

ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ

Нейронаука и обучение





В центре внимания этой темы находится центральная нервная система (ЦНС), в которую входят головной и спинной мозг. Большая часть главы посвящена функциям головного, а не спинного мозга. В соответствующих случаях упоминается вегетативная нервная система (ВНС), которая регулирует произвольные действия (например, дыхание, выделения).

Роль мозга в обучении и поведении не является новой темой, но ее значение среди педагогов в последние годы возросло. Хотя преподаватели всегда были обеспокоены мозгом, потому что работа педагогов учить, а мозг – это то, где происходит обучение, многие исследования посвящены мозговой дисфункции. В определенной степени это исследование имеет отношение к образованию, поскольку в классах есть учащиеся с ограниченными возможностями. Но так как у большинства учащихся нет мозговых дисфункций, открытия по данному направлению в исследовании мозга не рассматривались как часто применимые к типичным учащимся.

Достижения в области этих технологий сделали возможными внедрения новых методов, которые могут показать, как функционирует мозг во время выполнения тех или иных психических операций, связанных с обучением и памятью. Данные, полученные с помощью этих методов, весьма актуальны для обучения и образования и имеют определенные последствия в обучении, мотивации и развитии. Учителя заинтересованы в результатах исследований в области нейробиологии, поскольку они ищут пути улучшения обучения и образования для всех учащихся.

Центральная нервная система (ЦНС) состоит из головного и спинного мозга и является центральным механизмом организма для контроля добровольного поведения (например, мышления, действия).

Вегетативная нервная система регулирует произвольные действия, такие как вовлечение в пищеварение, дыхание и кровообращение. Эти системы не являются полностью независимыми. Например, люди могут контролировать свой сердечный ритм, это означает, что они добровольно контролируют произвольную деятельность.

Спинной мозг имеет длину около 18 дюймов и ширину указательного пальца. Он проходит от основания мозга вниз по середине спины. По сути, это расширение мозга. Его основная функция – переносить и передавать сигналы из мозга, делая его центральным посредником между мозгом и остальной частью тела. Его восходящий путь несет сигналы от местоположения тела к мозгу, а нисходящий – сообщения от мозга к соответствующей структуре тела (например, чтобы вызвать движение).

Спинной мозг также участвует в некоторых реакциях независимо от головного мозга (например, коленный рефлекс). Повреждение спинного мозга в результате несчастного случая, может привести к появлению симптомов от онемения до полного паралича.

Структура нейронов

ЦНС состоит из миллиардов клеток головного и спинного мозга. Существует два основных типа клеток: нейроны и глиальные клетки.

Нейроны. Головной и спинной мозг содержат около 100 миллиардов нейронов, которые отправляют и получают информацию через мышцы и органы. Большинство нейронов тела находятся в ЦНС. Нейроны отличаются от других клеток организма (например, кожи, крови) двумя важными особенностями. Во-первых, большинство клеток тела регулярно регенерирует, и это постоянное обновление желательно; к примеру, когда мы раним себя, новые клетки регенерируют, чтобы заменить поврежденные. Но нейроны не восстанавливаются таким образом. Клетки головного и спинного мозга, разрушенные в результате инсульта, болезни или несчастного случая, могут быть потеряны навсегда. Однако в качестве положительного момента можно отметить, что нейроны все-таки могут демонстрировать некоторую регенерацию, хотя степень, в которой это происходит, и процесс, в котором это происходит, не очень хорошо изучены.

Нейроны также отличаются от других клеток организма тем, что они взаимодействуют друг с другом посредством электрических сигналов и химических реакций; они организованы по-другому, чем остальные клетки тела.



Глиальные клетки. Второй тип клеток в ЦНС – глиальные клетки. Они более многочисленны, чем нейроны. Их можно рассматривать как поддерживающие, так как они поддерживают работу нейронов, но в отличие от нейронов, они не передают сигналы, но помогают в процессе.

Глиальные клетки выполняют множество функций. Одной из ключевых является обеспечение хорошей среды для работы нейронов. Глиальные клетки помогают удалять химические вещества, которые могут мешать деятельности нейронов, а также они удаляют мертвые клетки мозга. Еще одна важная функция заключается в том, что глиальные клетки подавляют миелин, оболочку, похожую на оболочку вокруг аксонов, которая помогает передавать сигналы мозга. Глиальные клетки также играют ключевую роль в развитии мозга плода. Проще говоря, глиальные клетки работают совместно с нейронами, чтобы обеспечить эффективное функционирование ЦНС.

Синапсы. Каждый нейрон состоит из тела клетки, тысячи коротких дендритов и одного аксона. Дендрит – это вытянутая ткань, которая получает информацию от других клеток. Аксон – это длинная нить ткани, которая посылает сообщения другим клеткам. Миелиновая оболочка окружает аксон и облегчает перемещение сигналов.

Каждый аксон заканчивается ветвящейся структурой. Концы этих ветвящихся структур соединены с концами дендритов. Это соединение называется синапсом. Взаимосвязанная структура является ключом к тому, как нейроны общаются, потому что сообщения передаются между нейронами в синапсах.

Процесс, с помощью которого обмениваются нейроны, сложен. В конце каждого аксона находятся химические нейротрансмиттеры. Они не касаются дендритов другой клетки. Этот разрыв называется синаптической щелью. Когда электрические и химические сигналы достигают достаточно высокого уровня, нейротрансмиттеры высвобождаются в зазор. Нейротрансмиттеры либо активируют, либо ингибируют реакцию в контактном дендрите. Таким образом, процесс начинается как электрическая реакция в нейроне и аксоне, изменяется на химическую реакцию в зазоре, а затем восстанавливается до электрической реакции в дендрите. Этот процесс продолжается от нейрона к нейрону с молниеносной скоростью.

Роль нейромедиаторов в синаптической щели имеет решающее значение для обучения. С точки зрения нейронауки, обучение – это изменение восприимчивости клеток, вызванное нейронными связями, сформированными, укрепленными и связанными с другими посредством их использования.

Структура головного мозга

Мозг взрослого человека (головной мозг) весит около трех фунтов (1,3 кг.) и имеет размер большого грейпфрута. Его внешняя текстура имеет ряд складок и морщинистый вид, напоминающий цветную капусту. В основном он состоит из воды (78 %), оставшиеся 22 % жиры и белки. Текстура мозга мягкая.

Кора головного мозга. Покровитель головного мозга – это кора головного мозга, которая представляет собой тонкий слой в толщину апельсиновой корки. Кора головного мозга – это морщинистое «серое вещество». Морщины позволяют коре головного мозга иметь большую площадь поверхности, что способствует большему количеству нейронов и нервных связей. Кора головного мозга имеет два полушария (правое и левое), каждое из которых имеет четыре доли (затылочная, теменная, височная и лобная). Кора головного мозга является центральной областью, участвующей в обучении, памяти и обработки сенсорной информации.

Ствол мозга и ретикулярная формация. У основания мозга находится ствол мозга, который обрабатывает функции вегетативной нервной системы через свою ретикулярную формацию, представляющую собой сеть нейронов и волокон, регулирующих основные функции организма: дыхание, сердечный ритм, кровяное давление, движение глазного яблока, слюноотделение и вкусовые ощущения. Ретикулярная формация также участвует в уровнях осознанности (сон, бодрствование). К примеру, когда вы входите в тихую, темную комнату, ретикулярная формация уменьшает активацию мозга и позволяет спать. Также она помогает контролировать сенсорные входы. Хотя мы постоянно подвергаемся бомбардировке несколькими стимулами,



ретикулярная формация позволяет сосредоточиться на соответствующих стимулах. Это имеет решающее значение для внимания и восприятия, которые являются ключевыми компонентами системы обработки информации человека. Наконец, ретикулярная формация производит многие химические процессы для мозга.

Мозжечок. Мозжечок в задней части мозга регулирует баланс тела, мышечный контроль, движение и позу тела. Эти виды деятельности в значительной степени находятся под постоянным контролем коры головного мозга, необходимого для их регулирования. Кора работает совместно с мозжечком над координацией движений. Мозжечок является ключом к приобретению двигательных навыков. С практикой многие двигательные навыки (игра на пианино, вождение автомобиля) становятся в значительной степени автоматическими. Этот автоматизм происходит потому, что мозжечок берет на себя большую часть контроля, что позволяет коре сосредоточиться на деятельности, требующей сознания (например, мышление, решение проблем).

Таламус и гипоталамус. Над стволом мозга находятся две структуры размером с грецкий орех – таламус и гипоталамус. Таламус действует как мост, посылая сигналы от органов чувств к коре (кроме обоняния). Гипоталамус является частью вегетативной нервной системы. Он контролирует функции организма, необходимые для поддержания гомеостаза, такие как температура тела, сон, жажда и пища, а также отвечает за увеличение частоты сердечных сокращений и дыхания, когда мы пугаемся или испытываем стресс.

Миндалина. Миндалина участвует в контроле эмоций и агрессии. Поступающие сенсорные сигналы (за исключением запаха, который идет прямо в кору) идут в таламус, который, в свою очередь, передает информацию в соответствующую область коры и миндалину. Функция миндалевидного тела заключается в оценке вредности сенсорных входов. Если он распознает потенциально вредный стимул, то сигнализирует гипоталамусу, который создает отмеченные выше эмоциональные изменения (например, увеличение частоты сердечных сокращений и артериального давления).

Гиппокамп. Гиппокамп – это структура мозга, отвечающая за память о ближайшем прошлом. Как долго длится ближайшее прошлое? Нет объективного критерия того, что составляет непосредственную и долгосрочную (постоянную) память. По-видимому, гиппокамп помогает установить информацию в долговременной памяти (которая находится в коре), но сохраняет свою роль в активации этой информации по мере необходимости. Таким образом, гиппокамп может быть задействован в активной (рабочей) памяти. Как только информация полностью закодирована в долговременной памяти, гиппокамп может ослабить свою деятельность.

Мозолистое тело. Движение в головном мозге представляет собой полосу волокон, известную, как мозоль тела. Он разделяет мозг на две половины или полушария и соединяет их с нейронной обработкой. Это имеет решающее значение, потому что большая часть умственной обработки происходит в разных частях головного мозга и часто включает в себя оба полушария.

Затылочные доли. Затылочные доли головного мозга в первую очередь связаны с переработкой визуальной информации. Затылочная доля также известна как зрительная кора. Визуальные раздражители сначала принимаются таламусом, который затем посылает эти сигналы в затылочные доли. Здесь выполняется множество функций, связанных с определением движения, цвета, глубины, расстояния и других визуальных элементов. После того, как эти действия произошли, визуальные стимулы сравниваются с тем, что хранятся в памяти, чтобы провести распознавание (восприятие). Распознается объект соответствием сохраненному шаблону. Когда совпадений нет, то в памяти кодируется новый стимул. Зрительная кора взаимодействует с другими системами мозга, чтобы определить, соответствует ли визуальный стимул сохраненному шаблону.

Люди могут легко контролировать свое визуальное восприятие, заставляя проявлять внимание к определенным особенностям окружающей среды и игнорировать другие. Если мы ищем друга в толпе, то можем игнорировать множество визуальных стимулов и сосредоточиться только на определенных (например, черты лица), которые помогут нам определить, присутствует ли наш друг в толпе или нет. Учителя применяют эту технику, когда просят учащихся сосредоточиться и обратить внимание на определенный момент в процессе обучения.



Теменные доли. Теменные доли в верхней части головного мозга, отвечающие за осознание, помогают определить положение тела и интегрировать визуальную информацию. Они имеют переднюю и заднюю секции. Передняя часть получает информацию от тела о прикосновении, температуре, положении тела, ощущениях боли и давления. Каждая часть тела имеет определенные участки в передней части секции, которые получают информацию и делают идентификацию точной.

Задняя часть интегрирует тактильную информацию для того, чтобы обеспечить пространственную осведомленность тела или знать, где части нашего тела все время. Теменные доли также могут увеличивать или уменьшать внимание к различным частям тела. Например, боль в ноге будет получена и идентифицирована теменной долей, но если вы смотрите увлеченно интересный фильм, вы можете не испытывать боли в ноге.

Височные доли. Височные доли, расположенные сбоку от головного мозга, отвечают за обработку слуховой информации. Когда слуховой вход получен (например, голос или другой звук), эта информация обрабатывается и передается в слуховую память для определения распознавания, которое в свою очередь может привести к действию. Когда учитель говорит учащимся убрать свои книги и выстроиться у двери, эта слуховая информация обрабатывается и распознается, а затем приводит к соответствующим действиям.

Место, где затылочная, теменная и височная доли пересекаются в левом полушарии коры – это область Вернике, которая позволяет нам понимать речь и использовать правильное ее построение при разговоре. Эта область тесно взаимодействует с другой областью в лобной доле левого полушария, известной, как область Брока, необходимая для разговора. Хотя ключевые области обработки языка расположены в левом полушарии, многие части мозга работают вместе, чтобы понять и произнести речь.

Лобные доли. Лобные доли, расположенные в передней части головного мозга, составляют большую часть коры. Их центральными функциями являются обработка информации, касающейся памяти, планирования, принятия решений, постановки целей и творчества. Лобные доли также содержат первичную двигательную кору, которая регулирует мышечные движения.

Можно утверждать, что лобные доли мозга наиболее четко отличают нас от низших животных и даже от наших предков из прошлых поколений. Лобные доли эволюционировали, чтобы выполнять все более сложные функции, позволяющие нам планировать и принимать обоснованные решения, решать проблемы и общаться с другими. Кроме того, эти доли помогают нам осознавать мышление и другие психические процессы (одна из форм метапознания).

Движение от верхней части мозга вниз к рукам – это полоса клеток, известных, как первичная моторная кора. Эта область контролирует движения тела. Если, танцуя «Хоки-Поки», вы говорите про себя: «Поставь правую ногу», то это работает моторная кора, которая направляет вас на правую ногу. Каждая часть тела отображается в определенном месте в двигательной коре, поэтому сигнал от определенной части коры приводит к правильному движению.

В передней части моторной коры находится область Брока – это место, регулирующее речь. Оно расположено в левом полушарии примерно у 95 % людей; у остальных 5 % (левши – 30 %) эта область находится в правом полушарии. Неудивительно, что эта область связана с областью Вернике в левой височной доле нервными волокнами. Речь формируется в районе Вернике, а затем передается в район Брока, который будет воспроизводить ее.

Передняя часть лобной доли, или префронтальная кора, у человека больше, чем у других животных. Именно здесь происходят высшие формы психической деятельности. Префронтальная кора имеет решающее значение для ассоциаций, потому что информация, полученная от чувств, связана со знаниями, хранящимися в памяти. Другими словами, место обучения находится в префронтальной коре. Оно также является регулятором сознательности, позволяя нам осознавать то, что мы думаем, чувствуем и делаем. Как объяснялось ранее, префронтальная кора головного мозга участвует в регуляции эмоций.

Локализация и соединения

Около 400 лет до н. э. Гиппократ говорил о двойственности мозга. Идея о том, что мозг имеет главное полушарие, была предложена в 1874 году. Отметим, что левое полушарие



управляет правым полем зрения и стороной тела, а правое полушарие регулирует левое поле зрения и сторону тела. Два полушария соединены пучками волокон, самым крупным из которых является мозолистое тело. Язык контролируется в основном левым полушарием.

Исследования мозга также выявили другие локализирующие функции. К примеру, аналитическое мышление сосредоточено в левом полушарии, в то время как пространственная, слуховая, эмоциональная и художественная обработка информации происходит в правом полушарии (причем, правое полушарие обрабатывает отрицательные эмоции, а левое – положительные эмоции. Например, музыка лучше обрабатывается в правом полушарии, а лица распознает левое полушарие).

Правое полушарие также играет важную роль в интерпретации контекстов. Предположим, что кто-то слышит новость и говорит: «Отлично!» Это может означать, что человек думает, что новость замечательная или ужасная. Контекст определяет правильное значение (к примеру, является ли говорящий искренним или саркастичным). Контекст может быть получен из интонации, мимики и жестов людей, а также знания других элементов ситуации. Похоже, что правое полушарие является основным местом для сбора контекстуальной информации, чтобы можно было сделать правильную интерпретацию.

Полушария работают согласованно; информация доступна для них обоим в любое время. Хорошим примером является речь. Если вы говорите с другом, это ваше левое полушарие позволяет вам производить речь, а ваше правое полушарие обеспечивает контекст и помогает понять смысл.

Методы исследования мозга

Исторически исследования мозга проводились учеными в области медицины, биологии и психологии. Сегодня мы видим педагогов, социологов, социальных работников, консультантов и даже госслужащих, заинтересованных в исследованиях мозга.

Много лет назад единственным способом исследований было проведение вскрытия. Хотя изучение мозга умерших людей дало полезную информацию, этот тип исследования не может определить, как мозг функционирует и строит знания. Исследование живого функционирования мозга необходимо для понимания того, как мозг изменяется во время обучения и использует полученную информацию для производства действий. Перечислим некоторые методы исследования функционирующего мозга.

Вы наверняка слышали про рентген, компьютерную томографию, электроэнцефалограмму, позитронно-эмиссионную томографию, магнитно-резонансную томографию и функциональную магнитно-резонансную томографию. А вот NIR-OT – это новый метод, который используется для исследования когнитивной обработки и обучения более высокого уровня. При исследовании используются отражения оптических волн.

Эта технология допускает участие нескольких учеников одновременно, она может регистрировать изменения мозга в результате социальных взаимодействий.

Таким образом, можно отметить, что область исследований мозга быстро меняется, технологии исследования развиваются и совершенствуются (например, беспроводная ЭЭГ, NIR-OT). В будущем мы можем ожидать появления методов большей сложности, которые позволят точно определять процессы мозга во время обучения.