

Как практикующий невролог и нейроученый, в этой книге я предпринял попытку поделиться своим собственным видением недавних достижений в нейронауках. На следующих страницах расскажу о некоторых из этих открытий и познакомлю с базовыми представлениями о работе мозга. Так я надеюсь помочь читателям лучше разобраться в претендующих на сенсационность многочисленных публикациях в прессе и сформировать критическое отношение к информации такого рода.

ГЛАВА 1

ДЛЯ ЧЕГО НУЖЕН МОЗГ?

Существует расхожее представление о том, что мозг — это самый сложный объект во Вселенной. С точки зрения науки, такое утверждение кажется довольно сомнительным. Действительно, можно ли претендовать на знание всех объектов во Вселенной? И даже если это так, то как сравнивать их сложность? Тем не менее это клише отражает огромный интерес к тайнам крайне своеобразного органа, напрямую связанного с нашей психической жизнью. Биологическое значение мозга сразу же становится очевидным при подсчете энергетических затрат: этот орган, вес которого составляет приблизительно 1,4 килограмма, то есть всего лишь 2% от общей массы тела, потребляет 20% всей его энергии. Даже в состоянии покоя — при полном отсутствии интеллектуальной деятельности! Можно ломать себе голову в попытках дока-

зять сложную теорию или предоставить мыслям свободу, но количество энергии, востребованной мозгом, существенно не изменится.

Еще более энергозатратным по сравнению с мозгом взрослого человека является мозг новорожденного: он потребляет почти две трети всей энергии тела. Где же мозг находит такое количество энергии? Печень и мышцы накапливают ее в форме углеводов (имеется в виду гликоген) и в виде жировой ткани, содержащей запас жирных кислот, но мозг выбирает другое решение. Свободное пространство в черепно-мозговой коробке настолько ценное, что для таких запасов там просто нет места. Вот поэтому функцию постоянного снабжения мозга энергией берет на себя все остальное тело. Можно ли считать мозг «эгоистом»? Парадокс заключается в том, что, как мы скоро увидим, мозг сам наделяет нас способностью изучать окружающую среду в поисках источников энергии.

Инструмент взаимодействия с окружающей средой

Как понять эту напоминающую своей консистенцией желе массу, так далеко спрятавшуюся и защищенную черепной коробкой? У нас есть возможность начать все с самого начала и заняться изучением происхождения мозга в эволюции ви-

дов (речь идет о филогенезе), а также его созревания от стадии эмбриона до взрослого человека (речь идет об онтогенезе).

Первые организмы, жившие на Земле несколько миллиардов лет тому назад, были очень простыми и, разумеется, мозга у них не было, но они уже реагировали на изменения окружающей их среды. По всей видимости, принимать решения способны даже простейшие одноклеточные организмы без мозга как, например, живущая в желудочно-кишечном тракте бактерия *Escherichia coli*. Она «выбирает», стоит ли ей приближаться к питательным веществам или избегать вредных для нее токсинов. Этот феномен называется хемотаксис. За счет преобразования сенсорного сигнала (через рецепторы мембраны) бактерия *Escherichia coli* реагирует на изменение в ее окружении (в этом случае речь идет о концентрации вещества в среде) приближением или избеганием. Такие реакции основаны на том, что градиентам концентрации несвойственно резко менять направление. Поэтому кишечная палочка может двигаться в направлении, в котором градиент будет постепенно увеличиваться или уменьшаться. А когда концентрация токсичного вещества будет возрастать? Она перемещается с помощью вращения маленьких ресничек (так называемых жгутиков) и таким образом

удаляется от опасности. Все происходит так, как если бы бактерия могла предвидеть (разумеется, самым простым способом) будущее изменение своей среды и действовать наилучшим образом.

В ходе эволюции появились все более разнообразные и сложные решения, связанные с необходимостью реагировать на собранную информацию об окружающей среде. У многоклеточных организмов на распознавании внешних событий и реализации двигательной реакции стали специализироваться отдельные клетки. Осуществляя начальную когнитивную обработку, эти клетки сформировали первичную нервную систему, которая была рассеяна по всему организму, как у современных медуз.

Энергетические, химические и цифровые способы передачи информации, механизмы приспособления

Между тем, с эволюционной точки зрения, на фоне усложнения нервной системы, такой подход показал свои недостатки: по мере развития организма нервные клетки все больше удаляются друг от друга. Как обеспечить их взаимодействие в условиях дистанцирования? Приблизительно