

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА**

Отчет по мероприятию

Организация учебных выездных лекций и семинаров для школьников и абитуриентов в образовательных учреждениях общего среднего образования города Москвы

НОМ 6

Научно-популярные материалы для школьников о современной биологии

Москва 2011

МОЗГ: КАК ОН УСТРОЕН И РАБОТАЕТ.

Слайд 1 (титул). Мозг человека представляет собой сложнейшую и интереснейшую систему. Его работа лежит в основе нашего поведения и всех психических процессов: обучения, памяти, эмоций, движений и т.д. Изучением мозга занимается множество специалистов – биологов, физиологов, медиков, психологов.

Слайд 2. С чем можно сравнить наш мозг? Во все времена его уподобляли самым сложным из механизмов, известных на тот момент человеку.

Так, в 17 веке Рене Декарт сравнивал мозг со замысловатой пневматической системой. Воздействуя на органы чувств, писал он, внешние стимулы «дергают за веревочку», и в мозге открываются особые клапаны. Через них в двигательные нервы устремляются газы – «животные духи». Эти газы раздувают наши мышцы, и происходит движение.

Представления Декарта выглядят сейчас очень странно и забавно. Но в свое время это была впечатляющая гипотеза, и именно она привела к формулировке рефлекторного принципа работы мозга.

Слайд 3. В 19 веке мозг сравнивали с телефонной станцией – множество проводов, по которым передается информация, и сотни абонентов, общающихся друг с другом.

Сейчас, в 21 веке, мы чаще всего сравниваем мозг с компьютером. Действительно, на первый взгляд, масса общего. Как мозг, так и компьютер работают с информацией. Они принимают сигналы, обрабатывают их, формируют и хранят память. А на заключительном этапе сигналы направляются к «устройствам вывода», взаимодействующим с внешней средой. Таким устройствами в случае компьютера являются, например, принтер и дисплей; в случае мозга – мышцы и внутренние органы.

Слайд 4. Можно обнаружить массу общих блоков в «архитектуре» нервной системы и компьютера. Помимо «устройств вывода», это:

- «устройства ввода»: информация от органов чувств (зрение, слух, осязание; клавиатура, мышь, видеочамера);
- «центральный процессор»: кора больших полушарий (запуск поведения);
- блоки памяти (отдельно кратковременной и долговременной);
- центры потребностей, мотиваций, эмоций (у компьютеров тоже такие можно создать, написав специальную программу);
- «блок питания»: центры сна и бодрствования.

Слайд 5. Но все не так просто. Основное назначение компьютеров – точно и быстро работать с большими числами, выполняя различные математические операции. Наш мозг явно сделан не для этого.

Попробуйте умножить, например, 12 на 13 – и вы поймете, что мозг и компьютеры действительно существуют для выполнения разных функций...

У компьютера пятью пять – всегда 25. А у нас – иногда 24, а иногда 28 или даже 40... Наш мозг постоянно «шумит», и лишен чрезмерной стабильности. Поэтому его называют «шумящим компьютером», - и именно такой шум является основой нашей личности, индивидуальности. Без него мы все были бы одинаковы – как роботы.

Слайд 6. Итак, как же устроен мозг человека. Все вы, надеюсь, знаете, что наша нервная система делится на центральную и периферическую.

Центральная нервная система (ЦНС) включает головной и спинной мозг. Сегодня основное внимание мы уделим именно их строению и функциям.

Периферическая нервная система – это нервы и нервные узлы (ганглии). Для

человека характерно наличие 12 пар черепных нервов (отходят от головного мозга) и 31 пары спинномозговых нервов (отходят от спинного мозга).

Нервные узлы представляют собой небольшие скопления нейронов вне ЦНС. В нашем организме их более сотни. Ганглии могут быть вегетативные (работают с внутренними органами) или сенсорные (чувствительные).

Слайд 7. Начнем со спинного мозга. Он является самым древним отделом ЦНС и возникает еще у не имеющих головного мозга низших хордовых (таких как ланцетник). В основе его строения – нервная трубка. Главные функции спинного мозга – рефлекторная (позволяет управлять мышцами и внутренними органами) и проводниковая (передача в головной мозг сенсорной информации; получение из головного управляющих команд).

Спинной мозг имеет сегментарное строение – то есть состоит из стереотипно устроенных взаимосвязанных сегментов. Их общее число равно 31. Сегменты спинного мозга объединяют в группы в соответствии с отделами позвоночника: 8 шейных сегментов, 12 грудных, 5 поясничных, 6 крестцово-копчиковых.

На уровне каждого сегмента в спинной мозг по сенсорным волокнам приходит информация от строго определенных участков («этажей») тела. Верно и обратное: от каждого сегмента спинного мозга по эфферентным волокнам поступают управляющие импульсы к определенным мышцам и органам тех же «этажей». От шейных сегментов отходят нервы к дыхательным мышцам, мышцам и коже шеи, рук. Грудные и верхние поясничные сегменты иннервируют мышцы и кожу туловища, органы грудной и брюшной полости. Поясничные сегменты связаны с ногами. Крестцовые сегменты и копчиковый сегмент управляют областью таза и органами, расположенными в тазовой области.

С участием спинного мозга реализуются самые разные реакции, в том числе произвольные движения, управляемые большими полушариями. Однако существуют и относительно простые, идущие по врожденно заданным программам рефлексы, которые спинной мозг способен выполнять самостоятельно.

Слайд 8. Рассмотрим в качестве примера рефлекторную дугу коленного рефлекса спинного мозга. Это простейший врожденный рефлекс, в дугу которого входят только две нервные клетки – чувствительная и двигательная (мотонейрон).

При растяжении четырехглавой мышцы бедра (в результате удара по ее сухожилию) происходит активация мышечных рецепторов. Нервный импульс проводится к телу сенсорного нейрона спинномозгового ганглия и дальше по аксону в спинной мозг (через задние корешки). В переднем роге серого вещества этот аксон образует синапс на мотонейроне и, в свою очередь, возбуждает его. Далее импульс по аксону мотонейрона (в составе передних корешков) доходит до растянутой мышцы и через нервно-мышечный синапс запускает ее сокращение. В результате четырехглавая мышца укорачивается, и коленный сустав разгибается. Сходные рефлексы можно получить при растяжении любой другой скелетной мышцы нашего тела – например, бицепса, трицепса, икроножной.

В состав дуг более сложных рефлексов (например, сгибание руки в ответ на болевой стимул) входят дополнительные вставочные нейроны. Такие рефлексы развиваются медленнее, чем коленный. Вместе с тем, в этом случае рефлекторная дуга способна более тонко «приспосабливаться» к текущему состоянию организма, учитывать сигналы из других структур ЦНС.

Слайд 9. Рассмотренные выше дуги являются соматическими (двигательными; запускают реакции скелетной мускулатуры). Наряду с ними в спинном мозге присутствуют дуги вегетативных рефлексов.

Вегетативная нервная система (ВНС) иннервирует гладкую мускулатуру, а также другие не поддающиеся произвольной регуляции исполнительные органы – сердечную

мышцу и железы. В целом ВНС приспособливает уровень активности тканей и органов, а также интенсивность обмена веществ в них к выполняемым в текущий момент задачам. Эти задачи, в свою очередь, связаны с той или иной деятельностью организма в изменяющихся условиях внешней среды.

ВНС делится на два конкурирующих отдела – симпатическую и парасимпатическую системы. При этом большинство органов иннервируется как симпатическими, так и парасимпатическими волокнами.

Симпатическая и парасимпатическая системы отличаются друг от друга, прежде всего, по функции. Эти отличия связаны с тем, что две составляющие ВНС, как правило, противоположным образом влияют на иннервируемые органы и ткани.

Симпатическая нервная система подготавливает организм к интенсивным действиям. Она ускоряет обмен веществ, расширяет бронхи, учащает и усиливает сокращения сердца, увеличивает поступление кислорода к мышцам, расширяет зрачок, тормозит работу пищеварительной системы, сокращает сфинктеры (круговые запирающие мышцы) мочевого пузыря и ЖКТ. Активность симпатической нервной системы возрастает в состоянии стресса, при физической, умственной и эмоциональной нагрузке.

Парасимпатическая нервная система способствует расслаблению организма и росту его энергетических запасов. Раздражение парасимпатических волокон приводит к снижению силы и частоты сердечбиений, сокращению зрачка, усилению моторной и секреторной деятельности ЖКТ, опорожнению полых органов, сужению бронхов. Активность парасимпатической системы максимальна в состоянии, которое можно определить как «спокойное бодрствование».

Слайд 10. Поскольку вегетативные рефлексы практически не поддаются произвольному контролю, на их регистрации основана работа детекторов лжи. Наиболее простой и удобный показатель при этом – активность потовых желез.

Потовые железы активируются симпатической нервной системой, и мы слегка потеем при любой (даже небольшой) эмоции. Капельки пота несут отрицательный заряд, и достаточно поставить на кожу датчики, чтобы такой заряд зарегистрировать.

Меньше всего эмоций у флегматика – самого спокойного из темпераментов. У сангвиника («любопытный», подвижный тип) переживаний заметно больше, но они, как правило, четко связаны с ответами на задаваемые вопросы. У агрессивных холериков эмоций еще больше, и они могут возникать вне явной связи с вопросами. Наконец, тревожный меланхолик, как правило, настолько напуган самой обстановкой тестирования, что потоотделение идет непрерывно (меланхолик явно находится в состоянии серьезного стресса).

С помощью детекторов лжи регистрируются и другие параметры – электрокардиограмма, изменения диаметра зрачка и т.д.

Все это вместе позволяет «заглянуть» в психику человека, минуя его сознание.

Слайд 11. Перейдем к головному мозгу и сначала рассмотрим его основные отделы. Они развиваются из нервной трубки эмбриона, которая сначала дает спереди три расширения – будущие передний, средний и задний мозг. На следующем этапе передний мозг образует два боковых выроста – будущие большие полушария. Между полушариями закладывается промежуточный мозг. Одновременно с этим задний мозг подразделяется на мозжечок, мост и продолговатый мозг.

В результате уже 40 дней развития эмбриона мы можем видеть шесть основных отделов головного мозга: продолговатый мозг, мост, мозжечок, средний мозг, промежуточный мозг и большие полушария.

Можно разделить мозг на отделы и несколько иначе: на ствол («центральный стержень»), а также мозжечок и большие полушария, который как бы «вырастают» на

стволе.

Слайд 12. В ходе дальнейшего развития эмбриона человека происходит рост всех отделов головного мозга, причем большие полушария развиваются особенно быстро, накрывая сверху все остальные отделы. Однако общий план головного мозга остается уже неизменным (и таким же, как у других млекопитающих – от крысы и кролика до дельфина).

Мозг новорожденного весит примерно 350 г, что составляет 10% веса тела. Вес мозга взрослого человека равняется в среднем 1250-1350 г.

Слайд 13. Мозжечок является важнейшим центром нашего мозга, отвечающим за двигательное обучение, двигательную память и управление автоматизированными (хорошо отработанными) движениями. Наш мозг устроен так, что по мере повторов движений многие его отделы «передоверяют» мозжечку выстраивание стандартных цепочек мышечных сокращений. Если смотреть сзади, то видно, что мозжечок состоит из двух полушарий и соединяющей их области – червя. Разные части мозжечка обеспечивают автоматизацию разных типов движений. С этой точки зрения, а также с учетом процесса эволюции ЦНС, мозжечок делят на древний, старый и новый.

Древняя, имеющаяся уже у рыб область мозжечка обеспечивает постепенное совершенствование тех движений, которые имеют рефлекторную основу – поддержание равновесия и движения глаз. Обучение этой области мозжечка начинается уже тогда, когда новорожденный пытается держать голову, сидеть, стоять, а также учится фиксировать взор на находящихся в поле зрения объектах.

Появление в ходе эволюции старой области мозжечка (внутренняя часть полушарий) обусловлено выходом позвоночных на сушу, развитием способности к ходьбе и бегу – локомоции. Эффективная локомоция требует участия не только конечностей, но и мускулатуры спины, живота. На анатомическом уровне это обеспечивается влияниями старой части мозжечка двигательные центры ствола и спинного мозга, управляющие изгибами туловища, разгибанием и сгибанием конечностей.

Новая область мозжечка появляется в связи с совершенствованием, в первую очередь, тонких движений конечностей, а также становление способности к произвольным двигательным актам. Новая область занимает боковую (наружную) часть полушарий мозжечка и особенно мощно представлена у обезьян и человека. Она обеспечивает реализацию таких сложнейших двигательных навыков, как письмо, печатание на клавиатуре, игра на музыкальных инструментах и т.п.

Слайд 14. Большие полушария (иначе, конечный мозг) – наиболее массивный отдел ЦНС человека. Полушария полностью разделены продольной щелью; обмен информацией между ними происходит через особое мощное скопление белого вещества – мозолистое тело. На поверхности полушарий находится серое вещество – кора. В большинстве зон кора образована шестью слоями нервных клеток. Ее толщина достигает 3 мм.

Кора больших полушарий – высший отдел ЦНС. Она отвечает за наиболее сложный анализ и восприятие поступающей в мозг информации, управление разнообразными движениями, мыслительную и речевую деятельность. С эволюционной точки зрения это самое молодое образование нервной системы. Впервые кора больших полушарий появляется у пресмыкающихся, но в полном объеме развита только у млекопитающих.

Кора больших полушарий человека имеет складчатый вид. На ее поверхности выделяют многочисленные извилины, разделенные бороздами, что значительно увеличивает площадь коры. Крупные борозды (прежде всего, центральная и боковая) разделяют каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, затылочную, височную. Кроме того, имеется островковая доля. Она расположена в глубине боковой борозды и

представляет собой расширение ее дна. Наконец, на внутренней (срединной) поверхности коры выделяют лимбическую долю. Она образована группой извилин, окружающих мозолистое тело и область отхода полушария от промежуточного мозга.

Слайд 15. Каковы функции различных зон коры?

Зрительная область находится в затылочной коре больших полушарий. Слуховая зона, получающая сигналы от рецепторов улитки, расположена в височной доле. Вкусовые центры найдены в островковой коре; мышечная рецепция поступает в область центральной борозды; кожная и болевая чувствительность – в переднюю половину теменной доли. Двигательная (моторная) зона расположена в задней части лобной доли. Именно отсюда отходят проводящие импульсы волокна, направляющиеся в спинной мозг и мозжечок.

Особо выделяют ассоциативную кору. К ней отнесены участки, которым нельзя приписать преимущественно сенсорных либо двигательных функций. У человека ассоциативные зоны занимают около половины всей коры: задняя теменная область, передняя лобная и лимбическая. Ассоциативная теменная кора особенно важна для высших сенсорных функций, речи и мышления. Она способна соотносить и анализировать потоки информации, полученные от разных сенсорных систем. Ассоциативная лобная кора является «главным командиром» нашего мозга. С учетом имеющихся потребностей и индивидуального опыта (памяти) она выбирает и запускает поведенческие программы. Лимбическая кора очень важна для формирования памяти и эмоциональных реакций.

Слайд 16. Конечно, все сложнее и интереснее, Так, характеризуя двигательную кору (как и зону кожной чувствительности), обычно говорят о «картах тела». Действительно, в этих областях больших полушарий разные нейроны связаны с разными частями тела, причем зона ноги находится вверху, а зона головы – ближе всего к боковой борозде.

В самой задней затылочной зоне происходит узнавание отрезков прямых линий. Разные нейроны реагируют на линии разной (по отношению к горизонту) ориентации – горизонтальные, вертикальные, под углом 30° и т.п. Если сместиться немного вперед, то мы окажемся в области, где узнаются геометрические фигуры, определяются объем и расстояние до объектов. Распознавание наиболее сложных изображений связано с зоной, находящейся на границе затылочной и теменной коры. У обезьян здесь обнаружены нейроны, избирательно реагирующие на «лицо» другой конкретной обезьяны. У человека эта область также связана с узнаванием знакомых лиц и, кроме того, со зрительной составляющей речи – различением и чтением текстов.

В наиболее верхней части височной доли нервные клетки узнают отдельные ноты и тональности. Ниже располагается область, отвечающая за восприятие слуховых образов, представляющих собой сумму нескольких частот (тональностей). К таковым относятся всяческие шумы, шорохи и скрипы («звуки природы»), а также ряд сигналов, издаваемых человеком – смех, плач, крик боли. Слуховая кора, которая находится в задней части височной доли, обеспечивает узнавание наиболее сложных звуковых образов. Таковы музыка и речь.

Слайд 17. Переходим к стволу.

Мост продолговатый мозг являются непосредственным продолжением спинного мозга. Черепные нервы, входя в эту область, доставляют вкусовую, вестибулярную, слуховую информацию, внутреннюю чувствительность, болевую, кожную и мышечную чувствительность головы. Принятие решений о запуске реакций осуществляет центральная зона продолговатого мозга и моста – ретикулярная формация.

В ретикулярной формации находятся чрезвычайно значимые («жизненно важные») центры: дыхательный, сосудодвигательный, пищевых реакций (глотание, жевание, слюноотделение), защитных реакций (чихание, кашель, рвота), сна и бодрствования. В

связи с этим повреждения продолговатого мозга и моста (травма, отек, кровоизлияние, опухоль) обычно приводят к очень тяжелым последствиям.

Средний мозг – самый небольшой по размеру отдел головного мозга. Из него выходят черепные нервы, связанные с управлением движениями глаз, а также диаметром зрачка и формой хрусталика. Верхнюю и нижнюю части среднего мозга образуют четверохолмие и ножки мозга. Четверохолмие состоит двух пар бугорков – верхних и нижних холмиков. Верхние холмики участвуют в переработке зрительной информации, нижние – слуховой информации. При этом решается общая задача – реагирование на появление новых сигналов. В ответ происходит поворот глаз, головы, всего тела в сторону сигнала. Такая реакция («ориентировочный рефлекс») в основе является врожденной. Ее биологический смысл состоит в оперативном сборе информации, которая позволит проанализировать и оценить изменения во внешнем мире.

Отметим также центральное серое вещество среднего мозга. Эта структура является продолжением в средний мозг ретикулярной формации моста. Центральное серое вещество является главным центром сна.

Ножки мозга содержат красное ядро и черную субстанцию. Красное ядро получило свое название из-за того, что имеет слегка розоватый цвет вследствие обилия тонких кровеносных сосудов. Оно работает в основном под управлением старой области мозжечка и передает в спинной мозг команды, управляющие сгибанием конечностей. Черная субстанция названа так потому, что часть ее клеток содержит пигмент меланин. Нейроны черной субстанции участвуют в управлении движениями глаз, а также в регуляции общего уровня нашей двигательной активности. К ней мы еще вернемся.

Слайд 18. Промежуточный мозг состоит из близких по объему парных таламусов (верхней части) и непарного гипоталамуса (нижней части). В его состав входят также две эндокринные железы – гипофиз и эпифиз.

Гипоталамус является важнейшей частью эндокринной системы. Его вегетативные функции связаны, во-первых, с терморегуляцией, во-вторых, с реакциями в состоянии стресса. Наконец, гипоталамус является важнейшим центром биологических потребностей, а также положительных и отрицательных эмоций, связанных с их удовлетворением либо неудовлетворением. Если говорить конкретнее, то:

- в передней области гипоталамуса находятся центры полового и родительского поведения, активность которых зависит от концентрации в крови андрогенов, эстрогенов, пролактина;
- в средней части гипоталамуса (серый бугор) расположены центры голода и жажды, реагирующие на концентрацию глюкозы и NaCl в крови;
- задняя часть гипоталамуса является областью, связанной с потребностью в безопасности; здесь обнаружены центры страха и агрессии.

Главной задачей, которую решает таламус, является проведение информационных потоков в кору больших полушарий. При этом источники информации чрезвычайно разнообразны. В их числе – восходящие сенсорные тракты (исключение составляет обонятельная система), моторные программы (например, «предложения» мозжечка о запуске автоматизированных движений), сигналы от центров потребностей, мотиваций и эмоций, а также центров памяти.

Таламус играет роль информационного фильтра, пропуская в кору больших полушарий только очень значимые (сильные, новые) сигналы либо сигналы, связанные с текущей деятельностью коры. В первом случае говорят о непроизвольном внимании, отвлечении. Во второй ситуации таламус работает, выполняя «заказ» больших полушарий (произвольное внимание).

Слайд 19. Перейдем к клеточному уровню организации и деятельности мозга.

Мозг состоит из миллиардов нервных клеток (нейронов), выполняющие функцию обработки информации. Нейрон состоит из тела с ядром и двух видов отростков: относительно коротких, обильно ветвящихся дендритов (их обычно несколько) и единственного менее ветвистого аксона. В центральной нервной системе средняя длина дендрита составляет несколько мм, аксонов – несколько см. Дендриты являются той частью нейрона, которая преимущественно воспринимает информацию, в теле происходит ее обработка, аксон передает ее другим клеткам. В результате внутри нейрона движение сигналов идет в направлении от дендритов к телу и далее по аксону. Информация проводится в виде коротких электрических импульсов (потенциалов действия) длительностью около 1/1000 сек.

Слайд 20. Рассмотрим более подробно строение отростков нейронов. Помимо функционального (направление проведения нервного импульса) между ними существует ряд анатомических различий. Для типичных аксонов и дендритов характерно следующее:

- аксон один, а дендритов обычно несколько (по крайней мере, в ЦНС);
- дендрит обычно короче аксона; длина дендрита обычно составляет не более нескольких мм, а аксон часто достигает длины в несколько см (и даже десятков см);
- дендрит плавно отходит от тела нейрона; чем дальше от сомы, тем дендрит и его ветви становятся тоньше; аксон, отходя от тела, сохраняет стабильную толщину на всем своем протяжении; диаметр различных аксонов колеблется от 0,3 до 16 мкм (от этого значения зависит скорость проведения импульса – чем толще аксон, тем она выше);
- дендриты вильчато ветвятся на всем своем протяжении; такое ветвление происходит под острым углом и часто является настолько обильным, что говорят о «дендритных деревьях» нейронов; аксон интенсивно ветвится обычно только на конце, образуя контакты (синапсы) с другими клетками; конечные отростки аксона называют терминалями; в некоторых местах от аксонов могут под прямым углом отходить дополнительные тонкие ветвления («коллатерали»); коллатерали, как и аксон, имеют постоянный диаметр.

Слайд 21. Нейроны очень разнообразны по форме, величине, количеству отростков и способу их отхождения от сомы, химическому составу (имеется в виду, в первую очередь, синтез того или иного медиатора), функции. Тела самых крупных нейронов достигают в диаметре 100-120 мкм (гигантские пирамиды Беца в коре больших полушарий), самых мелких – 5 мкм (зернистые клетки коры мозжечка). Кроме того, нейроны подразделяются на чувствительные (сенсорные), исполнительные (двигательные либо вегетативные) и вставочные (промежуточные).

Слайд 22. Отдельные нейроны образуют в мозге цепи и сети. При этом сенсорные нейроны воспринимающую раздражения из внешнего мира либо внутренней среды организма (например, прикосновения, боль, запахи). Аксоны двигательных нейронов (мотонейронов) подходят к поперечно-полосатым волокнам скелетных мышц и образуют с ними нервно-мышечные синапсы. Вегетативные нейроны иннервируют гладкие мышечные волокна либо железистые клетки внутренних органов (их аксоны формируют соответствующие синапсы). Вставочные нейроны (интернейроны) обеспечивают связь между чувствительными и исполнительными нейронами. Общее направление эволюции мозга связано с увеличением числа и доли интернейронов. Из более чем 100 миллиардов нервных клеток человека более 90% составляют вставочные нейроны.

Слайд 23. Места контактов между нейронами, существующие в таких сетях, называют синапсами. В синапсе аксон предыдущей нервной клетки подходит на очень близкое расстояние к дендриту следующего нейрона и образует характерное утолщение – пресинаптическое окончание. При приходе в такое окончание потенциала действия

происходит секретирование (экзоцитоз) особого химического вещества – медиатора. Медиатор воздействует на мембрану следующего нейрона, вызывая его возбуждение и генерацию нового потенциала действия либо торможение и прекращение такой генерации.

Сходные события происходят, когда по аксону нейрона импульс достигает какого-либо внутреннего органа (железы, стенки сосуда, протока) либо скелетной мышцы. В последнем случае место контакта нервной и мышечной клеток называется нервно-мышечным синапсом. Под влиянием медиатора, выделяемого из аксона, в мышечной клетке возникает потенциал действия, который и запускает ее сокращение.

Способность нервных клеток реагировать на экзоцитоз медиатора, а также на ряд других факторов (например, механические и химические раздражения, поступающие из внешней среды) называется возбудимостью; способность передавать сигналы другим клеткам организма – проводимостью.

Слайд 24. Медиатор воздействует на мембрану следующего нейрона, вызывая его возбуждение и генерацию нового потенциала действия либо торможение и прекращение такой генерации. В связи с этим все медиаторы делятся на возбуждающие и тормозные.

Главным возбуждающим медиатором ЦНС является глутаминовая кислота; главным тормозным медиатором – гамма-аминомасляная кислота (ГАМК). Каждое из этих веществ выделяют в качестве медиатора примерно по 40% нейронов головного и спинного мозга. Глутаминовая кислота отвечает за передачу основных потоков сенсорных сигналов, двигательных команд, информации из центров памяти. ГАМК контролирует эти потоки, блокируя проведение слабых, не значимых и не актуальных с точки зрения текущей деятельности организма сигналов.

Остальные 20% нейронов ЦНС выделяют такие медиаторы как дофамин, серотонин, норадреналин, ацетилхолин, глицин, а также медиаторы-пептиды. Большинство из них вовлечено в потребностно-мотивационную сферу деятельности мозга. Их секреция из аксонов нервных клеток сопровождается возникновением положительных и отрицательных эмоций, связанных с разными типами нашей деятельности. Большинство лекарственных и наркотических препаратов, действующих на мозг, по своей молекулярной структуре соответствуют какому-либо медиатору ЦНС.

Слайд 25. Нарушение баланса глутаминовой кислоты и ГАМК (обычно в сторону уменьшения торможения) негативно влияет на многие нервные процессы. В результате наблюдаются:

- дефицит внимания и гиперактивность детей;
- повышенная нервозность и тревожность взрослых;
- нарушения сна, бессонница;
- эпилепсия (чаще врожденная патология, у 0.5% населения).

Для лечения используют вещества, похожие на ГАМК. Они относятся к группам успокаивающих препаратов (транквилизаторов), противоэпилептических препаратов, снотворных и средств для наркоза.

Слайд 26. Наиболее яркий пример нарушения баланса возбуждения и торможения – возникновение в коре больших полушарий эпилептического очага. Очаг может быть обнаружен при помощи записи электроэнцефалограммы (ЭЭГ). При этом над очагом регистрируются характерные медленные волны.

Под влияние сильных эмоций, сенсорных сигналов либо спонтанно очаг может резко увеличивать свою активность, вызывая припадок. Однако даже если припадка нет, избыточная активность очага мешает умственной деятельности, вызывает скачки эмоций, нарушает движения.

В редких случаях, тем не менее, можно наблюдать, как одаренный человек «использует» энергию эпилептического очага для развития своего таланта (Винсент Ван

Гог, Ф.М. Достоевский).

Слайд 27. Нейроны, вырабатывающие дофамин, расположены, прежде всего, в черной субстанции среднего мозга и примыкающей к ней области покрышки. Их аксоны поднимаются в большие полушария, воздействуя на моторные центры. Чем больше секреция дофамина, тем охотнее человек двигается; тем больше положительных эмоций получает от занятий спортом, танцев и т.п.

Часть аксонов, выделяющих дофамин, идет в ассоциативные и сенсорные зоны коры больших полушарий. Их влияния определяют скорость обработки информации от органов чувств, скорость мышления, положительные эмоции, связанные с получением новой информации, творчеством.

При избыточной активности дофаминовых нейронов могут развиваться расстройства восприятия и мышления, галлюцинации, шизофрения. Для лечения в таких случаях используют вещества, мешающие работе дофамина.

Слайд 28. Проиллюстрируем роль дофамина в генерации положительных эмоций с помощью полотна Анри Матисса «Танец», а также вспомнив про Архимеда, бежавшего по улице и кричавшего: «Эврика!». В его мозгу, наверняка, в этот момент бурлил дофамин.

Слайд 29. Нейроны, вырабатывающие медиатор серотонин, расположены в центре ствола от продолговатого до среднего мозга. Их аксоны расходятся по всей ЦНС (от спинного мозга до коры больших полушарий), обеспечивая переход к сонному состоянию, снижая болевые ощущения и, что очень важно, тормозя центры отрицательных эмоций.

При недостаточной активности серотониновых нейронов нарушается баланс позитивных и негативных эмоций, и это может сместить психическое состояние человека в сторону депрессии; в состояние, когда жизнь перестает радовать и привлекать.

В тяжелых случаях (прежде всего, при возникновении опасности суицида) для лечения депрессии используют препараты, повышающие активность серотонина в синапсах головного мозга – антидепрессанты.

Слайд 30. Все перечисленные препараты и любые другие вещества, серьезно влияющие на работу синапсов и медиаторов, вызывают привыкание и зависимость. Если это сочетается с появлением положительных эмоций, галлюцинаций, изменением состояния сознания – то говорят о наркотическом действии.

Самые «мягкие» наркотики – алкоголь и никотин; близок к ним кофеин. Они также могут быть весьма и весьма опасны.

Наиболее сильные наркотики серьезно повреждают мозг даже при однократном применении: героин, кокаин, ЛСД. В наибольшей степени под их влиянием страдают центры положительных эмоций гипоталамуса. Достаточно быстро оказывается, что применяющий наркотики человек не может существовать без их регулярного введения, поскольку в противном случае у него развивается сильнейшая депрессия, упадок сил, болевые синдромы.

Слайд 31. Несколько слов о никотине – токсине табака. Он похож на медиатор ацетилхолин и защищает табак от поедания насекомыми. В случае человека обычно при первых попытках курения никотин сильнее всего стимулирует парасимпатические нейроны (развиваются такие эффекты, как тошнота, скачки давления и т.п.). Через некоторое время «плохие» симптомы исчезают и сменяются преимущественной стимуляцией симпатических нейронов (активация сердечно-сосудистой системы, ослабление сигналов от ЖКТ, а также психологические эффекты курения «за компанию»). У части курильщиков никотин проходит в мозг и начинает оказывать действие на его синапсы, постепенно вызывая формирование привыкания и зависимости. Дело в том, что

в ЦНС функцию ацетилхолина можно определить, как нормализующую (т.е. при утомлении он активирует мозг, при перевозбуждении – успокаивает). Никотин также способен оказывать нормализующее действие (курят, чтоб «взбодриться» и чтоб успокоиться). Но при этом ацетилхолиновые синапсы начинают снижать активность, «рассчитывая» на постоянное введение токсина. В итоге для получения все того же нормализующего эффекта курильщик должен повышать дозу («привыкание»). При попытке отказаться от табака выясняется, что без никотина мозг функционирует плохо (скачки настроения, работоспособности) – т.е. проявляет себя «синдром отмены» (абстинентный синдром), который указывает на то, что возникла потребность синапсов в никотине («зависимость»). Формирование привыкания и зависимости – типичное следствие приема практически любых препаратов, серьезно влияющих на мозг (не только наркотических, но и лекарственных).

Слайд 32. Следует упомянуть также одно из наиболее современных направлений работ с мозгом – использование стволовых клеток: эмбриональных (справа) и выделенных из кроветворной ткани красного костного мозга (слева). Эти клетки при определенных условиях могут превращаться в нервные и, по-видимому, хотя бы отчасти «чинить» повреждения ЦНС.

Слайд 33. Итак, зачем же изучать мозг? Цели могут быть разные:

- это интересно (мозг – самый сложный из известных человечеству объектов)
- лечение заболеваний нервной системы (в т.ч. – возрастных и наследственных)
- повышение потенциала здорового мозга
- использование знаний о принципах работы мозга при создании вычислительной техники и программного обеспечения
- использование знаний о ЦНС при решении психологических, социальных, эстетических и других проблем.

Слайд 34 (завершение).

В МГУ имени М.В.Ломоносова мозгом занимаются биологи, медики и психологи.
Спасибо за внимание.