**Лекция 6 Психофизиология мышления и речи. Технологии и навыки управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования. (4 часа).**

История изучения речевых процессов. Структуры, входящие в центр речи. Функциональная асимметрия мозга.

### Механизмы работы ассоциативной теменной коры

Мы будем говорить об очень сложных явлениях, в том числе и с психической точки зрения. Это такие феномены, как мышление, воля и принятие решений. Основным объектом рассмотрения будут те события, которые происходят в мозге человека, но периодически мы будем обращаться и к мозгу животных, потому что в эволюции даже высшие проявления психической деятельности человека базируются на простых феноменах, которые можно наблюдать в деятельности мозга и поведении грызунов, обезьян и даже беспозвоночных.

В коре больших полушарий мозга находится большое количество разных по функциям областей: сенсорных, двигательных и ассоциативных. Термин "ассоциативный" обозначает объединение множества потоков информации, соответственно, ассоциативные зоны коры больших полушарий, соединяя разные информационные потоки, интегрируют и трансформируют их. Подобного рода деятельность лежит в основе самых сложных психических функций человека. По **филогенетическому принципу** выделяют следующие зоны коры больших полушарий:

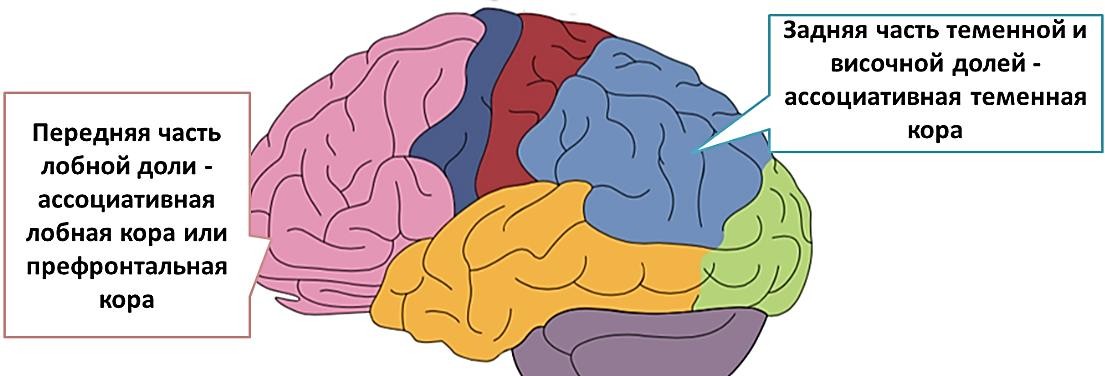
* **древняя кора** - выполняет обонятельные функции;
* **старая кора** - главнейшая структура - гиппокамп, который связан с кратковременной памятью;
* **новая кора** - составляет 95% всей коры, это шестислойная структура, её нейроны формируют: 2 пирамидных слоя, 2 зернистых слоя, полиморфный и молекулярный. Здесь происходит и обработка входных информационных потоков, и некое принятие решений, и генерации тех импульсов, которые идут на выход из зон больших полушарий и направляются к другим зонам мозга, либо к исполнительным структурам, например, через спинной мозг к мышцам.

Поверхность коры полушарий содержит большое количество борозд, самые крупные из них - латеральная и центральная борозда:

* **латеральная борозда** - позволяет разделить лобную и теменную доли коры больших полушарий. Височная доля находится ниже боковой борозды, самую каудальную область боковых полушарий занимает затылочная доля, то есть на латеральной поверхности больших полушарий можно увидеть **4 доли**.
* если сделать поперечный срез больших полушарий, то станут видны ещё **две доли** больших полушарий - островковая и лимбическая, а также промежуточный мозг - таламус и гипоталамус, мозолистое тело, базальные ганглии, в том числе двигательная область, бледный шар, скорлупа, ограда, хвостатое ядро и миндалина (входит в состав системы мотивации потребностей и эмоций). Островковая доля располагается на дне боковой борозды, лимбическая находится на медиальной поверхности больших полушарий, её самая крупная структура - поясная извилина.

#### Функции зон новой коры:

1. **Затылочная доля** - зрительная кора.
2. **Височная доля** - слуховая кора.
3. **Передняя часть теменной доли** - чувствительность тела и центры болевой, кожной и мышечной чувствительности, которые располагаются отдельно.
4. **Островковая доля** - нейросети, которые отвечают за вкус и равновесие (вестибулярная система).



*Рис. 8.1. Ассоциативная теменная кора и ассоциативная лобная кора*

1. **Задняя часть теменной и височной долей** - ассоциативная теменная кора, которая объединяет потоки сигналов от разных сенсорных систем. Здесь находятся нейроны, способные формировать целостные сенсорные образы, учитывающие и зрительные, и слуховые, и вкусовые, и тактильные стимулы. На основе таких мультисенсорных нейронов возникают речевые центры, потому что слова включают в себя сигналы от разных сенсорных систем, в том числе от слуховой (связанной с восприятием слова на слух), к ним могут присоединяться и зрительные компоненты (чтение, узнавание иероглифов). Именно в теменной коре в ходе обучения формируются речевые центры. В итоге образуется информационная целостность, которую называют "речевая модель внешнего мира". В этой зоне человек способен обдумывать полученную информацию, прогнозировать последствия того или иного поведения, заниматься творческой активностью и мечтать. Но мечты - вещь эфемерная, важно то, какое поведение в реальном мире в итоге будет запущено.
2. **Передняя часть лобной доли** - ассоциативная лобная кора или префронтальная кора, где сходится несколько важнейших информационных потоков: сигналы от центров потребностей, от центров памяти (большую роль играют сигналы от гиппокампа о существующих путях для удовлетворения потребностей), а также обработанная сенсорная информация и результаты мышления из ассоциативной теменной коры. На основе этих потоков лобная кора выбирает поведенческую программу, желательно, чтобы по ходу реализации она привела к удовлетворению самой актуальной на данный момент потребности (доминирующей). После выбора программы она передается на заднюю часть лобной доли в двигательную кору, после чего запускается поведение либо за счет непосредственной передачи в спинной мозг по кортикоспинальному тракту, либо через мозжечок, базальные ганглии и другие моторные структуры.

В ходе лекции сначала будет рассмотрена **ассоциативная теменная кора**, потом **ассоциативная лобная кора**, далее мы прейдем к третьей ассоциативной зоне - **поясной извилине**. Лимбическая доля окружает место отхода большого полушария от промежуточного мозга, в нее входят старая кора и древняя кора, то есть обонятельные центры и гиппокамп формально тоже относятся к лимбической доле. **Функция поясной извилины** - помощь лобной коре в принятии решений, сопоставлении реальных и ожидаемых результатов поведения, кроме того, поясная извилина входит в круг Пейпеза, поэтому чрез нее эффективно передаются различные потоки сигналов, связанные с центрами памяти. **Память** - это возникновение новых каналов для передачи информации. Если говорить о сенсорно-эмоциональной памяти, то такие каналы появляются в коре больших полушарий. Когда в эксперименте белая крыса в ответ на включение лампы учится прыгать на полку, то новый канал для передачи информации возникает между зрительной затылочной корой и задней частью лобной доли, то есть двигательной корой. Важнейшим условием его возникновения и образования долговременной ассоциативной памяти является срабатывание центра положительного подкрепления - некий биологический полезный результат, в данном случае повышение безопасности, так как мышь в эксперименте уходит от негативного подкрепления (слабых ударов электрическим током). На фоне срабатывания в первую очередь голубого пятна и выделения норадреналина, а также такого центра, как нуклеус аккумбенс идут процессы формирования новых информационных каналов. Когда это происходит, то можно говорить о положительном обучении, например, об ассоциативном обучении, кроме которого существует и отрицательное обучение, когда по ходу взаимодействия организма и окружающей середы некие информационные каналы слабеют. Когда И.П. Павлов описывал процессы обучения и формирования памяти, то выделил **врожденные рефлекторные программы - безусловные рефлексы** и **приобретенные программы - условные рефлексы.** Анализируя на следующем этапе, как условные рефлексы могут подавляться и слабеть, ученый выделил **безусловное и условное торможение**, то есть торможение каналов для передачи информации, которое идет по заданным принципам и является результатом отрицательного обучения. Один из основных вариантов негативного обучения или условного торможения - угасательное торможение. Если не предъявлять подкрепление (убрать удары электрическим током или еду), то условный рефлекс у животного может довольно быстро угаснуть, так как нет той сильной эмоции (положительной или отрицательной), которая говорит о целесообразности поведения. В случае эксперимента с крысой угасание может произойти не сразу, потому что при включении лампочки она оказывается на полке и не знает, что подача тока давно прекращена. В экспериментах И.П. Павлова с собакой ситуация более очевидна, потому что если убрать пищевое подкрепление, то мозг животного узнает об этом сразу, поэтому угасательное торможение будет интенсивным. Таким образом, для каналов, связанных с передачей информационных потоков, характерны способности к усилению и торможению передачи сигнала.

Ученые довольно много знают о пластических перестройках, которые происходят в синапсах в случае усиления сигнала. В пятой и шестой лекции данного курса было подробно рассмотрено, как ионы K2+ накапливаются в пресинаптическом окончании, как активируется синтез дополнительных рецепторов к глутаминовой кислоте. В случае условного торможения научных данных меньше, современный уровень развития нейробиологии таков, что исследователи ещё практически не добрались до данных механизмов, которые являются надстройкой над ассоциативным обучением. Но существуют данные и гипотезы о том, что при условном торможении идет модификация ГАМК-ергических синапсов, которые используют гамма- аминомасляную кислоту и могут работать более эффективно. Плюс на это накладывается функционирование быстроменяющихся информационных каналов, например, каналов с NMDA-рецепторами, которые могут практически мгновенно включаться за счет выбивания магниевых пробок. Механизмы условного торможения в значительной степени остаются тайной, хотя сам феномен был выявлен И.П. Павловым более 100 лет назад. Отрицательное обучение идет на фоне отрицательных эмоций, в этом участвует ряд нейромедиаторов, которые активно изучаются. Если у собаки сначала выработать условный рефлекс слюноотделения, а потом перестать давать подкрепление, то примерно за 8 - 12 неподкрепляемых сигналов света лампочки условная реакция угасает, но не разрушается, переходя в архив. При дальнейшем однократном подкреплении условный рефлекс вновь способен появиться, И.П. Павлов подобное восстановление условного рефлекса назвал растормаживанием. Для того, чтобы говорить о формировании речевых центров, нам понадобится понятие **"дифференцировочное торможение"**. В ходе эксперимента используется работа двух метрономов, один из которых настроен на частоту 60 ударов в минуту, второй - на 90 ударов. Сначала у собаки вырабатывается условный рефлекс на первый метроном, если проанализировать, что происходило в мозге животного, то становится понятно, что там возник не один канал для передачи информации, а несколько. Они связаны с различными сенсорными признаками: громкостью, тональностью и интервалом между щелчками прибора. При включении второго метронома была задействована часть сформированных связей, реакция слюноотделения у собаки появилась с первого раза. Если работу второго метронома не подкреплять, то происходит постепенное подавление неэффективных каналов, связанных с громкостью и тональностью звука, в активном состоянии остается только тот канал, который описывает ключевое отличие между двумя метрономами - интервал между щелчками. Таким образом, из множества сенсорных признаков остается только значимый.

### Формирование речевых центров

Эволюционные предпосылки создают основу для самых сложных психических функций человека, в случае функционирования речевых центров этой базой является условный рефлекс на комплексный стимул. Он возникает, когда на мозг экспериментального животного одновременно действуют два сенсорных сигнала разной модальности, то есть идущие от разных сенсорных систем: слуховой сигнал - звонок, зрительный сигнал - лампочка. После чего собака осуществляет реакцию - нажимает лапой на педаль для получения пищи. Зачастую экспериментатор сам ставил лапу животного на педаль, чтобы показать ей, что после этого действия появится порция пищи и эту полезную реакцию стоит реализовать. После 8 - 12 сочетаний лампочки и звонка мозг животного быстро ухватывает данную ассоциацию. При этом возникает как минимум два информационных канала: из зрительной коры - в двигательную, из височной слуховой - в двигательную. Это только начало процесса обучения, после того, как у собаки возникла условная реакция на совместное предъявление звонка и лампочки по настоящему ключевым моментом является следующий алгоритм:

* экспериментатор включает только звонок, но не подкрепляет нажатие на педаль;
* включает только лампочку, но не подкрепляет нажатие на педаль;
* включает звонок и лампочку совместно - подкрепляет нажатие на педаль пищей.

Таким образом исследователь пытается объяснить мозгу экспериментального животного, что реагировать необходимо не на элементы комплекса сигналов, а на предъявление всего комплекса. Чередование предъявлений происходит в случайном порядке, мозг собаки решает такую непростую задачу через 60 - 90 раз и перестает реагировать на элементы комплекса сигналов. Это обозначает, что произошло торможение и связи из затылочной в двигательную, и связи из слуховой коры в двигательную. То есть появившиеся каналы для передачи информации исчезли за счет угасательного торможения, за счет отсутствия подкрепления, но реакция на комплекс сохраняется. Чтобы объяснить это явление предположим, что существует центр, который объединяет сигналы от зрительной и слуховой системы и отдельно устанавливает связь со слуховой корой, что позволяет объяснить наблюдаемый поведенческий феномен. Эта гипотеза имеет право на существование, более того, этот центр находится в зоне между затылочной и височной корой, в ассоциативной теменной коре, нейроны которой отдельно устанавливают связи с моторным центром. Таким образом, обучение идет именно на этих модифицирующихся синапсах. **Условный рефлекс на комплексный стимул** важен потому, что он **является предтечей речевых функций**, которые возникают в ходе объединения разных сенсорных потоков. Человек видит апельсин и знает, какой он на ощупь, на вкус и как называется (на нескольких языках), все перечисленные сенсорные интеграции лежат в основе речевых функций. Задача формирования условного рефлекса на комплексный стимул весьма сложна:

* **в случае собаки, кошки и лошади** могут потребоваться сотни предъявлений для того, чтобы реакция на элементы угасла, а на комплекс - стала стабильной.
* **для млекопитающих с более простым мозгом**, например, для насекомоядных (еж) подобного рода события в целом невозможны, так как при угасании реакции на элементы у них исчезает и реакция на комплекс. Таким образом, ассоциативные возможности в мозге подобных животных или совсем отсутствуют, или выражены очень слабо.
* **у крысы** также не возникает зрительно-слуховой комплекс, но если один из его элементов заменить на тактильный сигнал (прикосновение к вибрисам), то формирование реакции на комплекс оказывается возможным. То есть крыса может выработать зрительно-тактильный и тактильно-слуховой комплексы, вероятно, это связано с биологией данного вида, так как крыса - ночное норное существо, то тактильные сигналы от вибрисов для неё очень важны.
* **у обезьяны** выработка комплексного стимула происходит очень легко и быстро, более того, в его составе может быть 3 - 5 элементов. Обезьяны решают подобные задачи с удовольствием в случае возникновения положительных эмоций, которые связаны и с фактором новизны. Мозг обезьяны, в том числе и homo sapiens, сильно ориентирован на новые события и потоки информации, узнавание нового - достойный повод, чтобы выделять дополнительный дофамин и испытать положительные эмоции. Элемент развитого исследовательского поведения во многом лежит в основе формирования речевых центров человека.

**Формирование речевых центров у ребенка** происходит в 8 - 10 месяцев, в год этот процесс протекает уже очень активно. Для того, чтобы научить ребенка словам, ему показывают, например, некую игрушку и четко называют её. Мозг ребенка легко захватывает информацию и формирует зрительно-слуховую ассоциацию, то есть в его ассоциативной теменной коре идут пластические изменения синапсов, которые позволяют связать зрительные и слуховые характеристики некоего объекта окружающего мира. Звуковой характеристикой является не просто звук, который данный объект издает, а сложное слово, произнесенное человеком. Положительный фон создает центры исследовательского поведения, что подкрепляется выбросом дофамина в первую очередь в вентральную область покрышки. Далее может обнаружиться, что заяц в реальном мире не один, поскольку их действительно довольно много (живой, картинка в книге, красный пластмассовый), то есть зрительная кора работает с разными сенсорными образами и способна проводить процедуру, которая называется **"зрительное обобщение"**. В третичной зрительной коре проистекают процессы выделения у многочисленных зайцев некоего общего признака - ключевой сенсорной характеристики. Эта ситуация похожа на эксперимент с метрономами, то есть из многих характеристик выделяется ключевая: интервал между ударами или два длинных уха. Таким образом, в этой зоне мозга также происходят пластические перестройки, то есть обучение выделению общего признака, после чего нейрон зрительного обобщения устанавливает непосредственную связь с нейроном в ассоциативной теменной коре. Примерно такая же процедура проистекает в височной доле, так как слово "заяц" может звучать по-разному: медленно или быстро, папиным или маминым голосом и т.д. Подробнее с этими вопросами можно познакомиться в курсе "Сенсорные и двигательные системы мозга", где рассказывается, как работает слуховая система - зона Вернике. В задней височной доле находятся нейроны слухового обобщения, которые устанавливают связь с речевым центром, связывая слово вообще и некий обобщенный зрительный образ.

Способен ли **мозг собаки** на подобные процедуры? Да, к таким обобщениям он способен, хотя они весьма сложны для мозга домашних питомцев, так как это более сложная ситуация, чем простая реакция на команду. Если человек просит собаку дать лапу, то у нее работают височная кора и слуховое обобщение, далее идет двигательная реакция. В этом процессе нет зрительного обобщения, для возникновения которого необходимо, чтобы собака узнавала некий обобщенный объект (класс объектов), в таком случае при команде "принеси палку" она может принести одну из многих палок (объект, который пахнет деревом и обладает определенным размером). Таких центров в мозге животного может возникнуть только несколько десятков.

**Мозг обезьяны** способен сформировать несколько десятков речевых центров, её можно обучить работать с обратной связью, но не говорить, потому что её голосовые связки на это не способны. Для общения с обезьяной возможно использовать язык жестов, подобного рода эксперименты проводятся, начиная с середины ХХ века. Это подвижнического рода работы, потому что для достижения результатов взаимодействие необходимо начинать с самого раннего возраста детеныша обезьяны и несколько лет выращивать его по аналогии с ребенком: показывать разные объекты, описывать разные события, произносить слова, сопровождая их языком жестов. В экспериментах использовались реальные языки глухонемых людей "амслен" и "йоркиш", в результате обучения которым обезьяна может усвоить около 100 слов в год, в итоге сформировав словарный запас до 1000 слов. Это существительные, прилагательные, глаголы и числительные до 10, которые не только понимаются, но и активно используются животным, например, обезьяна может сообщить: "Я хочу пить, дай мне апельсиновый сок". Это уже уровень двухлетнего ребенка, то есть разумного существа, формирование в мозге животного этих знаний приводит к появлению осознанности и мышления. Параллельно идут исследования, где вместо жестов используется обширная клавиатура с большим количеством клавиш, каждая из которых обозначает нечто конкретное, например, красный квадрат - банан, желтый ромб - бежать. Экспериментатор произносит слова и нажимает на кнопки, которые им соответствуют, а на экране появляется изображение. Обезьяна способна усвоить подобный алгоритм и использовать клавиатуру, её словарный запас нарастает на те же

100 слов в год. Данные эксперименты описаны в книге **"О чем рассказали "говорящие" обезьяны" З.А. Зориной**, профессора кафедры высшей нервной деятельности Биологического факультета МГУ им М.В. Ломоносова. Таким образом, мозг обезьяны способен к речевой деятельности, но в ограниченном объеме. Между мозгом человека и мозгом животного отмечаются различия:

* **количественные** - 1 тыс. слов для обезьяны - это предел, для человека - начало. К трем годам словарный запас ребенка составляет около 2 тыс. слов, далее он нарастает по ходу всей жизни, так как у человека очень большая теменная кора.
* **качественные** – связаны со способностью мозга к речевому обобщению, которое возникает наряду со зрительным и слуховым. При этом словом высокого порядка объединяются слова более низкого порядка, данное обобщение может иметь несколько уровней: кубики и мячик → игрушки и мебель → предметы, дома и деревья → окружающий мир. **После нескольких уровней обобщения человек выходит на базовые философские, математические, физические и религиозные понятия.** Это сложная процедура, потому что каждый раз, когда возникают подобные обобщения, в ассоциативной лобной коре формируется множество дополнительных каналов для передачи информации. Процедура речевого обобщения в высшей степени характерна для человека, в экспериментах на "говорящих" обезьянах подобный феномен практически не регистрировался, но отдельные примеры существуют: одна из шимпанзе использует понятие "бэби", которое включает щенка и человеческого или обезьяньего детеныша; другая умеет использовать понятие "фрукты". Таких примеров немного, важно отметить, что это обобщения первого уровня.

Классик возрастной психологии **Жан Пиаже** связывал стадии развития ребенка именно с уровнями речевого обобщения, ученый отмечал, что его высшие стадии проходит не каждый взрослый. Жить без знания о том, что представляет из себя интеграл - вполне возможно, но **способность использовать мощные обобщающие понятия повышает и вербальные возможности человека, и способности к прогнозированию**, и к учету различных факторов. Чем сложнее сеть речевых связей и уровень обобщения, тем ассоциативная теменная кора точнее отражает объекты и события окружающего мира.

Возникает следующий вопрос: как эти явления можно изучить? Вышеописанная схема в первую очередь основывается на поведенческих исследованиях, но на собаке или крысе изучать речевые центры невозможно. Выходом из ситуации является наблюдение за активностью нервных клеток во время проведения нейрохирургических операций, при этом в некоторых случаях в мозг пациента вводятся электроды, например, для того, чтобы стимулировать или подтормаживать те или иные центы мозга. В случае фармакорезистентной эпилепсии лекарственные препараты на эпилептический очаг не действуют, у человека продолжают возникать припадки. Тогда применяется хирургическое удаление очага (если его удается детектировать) или электрическая стимуляция, которая его блокирует. Идея вживления электродов в мозг пациента (при его согласии) появилась в 70-е годы ХХ века, в тот же период в Институте экспериментальной медицины под руководством **Н.П. Бехтеревой** осуществлялись подобные работы. С целью выключения эпилептического очага с вживленных электродов регистрировалась электрическая активность нейронов и осуществлялся её анализ. В некоторых случаях электроды располагались в ассоциативной теменной коре, при этом исследователи пытались обнаружить их речевые функции. Что было непростой задачей, так как новые каналы для передачи информации в каждой конкретной нейросети могут располагаться очень индивидуально, то есть существует пункт А, из которого сигнал выходит, и пункт Б, в который он приходит, но как конкретно прошли импульсы - зависит от текущего состояния нейронов в те моменты, когда идет процесс обучения. У одних людей память о конкретных словах будет находиться в одной части теменной коры, у вторых - в иной. Для того, чтобы узнать, какой нейрон связан с неким словом, исследователям приходилось идти экстенсивным путем, то есть садиться рядом с пациентом и читать ему словарь слов в надежде, что нервная клетка отреагирует. Н.П. Бехтерева отмечает, что в ассоциативной коре действительно получилось выявить нервные клетки с вербальными свойствами, например, клетку, которая реагирует на слово "сосна". И не только на слово, но и на картинку с изображением сосны, а также на запах сосновых иголок и даже на словосочетание "новый год". Исследователям несколько раз удалось обнаружить те нейроны, которые занимаются речевым обобщением, например, нейрон, который реагировал на понятие "деревья", то есть на весь класс этих объектов. В эксперименте пациенту зачитывался список слов: береза +, роза -, ель +, сосна +, сирень

-, кливна -. Перечислялись только растения, при этом реакция (+) возникала только на деревья, что подтверждает гипотезу о том, что данный нейрон обобщает понятие "деревья". В самом конце списка слов добавлялось псевдослово, которого нет в русском языке, например, "кливна", поэтому реакции на него не было. Далее экспериментатор рассказывал человеку, что кливна - это название тропического дерева, и реакция появлялась. Подобных данных очень мало, потому что попасть в мозг человека во время интенсивной психической деятельности крайне затруднительно. Полученные данные показывают **существование нейронов, которые способны специализироваться на очень тонких психических функциях, в том числе на узнавании слов.**

Похожие работы осуществлялись в лаборатории **С.Н. Раевой**, которая сотрудничала с Институтом нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко, в настоящее время эти исследования продолжаются, а публикации руководителя лаборатории **А. Седова** встречают значительный интерес мирового научного сообщества. Исследователи из США во время нейрохирургических операций определили, что нейрон, над которым расположен электрод, реагирует на лицо определенного актера и на все фильмы с его участием. В статье 2017 года описана работа нейрона, который при предъявлении человеку множества иллюстраций, срабатывал только на изображения пейзажей. Таким образом **в ассоциативной теменной коре происходит постепенное формирование "слепка" окружающего мира**. В течение жизни человек узнает новые слова, когда к трем годам накапливается около 2 тыс. слов, то возникает **"информационно-речевая модель окружающего мира"**, то есть к этому возрасту в мозге ребенка уже прописаны все ключевые параметры объектов того мира, который находится вокруг него. Следовательно, у ребенка, который растет в мегаполисе, и у ребенка, который растет в деревне, будут немного разные картины мира, но они будет усложняться и совершенствоваться, становясь более точными. **Информационная вербальная модель**, формирующаяся в ассоциативной теменной коре человека - это важнейший компонент его личности, который ложится в основу мышления, прогнозирования и творчества. Другим, настолько же значимым компонентом является **врожденная установка центра потребностей**, которая лежит в основе темперамента человека.

В ассоциативной коре находятся десятки тысяч центров, которые соединены друг с другом либо по принципу одновременности, то есть ассоциаций (например, заяц, серый, прыгает, ест морковь, она оранжевая и растет на грядке) и принципа многоуровневого обобщения, что позволяет создавать связи между отдельными речевыми центрами и формирует информационную целостность. К трем годам нервные импульсы приобретают способность распространяться по нейросети, этот процесс лежит в основе мышления человека. С помощью данной модели, более-менее отражающей окружающий мир, человек занимается очень важной деятельностью - **прогнозирует последствия своего поведения, не реализуя его**. С помощью условного рефлекса улитка может заранее спрятаться при приближении хищной рыбы, прогнозирование - более продвинутый вариант, который помогает сделать поведение человека более эффективным, избежать неприятного развития событий и с большей вероятностью достичь успеха. **Стивен Хокинг** для описания этих процессов использовал понятие **"моделезависимый реализм".** Адекватность модели можно проверить на уровне поведения, человек эксплуатирует её в двух основных режимах:

* **интуитивный режим** - ввод исходных данных и получение практически мгновенного ответа (доли секунды), этот режим используется для решения простых задач. Выбор продукта в магазине происходит за доли секунды, психологи утверждают, что длительность при выборе объекта связана с обоснованием первоначального варианта, поэтому своей интуиции вполне можно доверять.
* **проговаривание** - в случае сложной задачи вариантов её решения бывает много. Если выбор лидирующего варианта решения неочевиден, то лучше проследить, какие именно ассоциации используются по ходу ментального процесса, буквально проговаривая каждый поворот сигнала по в процессе движения нервных импульсов. Когда человек думает, то он способен каждый шаг (переход к следующему речевому центру) сбрасывать на речедвигательную кору - зону Брока, которая находится в задней нижней части доли.

Вопрос психолога: "Вы хотите поговорить об этом?" является призывом перейти от быстрого интуитивного режима к более медленному. Когда человек нечто проговаривает или пишет письмо самому себе, то многие проблемы с непростым выбором становятся более очевидными. При этом важно не торопиться, о чем и говорит русская поговорка "Утро вечера мудренее". При наличии сложной задачи стоит перед сном загрузить её в ассоциативную теменную кору и лечь спать, во время парадоксального сна процессы анализа информации продолжаются, утром может быть готово решение. **Чем сложнее модель - тем лучше прогноз, количество существующих в модели центров называется информированностью, а адекватность связей - мудростью.** Если нас не устраивают параметры модели и есть желание их изменить, то существует возможность коррекции, которая чем-то похожа на работу программиста, который вводит в программу дополнительные параметры. Как правило, затормозить некую неверную связь очень сложно, но построить в обход дополнительные связи - более реальный и эффективный способ, которым занимается психотерапия. О быстром и медленном режимах в своих книгах пишет психолог и лауреат Нобелевской премии по экономике **Даниэль Канеман**. В книге **"Думай медленно...решай быстро"** автор выделяет: систему 1 - **автопилот**, которая является скрытой, быстрой и интуитивной, и систему 2 - **пилот**, медленную и трудозатратратную, но позволяющую решать новые и сложные задачи. Физиологи отмечают, что психолог Д. Канеман объяснил экономистам, как работает мозг человека, за что они дали ему в 2002 году Нобелевскую премию, после чего на стыке физиологии, психологии и экономики появилась особая наука - **поведенческая экономика**. Она позволяет учитывать особенности мозга и поведения человека при реализации макро и микро экономических прогнозов.

### Механизмы работы ассоциативной лобной коры

В ходе принятия решений в префронтальную или ассоциативную кору поступают различные потоки, в том числе: сенсорная информация и результаты мышления, сигналы от центра потребностей и центров памяти. Данные сигналы объединяются, в идеале мозгом должна быть выбрана эффективная поведенческая программа, которая позволит удовлетворить некую потребность. **Потребность -** это избирательная зависимость организма от определенных факторов внешней или внутренней среды.

* **витальные потребности**: пищевые и питьевые, пассивно и активно оборонительные (страх и агрессия), гомеостатические (сон, дыхание), экономия сил (лень) и груминг.
* **социальные потребности**: половое поведение, детско-родительское взаимодействие, сопереживание, иерархия (лидеры и подчиненные), территориальная (собственность) и эмпатия (сострадание и со-радование).
* **потребности саморазвития**: подражание (делай как), "программы свободы", игровая (тренировка навыков), исследовательская, творчество

Первая задача - выбрать доминирующую потребность, которая наиболее актуальна здесь и сейчас, то есть ту, которая в наибольшей степени не удовлетворена. В курсе "Мозг и потребности" каждая лекция посвящена конкретной группе программ: пищевое поведение, агрессия или эмпатия. Центры различных потребностей в первую очередь располагаются в стволовых структурах, каждая такая зона способна создавать информационные потоки, которые в основном через миндалину поднимаются в лобную кору. Центр каждой потребности способен сообщить о степени своей неудовлетворенности. Около 20 центров групп потребностей постоянно соревнуются друг с другом для направления поведения человека на свое удовлетворение. Данная конкуренция - важный компонент психической жизни человека, но решение о доминанте принимает ассоциативная лобная кора. Этим в первую очередь занимается вентромедиальная префронтальная кора, куда приходят сигналы из миндалины, являющейся важнейшим коллектором сигналов от центров различных биологических потребностей. В миндалине находится комплекс разных структур, в числе прочего она выполняет функцию информационной воронки.

В таблице представлен процесс выбора доминирующей потребности в упрощенном виде (три потребности). В ситуации 1 самой актуальной потребностью является пищевая, поэтому лобная кора запустит поведение, направленное на поиск пищи, но взаимодействие миндалины и лобной коры, то есть сканирование списка потребностей идет постоянно, оно многократно повторяется.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Потребность | Степень неудовлетворенности, ситуация 1 | Степень неудовлетворенности, ситуация 2 |
| **Пищевая** | 60% | 60% |
| **Половая** | 20% | 20% |
| **В безопасности** | 5% | Змея : 95% - оборонительная доминанта (смена доминанты) |

Существует гипотеза, согласно которой опросы миндалины составляют частоту тета-ритма ЭЭГ, то есть обновление информации идет 4 - 8 раз в секунду. В окружающем мире могут происходить быстрые изменения, например, человек может испытывать голод, но в ту же секунду заметить, что по земле в его сторону ползет крупная змея, в этом случае зрительные центры посылают соответствующие сигналы, активируются центры программ безопасности, все это прорывается через миндалину в кору больших полушарий, которая при очередном сканировании замечает, что потребность в безопасности теперь составляет 95%. В этот момент происходит смена доминанты, после чего миндалина должна помочь в выборе решения - убегать или драться. Правильно работающая система позволяет эффективно менять доминанту с ориентацией на изменения в окружающей среде. Если мозг чрезмерно "зависает" на какой-то программе, то подобное явление называется акцентуация, если это происходит в более тяжелой форме - маниакальное расстройство личности, которое является отдельной проблемой, решаемой применением нейролептиков. Вышеописанная ситуация - это первый этап **выбора поведенческой программы**:

1. Из всего многообразия программ ассоциативной лобной корой выбираются те, которые связаны с **удовлетворением доминирующей потребности**. Например, съесть чипсы или яблоко? - подобного рода выбор начинается с того, что человек решает, какой поток положительных эмоций получить. Удовлетворение биологических потребностей связано с положительными эмоциями, которые, поднимаясь в кору больших полушарий, делают более прочными те или иные биологические программы, то есть процессы ассоциативного обучения. В случае неудовлетворения потребностей возникают отрицательные эмоции, то есть угасательное или дифференцировочное торможение.
2. **Этап учета сигналов внешней среды** - на основе информации от сенсорных центров и ассоциативной теменной коры оценивается соответствие программ текущим стимулам.
3. **Учет предыдущего опыта реализации программы** (ее вес) - общее число и доля успешных реализаций.

В таблице представлены три конкурирующие программы пищевого поведения, которые были сформированы как некие комплексы условных рефлексов в ходе индивидуального опыта. Каждая программа запускалась при наличии неких условий - условных стимулов, ранее не значимых сенсорных сигналов (эксперименты И.П. Павлова), которые в условиях адаптации к окружающей среде стали значимыми. В тот момент, когда решение заниматься пищевым поведением уже принято, человек начинает смотреть, слушать и осязать, то есть набирать сенсорные сигналы, которые идут через ассоциативную теменную кору.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Варианты реализации |  | Условия | Вес программы |
| программа 1 | купить еду в буфете | стимул 1 | есть деньги | 90% |
| стимул 2 | недалеко находится буфет |
| программа 2 | попросить  бутерброд у товарища | стимул 3 | у товарища есть бутерброд | 50% |
| стимул 4 | он доброжелателен |
| программа 3 | отнять бутерброд у товарища | стимул 5 | у товарища есть бутерброд | 25% × 2 бала  = 50 |
| стимул 6 | он не хочет делиться |
| стимул 7 | бутерброд с рыбой |

В процессе реализации каждая программа набирает баллы соответствия условиям окружающей среды. Пусть в данный момент на организм действуют стимулы 1, 3, 5 и 7, а стимулы 2, 4 и 6 - отсутствуют. Это означает, что на втором этапе выбора очевидного лидера нет, то есть каждая программа набрала некоторое количество баллов, но идеального соответствия не выявлено. Условно немного вперед выходит программа 3, так как имеет два стимула, но все будет решаться на третьем этапе, на котором учитывается предыдущий опыт реализации программы - её рейтинг, который зависит от двух факторов: общее число и доля успешных реализаций. Речь идет о механизмах положительного и отрицательного обучения, чем больше раз происходит повтор программы, тем значимее и стабильней синаптические модификации, а сигнал увереннее попадает из пункта А в пункт Б. Доля успешных реализаций – это соотношение положительных и отрицательных эмоций, которые возникали в процессе предыдущего осуществления программы. Каждый раз, когда не получалось её выполнить, негативная эмоция немного "засыпала" колею, то есть условное торможение делает вероятность дальнейшего запуска программы меньше.

* пусть **программа 1** - "старая добрая" программа, которая много раз реализовывалась и практически всегда приводит к успеху, коэффициент её надежности - 90%;
* пусть **программа 2** - не очень надежная, так как примерно в половине случае приводит к неудаче, её вес - 50%;
* пусть **программа 3** - недавно сформированная программа, её синаптические модификации не очень велики, поэтому надежность - 25%.

Таким образом, несмотря на два балла, набранные на втором этапе третьей программой, побеждает программа 1. Именно так в упрощенном виде выглядит алгоритм принятия решений ассоциативной лобной корой. Данный пример показывает, что присутствует **проблема стереотипизации поведения**, которая при прочих равных (и даже без них) склонна выбирать привычные пути. По этому поводу существует масса поговорок, например, "от добра добра не ищут", "самая короткая дорога - это знакомая дорога". Действительно, подобного рода подход позволяет экономить силы и повышает вероятность успеха, но он же закрывает путь к новым решениям. Здесь уже необходим сознательный волевой контроль, так как мозг человека способен на сознательном уровне контролировать деятельность ассоциативной коры и выбрать иной вариант реализации программы. Можно представить ситуацию, когда человек закончил некий проект и ищет новое место работы:

* **вариант 1** - надежная фирма с отличным коллективом, но с не очень большой зарплатой;
* **вариант 2** - интересные рабочие задачи, хороший коллектив, но руководитель слишком напорист;
* **вариант 3** - открыть собственное дело, что предполагает усиленную мобилизацию.

Возможно, стоит выбрать самый надежный путь, но волевым усилием можно выбрать новую дорогу и попробовать новые возможности и степени свободы. В этом месте сознательный контроль поведения очень ярко себя проявляет. В случае повреждения ассоциативной лобной коры качество выбора существенно падает, а серьезные повреждения могут приводить даже к невозможности его осуществить. В свое время была изобретена операция, которую назвали **"лоботомия"**, она позволяла вообще лишать воли и инициативы психиатрических больных (например, больных с маниями). Это довольно жуткая процедура, в ходе которой глазное яблоко человека отодвигается вниз и без трепанации черепа в верхнюю глазничную щель вставляется тонкий металлический предмет, далее производятся веерообразные движения, которые подрезают белое вещество под ассоциативной лобной корой. Эту операцию придумал американский нейрохирург **Эгаш Мониш**, в 40-е годы ХХ века в США работали передвижные бригады нейрохирургов, которые переезжали из одной психиатрической клиники в другую, в итоге ими было сделано десятки лоботомий. В Европе эта технология не успела прижиться, в России её не было вообще. Через несколько лет после начала эксплуатации лоботомии появились нейролептики и необходимость в этой операции отпала, поскольку стало возможно проводить фармакологический поведенческий контроль, но Э. Мониш в 1949 году успел получить за свою работу Нобелевскую премию.

### Механизмы работы поясной извилины

Название поясной извилины происходит вследствие того, что она опоясывает медиальную поверхность коры. Эта структура очень эффективно помогает ассоциативной лобной коре, которая выбирает поведенческую программу и отправляет её на двигательную кору, запускающую поведенческие реакции, которые далее оцениваются с помощью сенсорных систем. Если результат достигнут, то возникают положительные или отрицательные эмоции, но проблема заключается в том, что запускаемые программы длинные, что очень характерно для мозга и психики человека. Они приводят к результату не здесь и сейчас, а через неделю, месяц, год и даже годы. Удержаться в рамках реализации подобной программы очень непросто, поясная извилина способна оценивать успешность очередного этапа поведенческой программы. Если реализуется длинная программа, то не обязательно ждать до конца, чтобы понять

* достигается ли желаемый результат. Очень важно в длительной программе выделить этапы и оценить их успешность, а также по итогам успешных этапов по возможности генерировать положительные эмоции. Тогда вероятность конечного успеха становится больше, так как **для развитых нервных систем очень характерно получать положительные эмоции в результате оценки вероятности конечного успеха**, о чем писал и **П.В. Симонов** в работе **"Информационная теория эмоций"**. Поясная извилина - это важнейший субстрат для реализации данных алгоритмов.

На каждом очередном этапе сложной поведенческой программы поясная извилина сравнивает: **реальные результаты поведения** - информацию от сенсорных систем и **ожидаемые результаты** - память о предыдущих успешных реализациях поведения, сформированную либо на основе собственного опыта человека, либо на основе полученной информации, которую вносят в его мозг зеркальные нейроны.

* + поясная извилина вместе с гиппокампом эффективно работает в системах памяти, получая из её центров информацию о том, как должны развиваться события. Если всё идет по плану, то она сравнивает с полученными результатами, а **в случае совпадения получает положительные эмоции**. Результаты сравнения передаются в ассоциативную лобную кору и используются для коррекции выполняемых поведенческих программ.
  + **при несовпадении реальных и ожидаемых результатов** поясная извилина передает информацию на миндалину и задний гипоталамус, **возникает негативное эмоциональное состояние**. В лобную кору идет информация о наличии проблемы, далее задача ассоциативной лобной коры - принимать решение о коррекции программы или её смене.

Каким образом лобная ассоциативная кора "прислушивается" к поясной извилине - отдельное очень важное свойство личности человека, которое во многом влияет на то, что И.П. Павлов назвал **"подвижность нервной системы"**. Если она не очень прислушивается, то говорят о малоподвижной нервной системе, если это сопровождается низкой интенсивностью эмоций, которые запускает поясная извилина, то и флегматичной нервной системе. В этом случае человека характеризуют как упрямого, упертого. Противоположная проблема возникает, когда человек слишком прислушивается к поясной извилине и готов изменить программу при малейших намеках на неудачу, психологи называют это недостатком целеполагания. Таким образом, очень многое зависит и от свойств поясной извилины, и от того, как она взаимодействует с ассоциативной лобной корой. Если в ней происходит инсульт или иные повреждения, то серьезно снижается генерируемые ею эмоции, а темперамент человека становится более флегматичным.

#### Волевой контроль

Важно подчеркнуть идею волевого, сознательного контроля поведения человека при принятии того или иного решения. Нервная система человека способна контролировать конечный запуск поведенческой программы ассоциативной лобной корой. Вероятно, контроль происходит на уровне её взаимодействия с ассоциативной теменной корой, которая при не очень быстром запуске программы успевает наложить её на информационную модель мира, ещё раз просчитать вероятности и в сложных случаях выдать корректирующий сигнал. Здесь работает ещё один важный фактор - информационная речевая модель мира, формирующаяся в течение всей жизни человека в ассоциативной теменной коре, содержит не только информацию о событиях в окружающей среде. В ней присутствуют и модели других людей, и модель самого человека, то есть он создает внутри себя представление о своем характере и системе ценностей. Если предложенная ассоциативной корой программа не сходится с представлениями человека о самом себе, то может возникнуть сигнал об её отмене. Таким образом, существует потрясающая способность высших центров человека за счет ассоциативной лобной и теменной коры сказать программе, которая набрала максимальный рейтинг - "нет" и добавить баллы ко второй или третьей программе. Данные процессы относятся к высшим психическим сферам деятельности человека, их сложно изучать физиологическими методами, потому что они очень быстрые. Даже современные томографы формируют картину активности больших полушарий за несколько секунд, но вышеописанные процессы быстрее их на порядок. В тот момент, когда появятся более быстрые приборы, появится и вероятность увидеть их в реальном времени.

Когда И.П. Павлов писал о сознании, то говорил именно о смене активации в разных зонах коры больших полушарий. **Сознание человека можно сравнить с прожектором**, который освещает ту или область мозга и вливает дополнительную энергию в те или иные процессы в зрительной, ассоциативной теменной или двигательной коре, делая их более интенсивными и качественными. И.П. Павлов: "Если бы можно было видеть сквозь черепную коробку и если бы место с оптимальной возбудимостью светилось, то мы увидели бы на думающем сознательном человеке, как по его большим полушариям передвигается постоянно изменяющееся в форме и величине причудливо меняющихся очертаний светлое пятно". Концепция светлого пятна прожектора сознания до настоящего момента остается самым понятным объяснением волевого контроля человека. Можно говорить о том, что у человека есть центр мышления, центры принятия решений и памяти, но центра сознания при таком понимании нет, так как это быстро текущий фокус активации. Если рассматривать некий объект, то сознание находится в зрительных центрах, если увлечься произвольным движением, то оно будет находиться в двигательных центрах, если осмысленно прогнозировать, то сознание переместится в ассоциативную теменную кору. При быстрой реакции на события, которые происходят стремительно, сознание можно обнаружить в ассоциативной лобной коре. Порой удается ослабить фокус тотальной активности сознания, это называется медитативное состояние, которого можно достичь, например, за счет дыхательной гимнастики. В этом случает происходит снижение активации нейросетей коры, прекращаются непрерывные ментальные процессы, что позволяет мозгу убрать лишний уровень шума и расслабиться, а далее с большей степенью готовности вернуться к решению более специфических задач. Снятие избыточного шума играет важную роль для повышения эффективности решения мозгом задач. Как правило, более эффективным является не тот мозг, где нейроны выдают больше импульсов, а наоборот - мозг, в котором импульсацией активно занимается меньшее количество нейронов, но зато тех, которые вовлечены в конкретную задачу, а остальные нейроны при этом им не мешают.

**Прокрастинация** возникает в том случае, когда перед человеком появляется долговременная и сложная задача (написание научной статьи) с ограничением времени её решения. И вместо того, чтобы приступить к её выполнению, требующему больших затрат ресурсов и времени, человек занимается незначительными делами (уборка в квартире), получая краткосрочную выгоду. Прокрастинация "съедает" время и в итоге может ухудшить качество конечного продукта, но это не всегда верно, так как многие люди за счет неё наращивают уровень стресса, в их мозге появляется избыток норадрелина, с помощью которого за короткое время можно успеть выполнить задачу не хуже, чем за полное время. Это явление называется **"активная прокрастинация"**, если она не приводит к ухудшению качества конечного продукта, то с осторожностью её можно использовать, но в любом случае это - дополнительный стресс.

Ключевые пункты, полезные для человека в обыденной жизни:

* важно не быть слишком упрямым (иллюзия полного знания, "туннельное зрение", при котором игнорируются важные детали), потому что порой лобная кора плохо "прислушивается" к поясной извилине, но эти сигналы очень полезно оценивать, так как с помощью дополнительной коррекции можно повысить вероятность успешного достижения конечной цели. Поэтому необходимо быть внимательными к тем эмоциям, которые генерирует поясная извилина.
* важно следить за эффектами стереотипизации поведения и накоплением негативных программ, не лишая себя степеней свободы и возможностей.
* важно не реагировать на то, что маркетологи называют "закрывающиеся двери", то есть желание принять решение немедленно. В сложных ситуациях необходимо подумать, то есть дать время информационной модели мира завершить все операции.
* важно быть внимательным к тому, что предлагают зеркальные нейроны, потому что о результатах некоего поведения человек узнает не на собственном опыте, а в результате информации, полученной от других людей, которым подражает в своем поведении, что может привести к избыточному конформизму.
* важно в период интенсивной деятельности контролировать степень утомления и вовремя переключаться с одного вида деятельности на другой, а также не забывать про здоровый, своевременный и достаточно длинный сон.
* важно использовать способы контроля стресса: медитацию или дыхательную гимнастику, так как дыхание является витальной функцией, при концентрации на которой можно нивелировать проявления стресса; при реализации сложной деятельности с программой, рассчитанной на долгое время, важно не забывать про положительные эмоции, источниками которых являются новизна, движение, общение с друзами и близкими. Соблюдение баланса положительных и отрицательных эмоций способно помочь решить самые сложные задачи с большей эффективностью и вероятностью.

**Процесс произнесения слов**

Человеческая речь возникает при взаимодействии голосовых связок и голосового тракта, к которому относятся полость гортани, рта, носа. Туго натянутые голосовые связки производят звук, когда между ними проходят струи воздуха. Звук состоит из коротких импульсов, или толчков воздуха с частотой 100 или более в секунду, причем каждый из них содержит энергию на многих частотах. Эти импульсы вызывают колебания воздуха, заключенного в полости рта, носа, гортани. Они могут быть настроены на разные частоты изменением положения языка, щек, челюсти, губ.

Потоки импульсов определенной группы возникают с частотой около 100 в секунду. Каждый импульс начинается в полную силу и быстро затухает, пока энергия звука не возобновится следующим импульсом.

Многие гласные звуки образуются двумя и более волнами далеко отстоящих друг от друга частот. Достигнув уха, звуки возбуждают рецепторы, расположенные вдоль базиллярной мембраны улитки. Низкие частоты активируют рецепторы на одном конце мембраны, высокие — на другом. Сложный звук, состоящий из нескольких частот, воздействует на несколько различных отделов мембраны. Активация рецепторов ведет к передаче соответствующей информации по слуховому нерву в мозг.

Звуки речи слагаются из импульсов, создаваемых связками, и из специфических колебаний определенной частоты, производимых полостями рта и глотки. Эти два вида импульсов объединяются, приобретая определенный характер. Человек отличает речь одного говорящего от речи другого, отбирая из массы звуков те частоты, которые модулируют в одном ритме. Поскольку невероятно, чтобы голосовые связки двух говорящих вибрировали в какой-то момент в одном ритме, модуляция является важным средством раздельного восприятия голосов.

Афазия

Большая часть знаний о способности человека говорить получена из наблюдений над больными с повреждениями мозга, сопровождающимися нарушениями речи. Чаще всего это люди, перенесшие инсульт, или больные с нарушением мозгового кровообращения.

Наиболее распространенная категория речевых расстройств называется *афазией*. Это первичное расстройство в понимании или продукции речи, вызванное мозговыми повреждениями. Однако не все речевые расстройства являются таковыми. При афазии пациенты могут иметь трудности в понимании содержания, повторении или продукции значимой речи, но эти проблемы не должны вызываться простыми сенсорными или двигательными недостатками, а также отсутствием мотивации. Например, неспособность говорить, вызванная глухотой или параличом речевых мышц, не рассматривается как афазия. Кроме этого, больной афазией осознает, что другие пытаются с ним общаться, и представляет себе смысл общения.

В зависимости от места поражения мозга и типа речевого расстройства различают несколько видов афазий.

Афазия Брока. Превращение мыслей, восприятия и воспоминаний в значимую речь происходит, по-видимому, в лобных долях. Поражение левой нижней лобной доли (зоны Брока) ведет к нарушению способности человека говорить. Это расстройство называется *афазией Брока*, по имени ученого, сделавшего значительный вклад в его описание. У больных с такими поражениями мозга отмечается медленная, затрудненная, небеглая речь. Они долго подбирают нужные слова, иногда неверно произносят, но используют в соответствии со смыслом. При общении с такими больными возникает впечатление, что мозг знает, что сказать, но травма затрудняет экспрессию этих мыслей.

Люди с афазией Брока легче выговаривают одни типы слов по сравнению с другими. Наибольшие трудности они испытывают с короткими словами, связанными с грамматическим значением (в английском — это артикли the, a; в русском — предлоги). Эти слова называются *функциональными*, поскольку они имеют важную грамматическую функцию.

Больные с афазией Брока легко справляются с содержательными словами, несущими смысл (существительными, глаголами). Способность понимать других у них продуктивнее, чем собственные возможности произнесения слов.

В 1861 г. П. Брока доказал, что при такой афазии повреждается ассоциативная кора, расположенная впереди первичной моторной коры.

В настоящее время многократно показано, что повреждение и первичной моторной коры, и подкоркового белого вещества в лобных долях также ведет к заболеванию, поэтому точные причины возникновения афазии Брока до сих пор не определены.

В 1884 г. К. Вернике предположил, что область Брока содержит моторную память, т. е. воспоминания о последовательности мышечных движений, необходимых для произнесения слов. Речь включает быстрые движения языка, губ, челюстей.

Они должны координироваться друг с другом и со звуковыми кодами, что требует весьма искусных механизмов моторного контроля.

Анализ травм мозга свидетельствует о том, что зона Брока содержит не только программы мышечных движений для всех речевых единиц, поскольку ее повреждение ведет как к трудностям артикуляции, так и к аграмматизму, и аномии.

*Аграмматизм* — это нарушение речи, проявляющееся в затруднении использования грамматических конструкций. Такие больные могут легко произносить слова, но при этом плохо ориентируются в падежных окончаниях и с трудом преодолевают такие грамматические маркеры, как суффиксы и префиксы. В то же время они предпочитают прибегать к отглагольным существительным, что, по-видимому, облегчает продукцию речи.

*Аномия* — заболевание, проявляющееся в затруднениях при произнесении названия предмета, трудности подбора слов. Аномия является первичным симптомом всех афазий, поскольку любая афазия это либо утрата слов, либо неправильное их использование. В связи с тем, что при афазии Брока отсутствует беглость речи, аномия проявляется особенно ярко. О сложности подбора слов больными свидетельствует большое количество междометий.

*Трудности артикуляции* при афазии Брока обнаруживаются в том, что больные неправильно произносят слова, меняют в них последовательность звуков. Однако они осознают это и пытаются корректировать речь. Следовательно, можно предположить, что восприятие грамматических форм на слух у таких больных не утрачено.

Указанные трудности представлены в различной степени и зависят от длительности заболевания и величины повреждения. По времени восстановления речевых функций после травмы мозга можно сформулировать иерархию повреждений. Нижняя ступень ее сопряжена с контролем последовательности мышечных движений при произнесении слов, утрата которого ведет к нарушению артикуляции. Более высокая ступень представляет собой программы подбора отдельных слов, расстройство которых приводит к аномии. Высшая ступень, нарушение которой сопровождается аграмматизмом, связана с выбором грамматических структур, порядком слов в предложении, использованием функциональных слов и словесных окончаний.

В контроль артикуляции, по-видимому, включена моторная кора, в которую проецируются нейроны, иннервирующие лицевые мышцы, и базальные ганглии. Выбор слов и грамматических структур сопряжен с активностью зоны Брока и прилегающей фронтальной ассоциативной коры.

Более тщательный анализ речи больных афазией Брока обнаруживает у них нарушение не только продукции собственной речи, но и некоторых аспектов понимания речи других людей, хотя они в основном осознают то, что им говорят, и обеспокоены своей неспособностью выразить мысль.

Нарушение понимания речи выявляется в достаточно тонких экспериментах, когда с помощью грамматических конструкций субъект и объект меняются местами. Например, испытуемым предлагалось два предложения: лошадь, лягающая корову; корова, лягающая лошадь. Или: танцор, аплодирующий клоуну; клоун, аплодирующий танцору. Больные афазией Брока с трудом использовали пассивные конструкции и различали текст в активном и пассивном вариантах.

Таким образом, можно заключить, что значение зоны Брока заключается в составлении и сохранении последовательностей мышечных движений для слов, а также порядка слов в предложении.

Афазия Вернике. Уже отмечалось, что важным аспектом речевой функции является узнавание разговорной речи. Это сложная перцептивная задача, которая опирается на память о последовательности звуков, произнесенных другим человеком. Узнавание обеспечивается нейронными кругами в средней и задней части верхней височной извилины левого полушария, которая называется *зоной Вернике*, а нарушение, возникающее при ее повреждении, — соответственно, *афазией Вернике*.

Этот вид афазии проявляется прежде всего в плохом понимании значимой речи, поэтому ее также называют *рецептивной афазией*. У больных нет проблем с артикуляцией слов, они их не подбирают. Их плавная и беглая, грамматически правильная речь бессодержательна, хотя они понимают то, что должны сказать. Чтобы убедиться в этом, можно предложить им ответить не словами, а, например, жестом, который будет соответствовать вопросу. В отличие от больных с афазией Брока такие пациенты не осознают своего дефекта: они не понимают, что их речь не имеет смысла.

В то же время у больных с таким вариантом афазии не нарушено понимание выражения лиц и интонации голоса. Они начинают отвечать, когда их спрашивают, и соблюдают все внешние атрибуты правильного речевого поведения. Кроме того, они могут обслуживать себя, готовить еду, социально адекватны.

Верхняя височная извилина, повреждение которой вызывает афазию Вернике, является областью слуховой ассоциативной коры. Вероятно, именно здесь хранятся воспоминания о последовательностях звуков, которые составляют слово. Томографические исследования показали, что, по-видимому, слуховая ассоциативная кора верхней височной извилины обеспечивает узнавание звуков слов, так же, как зрительная ассоциативная кора нижней височной извилины связана с узнаванием образов. Пока неясно, почему утрата способности узнавать разговорную речь ведет за собой неспособность говорить. Афазия Вернике включает три типа речевых расстройств: нарушение узнавания воспринятых слов, утрата понимания значения слов и неспособность превращать собственную мысль в слова.

Дефицит узнавания слов называется также *словесной глухотой*. Стоит подчеркнуть, что узнавание речи не равнозначно ее пониманию. Так, в тех случаях, когда человек несколько раз слышал иностранное слово, он способен узнать его, но вряд ли поймет его значение. Если узнавание относится, прежде всего, к восприятию, то понимание предполагает первоначально восстановление информации из памяти, а затем ее сопоставление.

Повреждение левой височной доли может вызвать расстройство узнавания слов на слух. Этот синдром называется *чистой словесной глухотой*. Такие люди не глухи в привычном понимании этого слова, поскольку они слышат произносимые звуки. Однако они не способны понимать речь, воспринимая ее лишь как поток звуков различной интенсивности и высоты. Они говорят своему собеседнику: «Я слышу, что ты говоришь, но я не понимаю, что ты говоришь».

Больные с заболеванием «чистая словесная глухота» могут узнавать неречевые звуки — лай собаки, трель звонка, пение птиц. Их собственная речь не имеет никаких дефектов. Они могут также понимать речь других людей по губам, читать и писать, поэтому общаются преимущественно письменно. Это означает, что они понимают значения слов, если эти слова восприняты не на слух.

Чистую словесную глухоту могут вызывать два типа повреждений мозга: разрушение входа в зону Вернике и повреждение самой зоны. Первое связано с билатеральной травмой первичной слуховой коры или белого вещества левой височной доли, при котором нарушается целостность аксонов, несущих информацию из первичной слуховой коры в зону Вернике.

Два других типа нарушения при афазии Вернике — дефицит понимания значения слов и неспособность выразить мысль словами — по-видимому, обусловлены повреждениями вне зоны Вернике. Область поражения располагается каудальнее этой зоны: там, где соединяются височная, затылочная и париетальная доли левого полушария. Она называется задней язычной областью. В ней информация о словах, воспринятых на слух, соединяется со значениями этих слов, хранящимися в нейронных цепях сенсорной ассоциативной коры.

Повреждение задней язычной области вызывает расстройство, известное как *транскортикальная сенсорная афазия*. В отличие от больных с афазией Вернике такие пациенты могут повторить то, что сказали другие люди. Это означает, что они узнают воспринятые на слух слова, но не понимают их значения. Как и больные с афазией Вернике, они не способны порождать осмысленную речь. Н. Гешвинд с соавторами показали, что понимание и узнавание речи происходит в разных мозговых структурах. Они описали больную с серьезными повреждениями мозга, вызванными отравлением угарным газом. Женщина провела несколько лет в больнице и умерла, не сказав о себе ничего что-либо значимого. Она не выполняла словесные команды и не подавала никаких признаков их понимания. В то же время она могла повторить то, что ей говорили. Это повторение было осмысленным, поскольку в тех случаях, когда кто-то говорил с сильным акцентом, она не имитировала акцент, а воспроизводила фразу чисто; если же кто-то произносил предложение с грамматическими ошибками, она не повторяла их. Больная могла продолжить стихотворение, если кто-то начинал декламировать, пела, если слышала начало песни, которую знала. Она даже выучила несколько новых песен, услышанных по радио в госпитале. Таким образом, больная не понимала речь, но узнавала и повторяла слова, из чего можно заключить, что узнавание и понимание слов связано с различными мозговыми структурами.

По-видимому, многое может прояснить изучение еще одного расстройства — *дизлексии*, заболевания, связанного с трудностями чтения. Важно, что при этом у испытуемых не нарушен интеллект. Дизлексии могут быть разного характера, что подразумевает неодинаковые причины этого заболевания. Одни испытуемые не могут связывать слова, воспринятые на слух, с их зрительным образом, другие не воспринимают зрительный образ слова.

Роль подкорковых структур в порождении речи

Дж. Оджеманн во время операций по поводу эпилепсии проводил картирование мозга, стимулируя электрическим током различные участки обнаженной коры больших полушарий. Оказалось, что число областей, связанных с называнием предъявляемого предмета, много больше, чем это было зафиксировано раньше.

Поражения, возникающие в задней перисильвиевой области, нарушают связывание фонем в слова и отбор целых словоформ. Таким больным не удается произносить некоторые слова. Они заменяют их местоимением или существительным более общего таксономического уровня, говоря, например, «люди» вместо «женщина», или применяют семантически родственное слово взамен нужного, используя слово «начальник» вместо «президент». Однако поражения этой области не нарушают ритма речи или ее скорости. Синтаксическая структура предложений не затронута, даже когда наблюдаются ошибки в использовании местоимений и служебных слов, например, союзов. Восприятие речи страдает не потому, что, как думали раньше, задняя перисильвиева зона — центр накопления значений слов, а вследствие нарушения акустического анализа слышимых больным словоформ на какой-то более ранней стадии.

Системы этой зоны хранят акустические и кинестетические записи фонем и их последовательностей, составляющих слова. Нейронные пути связывают эти системы таким образом, что активация одной последовательности способствует возбуждению другой.

Названные области сообщаются с моторной и премоторной зоной коры как непосредственно, так и через подкорковый путь, включающий левые базальные ганглии и ядра передней части левого таламуса. Этот двойной двигательный путь особенно важен: произнесение звуков речи может контролироваться либо корковой, либо подкорковой сетью или ими обеими. Подкорковая сеть соответствует навыковому обучению, а корковая — более осознанному контролю высшего уровня и ассоциативному научению.

Когда ребенок заучивает словоформу «желтый», возбуждаются системы словообразования и двигательного контроля через корковый и подкорковый пути, а их активность коррелирует с работой мозговых областей, ответственных за цветовые понятия и связь между ними и речью. Со временем эта понятийно-посредническая система устанавливает прямой путь к базальным ганглиям, поэтому задняя перисильвиева область уже не должна будет активироваться при произнесении слова «желтый». Последующее заучивание словоформ для этого цвета на иностранном языке снова потребует участия перисильвиевой области для установления слухового, кинестетического и двигательного соответствия фонем.

Базальные ганглии служат для объединения компонентов сложных движений в плавное единое целое, поэтому не исключено, что они выполняют аналогичную функцию соединения словоформ в предложения.

Описан пациент, имеющий обширное поражение мозга, которое охватывает все затылочно-височные области левого полушария от переднего до заднего конца. Он утратил способность использовать широчайший спектр словоформ существительных. Вследствие этого пациент не мог называть цвета и имена конкретных людей. Более тщательные исследования показали, что соответствующие этим словоформам понятия у него сохранились.

Многие афазические эффекты обусловлены повреждением не только старой, но и новой системы. Например, повреждение соседних с корковыми речевыми центрами лимбических областей ведет к отсутствию четкого параллелизма и однозначности между глубиной афазии и величиной поврежденного участка коры. Остаточная лимбическая речь проявляется как селективное сохранение эмоционально нагруженных или привычных слов и фраз у афазиков. Исчезновение лимбического облегчения связано с развитием мутизма, а повышение такового ведет к временному количественному и качественному улучшению при дисфазии и может даже увеличивать скорость и степень восстановления речевых процессов после травматического поражения мозга.