

Лекции по дисциплине АНАТОМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Тема 1. Формирование нервной системы в процессе фило- и онтогенеза

Цель – изучить фило- и онтогенез нервной системы с целью понимания вопросов связи усложнения ее строения с развитием организменных функций.

Вопросы для рассмотрения:

1. Зародышевые листки, из которых образуется нервная система
2. Формирование первичных пузырей и переднего, среднего и ромбовидного мозга
3. Формирование полушарий мозга

Ранние этапы эмбриональной жизни характеризуются зарождением ЦНС. Онтогенез нервной системы человека продолжается и в течение первых лет после рождения.

После оплодотворения (слияние сперматозоида и яйцеклетки), которое происходит обычно в маточной трубе, слившиеся половые клетки образуют одноклеточный зародыш – зиготу, обладающую всеми свойствами обеих половых клеток. С этого момента начинается развитие нового (дочернего) организма.

Формирование бластулы. Первая неделя развития зародыша — это период дробления (деления) зиготы на дочерние клетки. В результате деления зиготы образуется многоклеточный пузырек – бластула с полостью внутри. Стенки этого пузырька состоят из клеток двух видов: крупных и мелких.



Рисунок 1. Стадии развития нервной системы у зародыша

Гаструляция. Однослойный зародыш превращается в двухслойный – гастролу, состоящую из наружного зародышевого листка – эктодермы и внутреннего – энтодермы. У позвоночных уже в ходе гаструляции возникает и третий зародышевый листок — мезодерма. В дальнейшем из эктодермы образуется эпителий кожи, нервная система и частично органы чувств; из энтодермы – эпителий пищеварительного канала и его

железы; из *мезодермы* — мышцы, эпителий мочеполовой системы и серозных оболочек, из *мезенхимы* — соединительная, хрящевая и костная ткани, сосудистая система и кровь.

Формирование нейрулы. На 3-й неделе развития на спинной стороне зародыша выделяется плотный тяж растущих клеток эктодермы *эктодермы* первичная полоска, головной отдел которой утолщается и образует первичный узелок. Клетки первичной полоски погружаются в первичную бороздку, проникают в пространство между эктодермой и энтодермой. Позже образуется нервный желобок, а впоследствии – нервная трубка (рисунок 1).

Данный этап развития нервной системы человека идентичен строению нервной системы одного из самых простых хордовых животных – ланцетника. У них наблюдаются признаки как позвоночных, так и беспозвоночных животных. Их нервная система представлена нервной трубкой с полостью внутри, тянущейся вдоль спинной стороны над хордой. Нервная трубка, состоящая из нервных клеток, на всем своем протяжении имеет одинаковое строение. Головного мозга нет. От нервной трубки отходят многочисленные нервы к внутренним органам и поверхности тела, воспринимающие химические и механические раздражения. У ланцетника очень слабо развиты органы чувств, нет органов слуха и зрения (рисунок 2).



Рисунок 2. Нервная система ланцетника

Стадия мозговых пузырей у плода человека

В головном конце нервной трубки после ее замыкания очень быстро образуется три расширения – первичные мозговые пузыри, вокруг которых образуются различные мозговые структуры. Сначала образуются передний, средний и ромбовидный мозг. Затем из ромбовидного мозга образуются задний и продолговатый мозг, а из переднего образуются конечный мозг и промежуточный. Позднее из конечного формируются полушария мозга и подкорковые ядра. Конечный мозг включает в себя два полушария и часть базальных ядер. Полости первичных мозговых пузырей сохраняются в мозгу ребенка и взрослого в видоизмененной форме, образуя желудочки мозга и силвиев водопровод (рисунки 3 и 4).

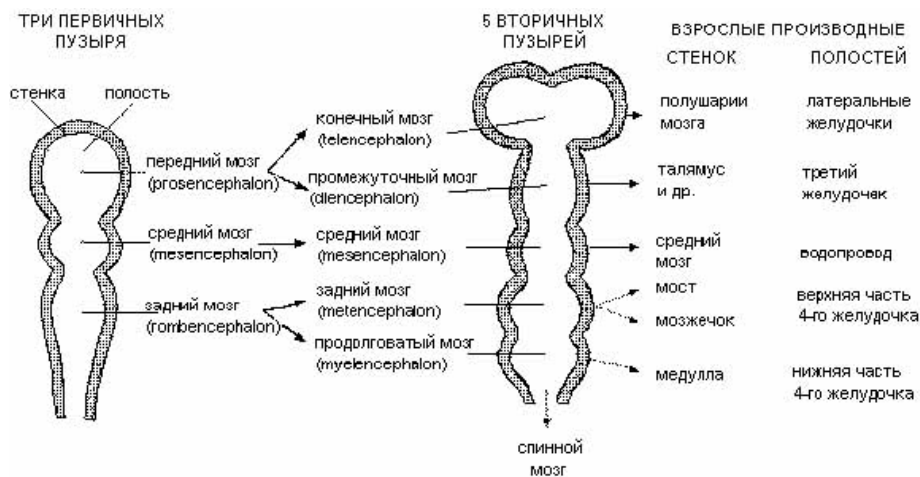


Рисунок 3. Стадии мозговых пузырей головного мозга человека

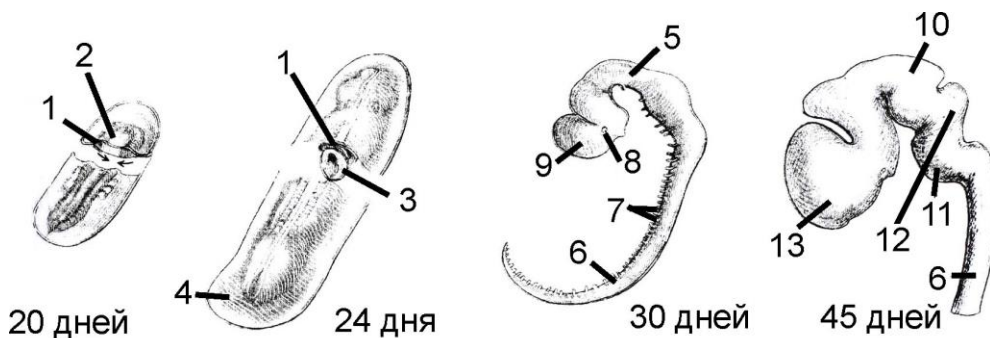


Рис. 24. Пренатальное развитие нервной системы человека. 1 - нервный гребень, 2 - нервная пластинка, 3 - нервная трубка, 4 - эктодерма, 5 - глазной пузырек, 9 - передний мозг, 10 - промежуточный мозг, 11 - мост, 12 - мозжечок, 13 - конечный мозг (По Воронова Н.В. и др., 2005).

Рисунок 4. Стадии развития головного мозга человека (1)

К третьему месяцу эмбрионального развития начинают определяться основные участки ЦНС. К ним относятся большие полушария, мозговые желудочки, ствол, спинной мозг. К пятому месяцу выделяются в коре (полушарий) основные борозды. Через четыре недели определяется преобладание (функционального характера) высших отделов над областями стволочно-спинальными.

Развитие отдельных областей мозга человека

Продолговатый мозг. На начальных этапах формирования продолговатый мозг имеет сходство со спинным мозгом. Затем в продолговатом мозге начинают развиваться ядра черепных нервов.

Задний мозг включает в себя *мост* и *мозжечок*. Мозжечок частично развивается из клеток крыловидной пластинки заднего мозга. Клетки пластинки мигрируют и постепенно образуют все отделы мозжечка.

Средний мозг. Из базальной пластинки *среднего мозга* к концу 3-го месяца пренатального периода развивается одно ядро глазодвигательного нерва (III пара черепномозговых нервов). Во второй половине внутриутробного развития появляются основания ножек мозга и *силвиев водопровод*.

Промежуточный мозг образуется из переднего мозгового пузыря. Здесь формируется *таламус* и *гипоталамус*.

Конечный мозг также развивается из переднего мозгового пузыря. Пузыри конечного мозга, разрастаясь за короткий промежуток времени, покрывают собой промежуточный мозг, затем средний мозг и *мозжечок*. Наружная часть стенки мозговых пузырей растет значительно быстрее внутренней. С 3-его месяца внутриутробного развития начинается закладка коры в виде узкой полоски густо расположенных клеток. Основными морфологическими проявлениями дифференцировки нейронов коры большого мозга являются прогрессивный рост количества и ветвлений дендритов, коллатералей аксонов и, соответственно, увеличение и усложнение межнейронных связей. К 3-ему месяцу образуется мозолистое тело. У плода и новорожденного нервные клетки в коре лежат сравнительно близко друг от друга, причем часть из них располагается в белом веществе. По мере роста ребенка концентрация клеток снижается. Мозг новорожденного имеет большую относительную массу – 10% от общей массы тела. К концу полового созревания его масса составляет всего около 2% от массы тела. Абсолютная же масса мозга с возрастом увеличивается (рисунок 5).

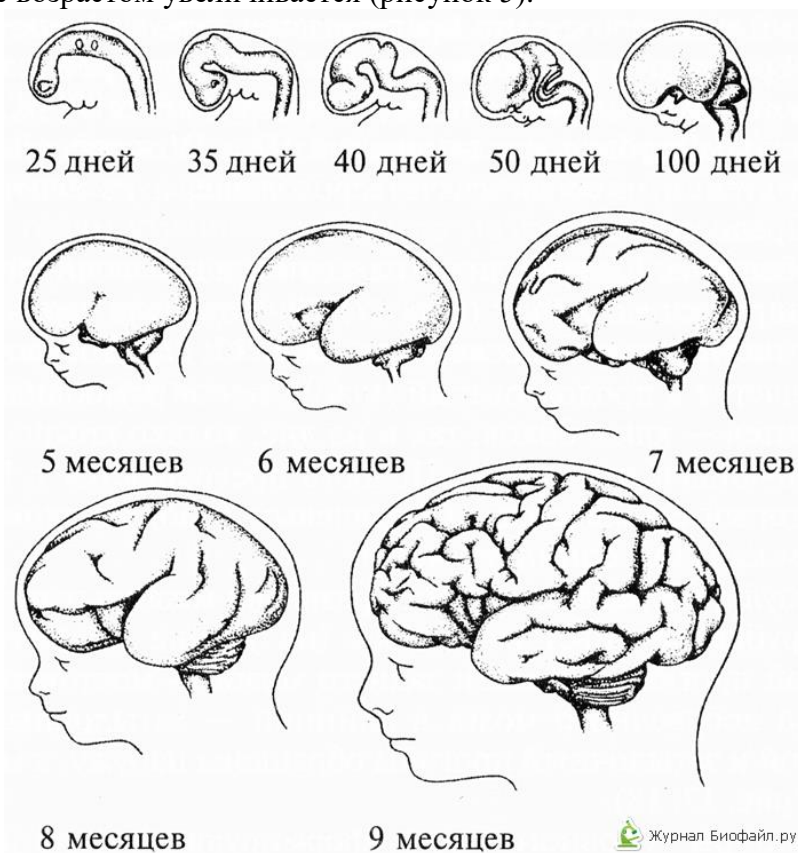


Рисунок 5. Стадии развития головного мозга человека (2)

Мозг новорожденного незрелый, причем кора больших полушарий является наименее зрелым отделом нервной системы. Основные функции регулирования различных физиологических процессов выполняют промежуточный и средний мозг. После рождения масса мозга увеличивается в основном за счет роста тел нейронов, происходит дальнейшее формирование ядер головного мозга. Их форма меняется мало, однако размеры и состав их, а также топография относительно друг друга претерпевают достаточно заметные изменения. Нервные клетки зародыша и новорожденного располагаются концентрированно в белом веществе и на поверхности полушарий. В связи с увеличением поверхности, начинается миграция клеток в серое вещество. Процессы развития коры заключаются, с одной стороны, в образовании ее шести слоев, а с другой – в дифференцировке нервных клеток, характерных для каждого коркового слоя. Образование шестислойной коры заканчивается к моменту рождения. В то же время дифференцировка нервных клеток отдельных слоев к этому времени еще остается не

завершенной. Установлено, что именно первые 2-3 года жизни ребенка являются наиболее ответственными этапами морфологического и функционального становления мозга ребенка. К 4-7 годам клетки большинства областей коры становятся близкими по строению клеткам коры взрослого человека. Полностью развитие клеточных структур коры полушарий большого мозга заканчивается только к 10-12 годам.

Морфологическое созревание отдельных областей коры, связанных с деятельностью различных анализаторов, идет неодновременно. Раньше других созревают корковые концы *обонятельного анализатора*, находящиеся в древней, старой и межуточной коре. В *новой коре* (неокортекс, кора больших полушарий) прежде всего развиваются корковые концы *двигательного (предцентральной извилины)* и *кожного (постцентральной извилины)* анализаторов, а также лимбическая область, связанная с *интерорецепторами* (рецепторы внутренних органов), и инсулярная область, имеющая отношение к *обонятельной и речедвигательной функциям*. Затем дифференцируются корковые концы *слухового и зрительного анализаторов* и верхняя теменная область, связанная с *кожным анализатором* (постцентральная извилина). Наконец, в последнюю очередь достигают полной зрелости структуры *лобной* и *нижней теменной* областей и височно-теменно-затылочной подобласти.

В сравнении со взрослым, у новорожденного *затылочная доля* в коре полушарий обладает относительно большим размером. Онтогенез человека в первые пять-шесть лет после рождения обладает определённой спецификой. В этот период происходят наибольшие изменения в топографическом расположении, форме и количестве полушарных извилин. К пятнадцати - шестнадцати годам отмечается некая схожесть со взрослыми.

Для постнатального периода характерны и изменения в спинном мозге. У новорожденного он длиннее, нежели у взрослого. Спинной мозг растёт примерно до двадцати лет.

Функционирование нервной вегетативной системы начинается у человека с рождения. В послеродовом периоде отмечается слияние в отдельных узлах и формирование сплетений в нервной симпатической системе.

Контрольные вопросы

1. Из каких зародышевых листков образуется нервная система?
2. В какой части нервной трубки формируются первичные пузыри – передний, средний и ромбовидный мозг?
3. Из какого первичного пузыря зародыша образуется задний и продолговатый мозг?
4. Из какого первичного пузыря зародыша образуется конечный и промежуточный мозг?
5. Из какого мозга зародыша формируются полушария мозга?
6. Какие отделы головного мозга включает в себя задний мозг?
7. Какие отделы головного мозга развиваются из среднего мозга зародыша?
8. Какие отделы головного мозга развиваются из промежуточного мозга?
9. Коровые концы какого анализатора созревают раньше других у плода человека?

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.. Биология. М.,1990.Т.2,гл.16
2. Мак-Фарленд Д. Поведение животных. М.,1988. Часть 2-3.

Тема 2. Основные анатомические и функциональные отделы нервной системы

Нервная система по анатомическому расположению подразделяется на *центральную* и *периферическую* нервные системы.

Центральная нервная система (ЦНС) состоит из **головного** и **спинного** мозга (рисунок 6).

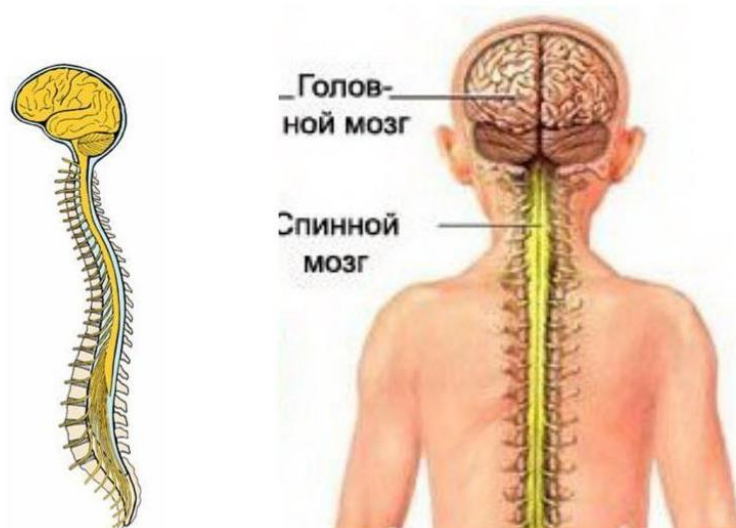


Рисунок 6. Центральная нервная система: головной и спинной мозг

Головной и спинной мозг имеют белое и серое вещество. **Белое вещество** – это проводящие пути, миелинизированные и немиелинизированные аксоны. Миелин белый, что придает соответствующий оттенок ткани. **Серое вещество** состоит из тел нейронов. Оно может располагаться в нервной системе в виде трубки (спинной мозг); ядер, или ганглиев (скопления тел нейронов в толще белого вещества), а также коры (серое вещество на поверхности белого в полушариях головного мозга) (рисунок 7).

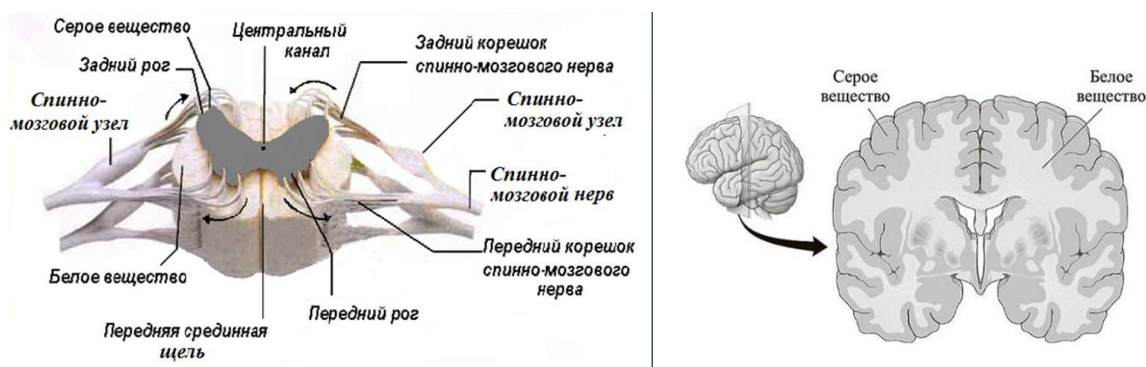


Рисунок 7. Серое и белое вещество спинного (слева) и головного (справа) мозга

Главная и специфическая **функция ЦНС** – регуляция процессов жизнедеятельности организма и его отдельных тканей, органов и их систем; объединение (интеграция) организма в единое целое; осуществление взаимосвязи организма с внешней средой и приспособления его к меняющимся условиям среды; обеспечение психической деятельности человека как основы его социального существования. У человека и других высших животных низшие и средние отделы ЦНС – спинной мозг и ствол мозга (продолговатый мозг, средний мозг, промежуточный мозг и мозжечок) регулируют деятельность отдельных органов и систем высокоразвитого организма, осуществляют связь и взаимодействие между ними, обеспечивают единство организма и целостность его деятельности. Высший отдел ЦНС – кора больших полушарий головного мозга и

ближайшие подкорковые образования регулирует в основном связь и взаимоотношения организма как единого целого с окружающей средой.

Периферическая нервная система (ПНС) состоит из нервов (пучок отростков нервных клеток) и нервных узлов, или ганглиев (скопление тел нейронов), расположенных вне нервной системы.

Периферическая нервная система делится на **вегетативную (автономную) нервную систему** и **соматическую нервную систему**.

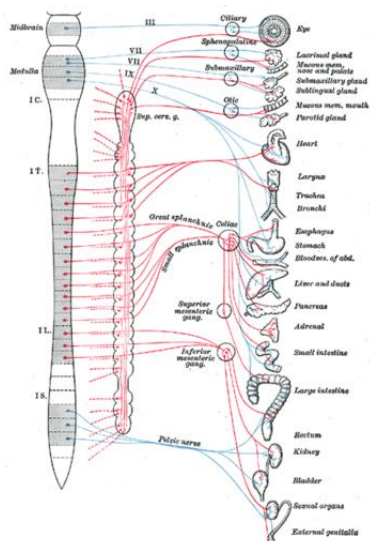


Рисунок 8. Вегетативная нервная система

Вегетативная или автономная нервная система (от лат. vegetativus – растительный) – часть нервной системы организма, комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих функциональный уровень организма, необходимый для адекватной реакции всех его систем. Вегетативная нервная система – отдел нервной системы, регулирующий деятельность внутренних органов, желёз внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов. Играет ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды организма и в приспособительных реакциях всех позвоночных.

Вегетативная нервная система включает два отдела *симпатический* (на рисунке 8 выделена красным цветом) и *парасимпатический* (на рисунке 8 выделена синим цветом).

Симпатическая нервная система выполняет адапционно-трофическую функцию, то есть обеспечивает приспособление организма к изменяющимся условиям среды путём изменения уровня обмена веществ в органах и тканях. Симпатическая нервная система активизируется во время стрессовой ситуации. Она увеличивает частоту сердечных сокращений, сужает сосуды, зрачки, увеличивает приток крови к мышцам и отток от желудочно-кишечного тракта. Центр симпатической нервной системы располагается в грудном и поясничном отделах спинного мозга.

Парасимпатическая нервная система имеет обратный эффект. Она активизируется в спокойной обстановке и приводит к приливу крови к органам желудочно-кишечного тракта, оттоку от мышц, снижению скорости сердцебиения, расширению зрачка и т.д. (рисунок 1). Центры периферической нервной системы расположены в продолговатом мозге, и крестцовом отделе спинного мозга (рисунки 8 и 9).

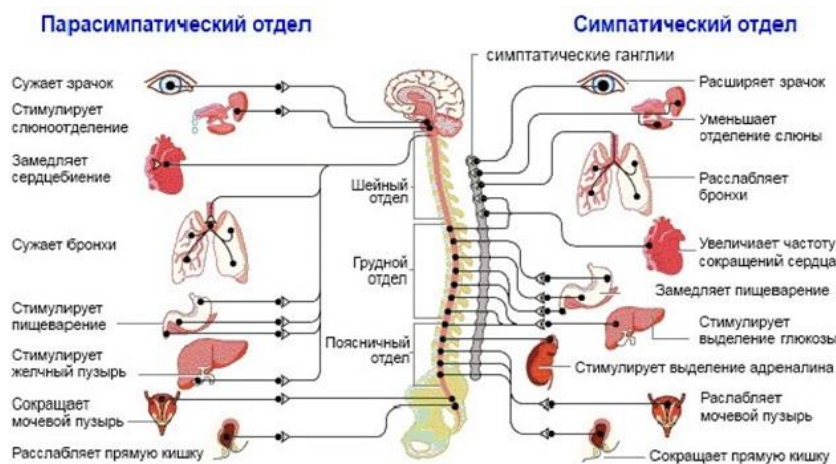


Рисунок 9. Эффекты симпатической и парасимпатической нервной систем

Вегетативная нервная система действует *автономно* и не подчиняется произвольной (сознательной) регуляции. Основным центром в ЦНС, регулирующим ее деятельность, находится в таламусе (ствол мозга, промежуточный мозг).

Соматическая нервная система (от греч. soma – тело) – часть нервной системы человека, представляющая собой совокупность афферентных (чувствительных) и эфферентных (двигательных) нервных волокон, иннервирующих скелетные мышцы, кожу, суставы. Соматическая система – это часть периферической нервной системы, которая занимается доставкой *моторной* (двигательной) и *сенсорной* (чувственной) информации до центральной нервной системы и обратно. Эта система состоит из нервов, связанных с органами чувств и со всеми мышцами скелета. Она отвечает за почти все сознательные движения мышц, а также за обработку сенсорной информации, поступающей через внешние раздражители: зрение, слух и осязание. Соматическая нервная система содержит два основных типа нейронов: сенсорные (*афферентные*) нейроны, которые поставляют информацию от нервных окончаний к центральной нервной системе, и моторные (*эфферентные*) нейроны, доставляющие через все тело информацию от головного и спинного мозга к тканям мышц.



Рисунок 10. Соматическая нервная система

Таким образом, *соматическая нервная система* обеспечивает связь организма с внешней средой. Благодаря ей человек получает информацию из окружающего мира и осуществляет деятельность в нем.

Основные функциональные отличия соматической и вегетативной нервных систем отражены на рисунке 11.



Рисунок 11. Функциональные отличия соматической и вегетативной нервных систем

Тема 3. Строение головного и спинного мозга

Строение головного мозга

Принято выделять 2 важных в функциональном плане отдела мозга: 1) *ствол мозга* (мозговой ствол), представляющий собой протяжённое образование, продолжающее спинной мозг в черепной коробке, и включающий в себя *продолговатый мозг, мост, средний мозг, промежуточный мозг, ретикулярную формацию*; 2) *передний мозг* или *большие полушария головного мозга*.

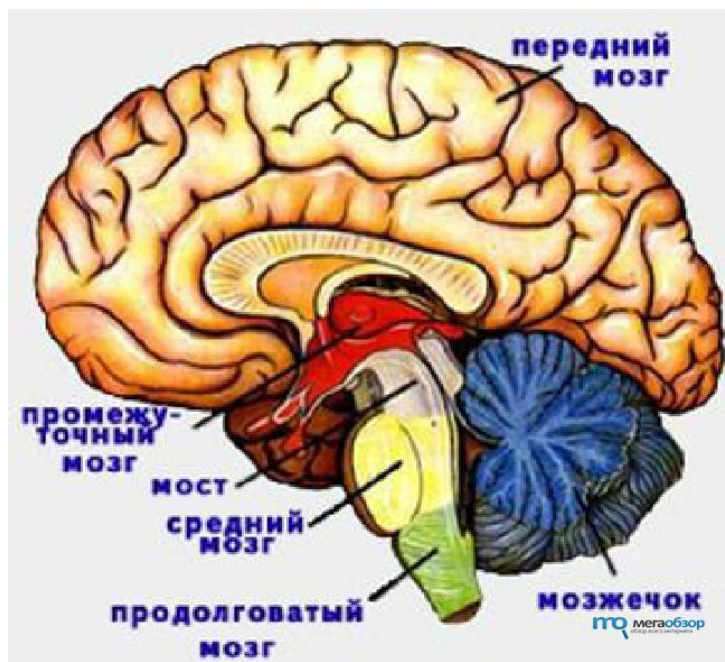


Рисунок 12. Отделы головного мозга (1)

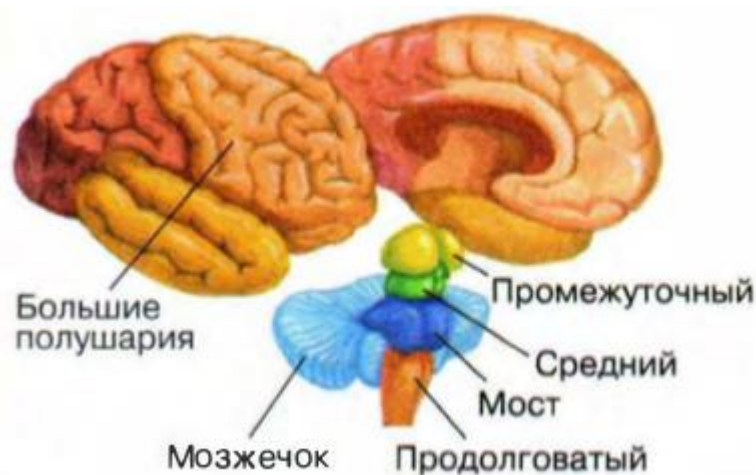


Рисунок 12. Отделы мозга (2)

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга.

По функциональности и структуре тканей спинного мозга и продолговатого мозга также много общего, только есть отличия в сером веществе. Оно в продолговатом мозгу представляет собой скопление ядер. Продолговатый мозг является своеобразным посредником, то есть он передает информацию с организма в общую часть ЦНС, а также и наоборот. Кроме этой функции этот отдел отвечает за некоторые рефлексы, к которым можно отнести чихание и кашель, а также контролирует дыхательную систему и пищеварительный комплекс, в том числе глотание.

Мост относится к продолжению проводниковой части и помогает организовывать взаимосвязь между спинным мозгом, продолговатым и дальше в другие отделы, которые включает головной мозг. Представляет собой скопление волокон, которые можно встретить под названием Варолиев мост. Кроме передачи информации, мост участвует в регулировании артериального давления, отвечает за рефлекторные действия, в том числе моргание, глотание, чихание и кашель. Мост переходит в следующую часть – **средний мозг**, который уже выполняет немного другие функции.

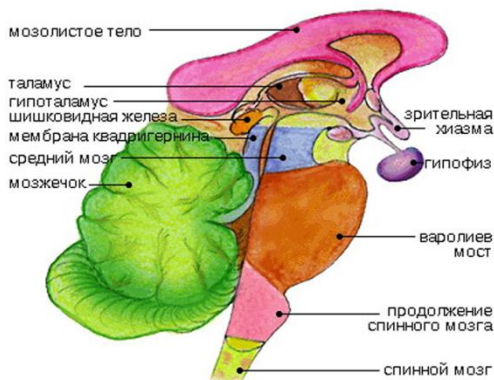
Средний мозг представляет собой скопление особенных ядер, имеющих название бугры четверохолмия. Именно они отвечают за первичное восприятие информации через слух и зрение. Разделяют передние бугры, связанные со зрительными рецепторами, а также задние, несущие информацию, которая поступает через органы слуха и перерабатывается в определенные сигналы. Также есть взаимосвязь между средним мозгом и тонусом мышц, глазодвигательной реакцией, а также способностями человека ориентироваться в пространстве.

Промежуточный головной мозг включает в себя следующие части:

- **Таламус** считается основным посредником передачи информации в другие отделы головного мозга. Таламус, в частности, ядра, обрабатывает и отправляет сигналы, полученные от различных органов чувств, кроме обонятельной системы. Зрительные данные, все, что воспринимает слуховой аппарат, тактильные ощущения перерабатываются этой частью промежуточной области и перенаправляются в большие полушария;

- **Гипоталамус.** В этом участке концентрируется ряд рефлекторных систем, которые регулируют чувство голода, жажды.

промежуточный мозг



Сигнал о том, что нужно отдохнуть, чувство сна, а также информация о наступлении бодрствования обрабатывается и посылается именно гипоталамусом. Организм стремится поддерживать практически одинаковую среду, регулируя прохождение множества реакций, что происходит с участием этой части промежуточного отдела;

- **Гипофиз** головного мозга, как бы «подвешен на ножке» под гипоталамусом и является железой внутренней секреции. Принимает непосредственное участие в формировании и регулировании эндокринной системы, а также его работа отражается на репродуктивной функции, обменных процессах всего организма.

- **Мозжечок** находится сбоку от *моста и продолговатого мозга*, часто его называют вторым или малым мозгом. Он имеет две части в виде полушария, поверхность которых полностью покрыта серым веществом или корой, поверхность имеет специфические борозды. Внутри располагается белое вещество или тело. Координация движения напрямую зависит от работоспособности мозжечка, регулирующего последовательность функционирования групп мышц. Именно нарушения этого сравнительно небольшого отдела не позволяет нормально двигаться и сопоставить желаемое действие с координацией конечностей. В нормальном состоянии регулирование всех движений происходит практически автоматически. Установлено, что сознанием корректировать функции мозжечка невозможно.

- **Ретикулярная формация** (рисунок 13) представляет собой комплекс нейронов ствола головного мозга и частично спинного мозга, который имеет обширные связи с различными нервными центрами, корой головного мозга и между собой. Она оказывает активизирующее воздействие на кору головного мозга, контролируя при этом деятельность спинного мозга. С помощью данного механизма осуществляется контроль тонуса скелетной мускулатуры, половой и вегетативных функций человека. Впервые механизм воздействия ретикулярной формации на мышечный тонус был установлен Р. Гранитом (R. Granit).



Рисунок 13. Ретикулярная формация

Функции ретикулярной формации:

- Неспецифическая афферентная система, меняющая возбудимость корковых нейронов, тем самым затрудняя или облегчая синаптическую передачу;
- Активирует кору полушарий головного мозга;
- Выполняет координацию всех сложных рефлекторных актов;
- Обладает высокой чувствительностью к гуморальным факторам; является местом избирательного действия многих фармакологических веществ
- Прерывание потока импульсов из ретикулярной формации приводит к снижению тонуса коры, в результате чего наступает сон.
- При восстановлении импульсов из ретикулярной формации в кору – происходит пробуждение

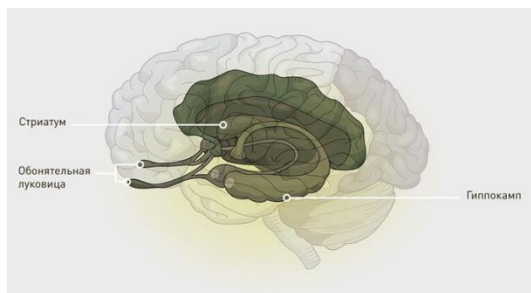


Рисунок 14. Обонятельные луковицы

Обонятельная луковица парное образование, располагающееся во внутричерепной полости между лобной долей сверху и решетчатой пластинкой черепа, через отверстие которой в неё поступают нервные волокна обонятельной области носа, а сзади продолжается в обонятельный тракт (рисунок 14).

В совокупности все отделы ствола головного мозга составляют, согласно нейропсихологической концепции А. Лурии, входят в 1-й функциональный блок, названный им энергетическим.

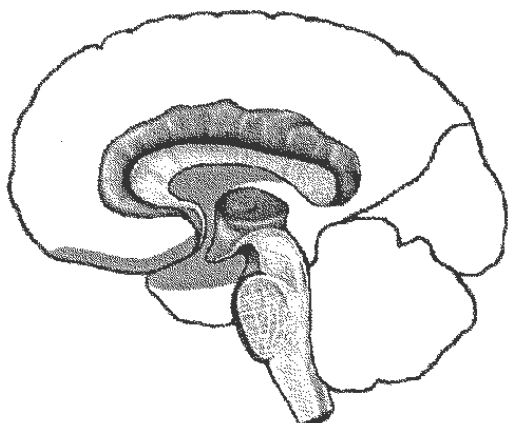


Рисунок 15. 1-й блок функциональный блок мозга (по А. Лурия)

Этот блок регулирует: 1) общие изменения активации мозга (тонус мозга, необходимый для выполнения любой психической деятельности, уровень бодрствования) и 2) локальные избирательные активационные изменения, необходимые для осуществления высших психических функций.

От ствола головного мозга отходят *12 пар черепно-мозговых (черепных нервов)*, соединяющих железы, мышцы, рецепторы чувств, а также другие ткани, находящиеся на голове.

Большие полушария (передний мозг), которые также называют *конечным мозгом*, занимает около 80% всего мозга. Головной мозг имеет слой тканей, окружающего большие полушария и его принято называть *корой головного мозга (серое вещество)*. Она представляет собой скопление *нейронов*. Кора головного мозга человека смята в результате своего разрастания. В связи с этим она испещрена *бороздами* и *извилинами*. Человек имеет развитые большие полушария и кору, что лежит в основе отличий деятельности и чувств людей и животных.

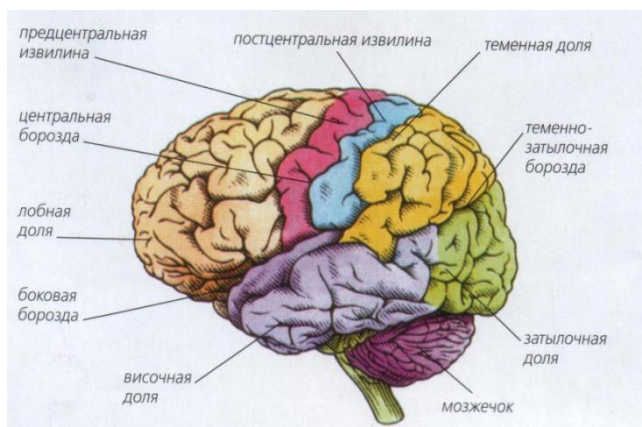


Рисунок 16. Доли больших полушарий

Кора больших полушарий (большого мозга) делится основными тремя бороздами на отдельные зоны или доли, отвечающие за различные функции мозга. Наиболее значимыми являются 1) центральная борозда, выделяющая в больших полушариях головного мозга **лобную долю**; 2) предцентральная борозда, выделяющая предцентральную извилину; 3) постцентральная борозда, выделяющая постцентральную извилину.

Наличие других борозд способствует выделению также следующих долей коры головного мозга: **затылочная доля**, **височная доля**, **теменная доля**.

Затылочная доля является центром зрительного анализатора, так как именно она участвует в сложном преобразовании всего увиденного.

Височная доля несет ответственность за слуховое преобразование информации, а ее внутренняя часть помогает человеку ориентироваться во вкусовых данных и различать запахи.

Теменная доля в функциональном плане отвечает за тактильное (кожно-мышечное) чувство, а также за способность к осязанию, которое сосредоточено в постцентральной извилине.

Лобная доля считается областью, от которой зависит способность человека к волевой (произвольной) деятельности, обучению и запоминанию. Интеллектуальная способность скрывается именно в лобной доле, так как она отвечает за качество и структуру мышления. В лобной доле выделяют предцентральную извилину, которая обладает функцией волевого управления движениями человека, поэтому ее называют двигательной зоной. С этой зоны коры головного мозга посылаются двигательные импульсы, идущие к скелетным мышцам через нисходящие пути, которые начинаются в белом веществе больших полушарий.



Рисунок 17. 2-й блок функциональный блок мозга (по А. Лурия)

Затылочная, височная и теменная доли, согласно нейропсихологической концепции А. Лурии, составляют 2-й функциональный блок головного мозга. Его функции – прием, переработка и хранение экстероцептивной (внешней) информации. Блок включает в себя центральные части основных анализаторных систем: зрительной, слуховой, и кожно-кинестетической, вкусовой и обонятельной рецепции, корковые зоны которых расположены в затылочных, теменных и височных долях мозга.



Рисунок 18. 3-й блок функциональный блок мозга (по А. Лурия)

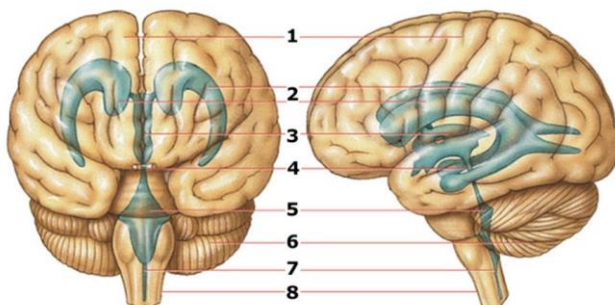
Лобная доля, согласно нейропсихологической концепции А. Лурии, составляет 3-й функциональный блок головного мозга. Его функция – программирование, регуляция и контроль за протеканием психической (сознательной) деятельности. Основная цель работы этого блока – формирование планов действий, то есть создание программы психического акта и развертка последовательности исполнения его во времени в реальном поведении.

Поверхность или кору больших полушарий головного мозга составляет *серое вещество*, состоящее из тел нейронов. *Белое вещество* полушарий большого мозга образует белый полуовальный центр, который состоит из огромного числа нервных волокон.



Рисунок 19. Серое и белое вещество больших полушарий головного мозга

Головной мозг имеет полости, которые называются *желудочками*. Всего их четыре и они наполнены спинномозговой жидкостью, которая выполняет определенную амортизирующую роль, поддерживает оптимальную жидкую среду, ионный состав, участвует в удалении метаболитов.



1 – большие полушария, 2 – боковые желудочки, 3 – третий желудочек, 4 – силвиев водопровод, 5 – четвертый желудочек, 6 – мозжечок, 7 – спинномозговой канал, 8 – спинной мозг.

Рисунок 20. Желудочки головного мозга

Черепно-мозговые (черепные) нервы

От *ствола головного мозга* отходят **двенадцать пар черепно-мозговых (черепных) нервов**. Их обозначают римскими цифрами по порядку их расположения, каждый из них имеет собственное название. Часть черепно-мозговых нервов имеет преимущественно *двигательные (моторные, эфферентные) функции* (III, IV, VI, XI, XII пары), другие – *чувствительные (сенсорные, афферентные)* (I, II, VIII пары), остальные – *смешанные*, т.е. моторные и чувствительные (V, VII, IX, X, XIII пары). В некоторых черепно-мозговых нервах содержатся парасимпатические и симпатические волокна.

12 пар черепных нервов вместе с 31 парой спинальных нервов составляют *периферическую нервную систему*. Все черепные нервы, кроме блуждающего, иннервируют голову и шею. Блуждающий нерв иннервирует еще и органы грудной и брюшной полостей. При повреждении черепных нервов функции, которые они обеспечивают, ухудшаются или исчезают.

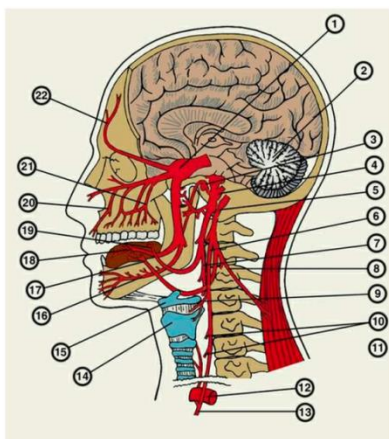
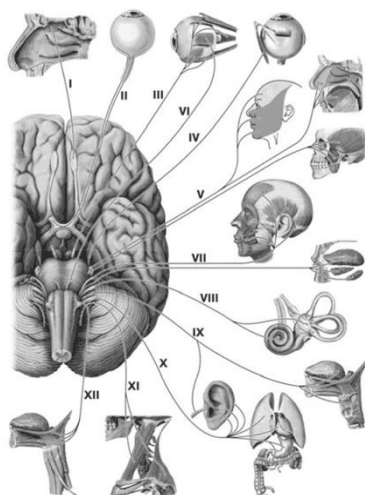


Рис. 2. Схематическое изображение стволов и основных ветвей черепных нервов: 1 — левый тройничный нерв; 2 — изолинии; 3 — барабанная струна; 4 — лицевой нерв; 5 — нижний ганглий блуждающего нерва; 6 — глоточная ветвь блуждающего нерва; 7 — глоточная ветвь языкоблуждающего нерва; 8 — языкоблуждающий нерв; 9 — вертельный гортанный нерв; 10 — сердечные ветви блуждающего нерва; 11 — возвратный гортанный нерв; 12 — дуга аорты; 13 — ствол блуждающего нерва; 14 — щитовидный железа; 15 — подщитовидная железа; 16 — нижний альвеолярный нерв; 17 — подязычный нерв; 18 — язычный нерв; 19 — язычные ветви; 20 — ветвь подглазничного нерва; 21 — верхние альвеолярные нервы; 22 — лобный нерв.

Рисунок 21. Черепно-мозговые (черепные) нервы

Таблица 1. Функции черепно-мозговых (черепных) нервов

Номер	Название	Тип	Функция
I	Обонятельный	Афферентный	Обоняние
II	Зрительный	Афферентный	Зрение
III	Глазодвигательный	В основном эфферентный	Иннервирует все наружные мышцы глаза, за исключением латеральной прямой (см. VI) и верхней косой (см. IV); парасимпатическая иннервация ресничной мышцы и зрачка
IV	Блоковый	В основном эфферентный (содержит афферентные волокна)	Иннервирует верхнюю косую мышцу глаза (см. III) (Проприоцепция)
V	Тройничный (3 ветви: глазной, верхнечелюстной и нижнечелюстной нервы)	Смешанный: афферентный	В добавление к проприоцепции экстероцептивные волокна обслуживают область лба, веки, роговицу, радужку, нос и слизистую оболочку носа, большинство участков лица, зубы, губы, челюсти язык и наружное ухо. Обеспечивает преим. тактильную афферентацию, хотя есть тж данные в пользу болевой и температурной афферентации
		эфферентный	Иннервирует мышцы жевательного аппарата (жевание, кусание, открывание и закрывание рта), а тж передние две трети языка (см. VIII)
VI	Отводящий	В основном эфферентный (содержит афферентные волокна)	Иннервирует латеральную прямую мышцу глаза (см. III и IV) (Проприоцепция)
VII	Лицевой	Смешанный: эфферентный	Две ветви: большая — собственно лицевой нерв — преим. двигательная. Меньшая ветвь, наз. промежуточным нервом, яв-ся комплексной. Эфферентные волокна иннервируют подкожные мышцы лица и поверхности головы, железы и слизистую оболочку глотки, полости носа и неба.

		афферентный	Проводит сигналы вкусовых ощущений от передних двух третей языка (см. IX) и иннервирует слюноотделение. Обеспечивает тж частичную проприоцепцию (ощущения давления и положения) от лицевых мышц
VIII	Слуховой	Две отдельные части: (акустический, вестибуло-кохлеарный)(содержит эфферентные волокна)	Передаёт экстероцептивные сигналы от кортиева органа; волокна обслуживают внутреннее (кохлеарный - афферентный) ухо (полукружные каналы, маточку и мешочек), обеспечивая сохранение равновесия (вестибулярный - афферентный) в основном и получение информации о положении тела в пространстве(Влияют на спинной мозг, оказывая облегчающее воздействие на моторные нейроны разгибателей, а тж на механику движений глаз (см. III, IV и VI))
IX	Языкоглоточный	Смешанный: афферентный	Проводит сигналы вкусовых ощущений от задней трети языка (см. VII); обеспечивает ощущения от глотки, евстахиевой трубы, зева, миндалин и мягкого нёба
		эфферентный	Иннервирует мышцы глотки и шилоглоточную мышцу. Волокна этого и следующего черепного нерва (X) обслуживают поперечно-полосатые мышцы глотки, гортани и верхнего отдела пищевода
X	Блуждающий	Смешанный: афферентный	Проводит экстероцептивные сигналы (болевые и температурные ощущения) от задней части наружного уха. Чувствительные волокна обслуживают глотку, гортань, пищевод, трахею, внутренние органы грудной и брюшной полости (напр., сердце и кишечник)
		эфферентный	Волокна распространяются до вегетативных ганглиев, обеспечивая иннервацию органов грудной и брюшной полости (торможение сердечного ритма и стимуляция деятельности желудка, поджелудочной железы и желудочно-кишечного тракта). Эфферентные волокна обслуживают также основание языка и мышцы, упомянутые в IX
XI	Добавочный	В основном эфферентный (содержит афферентные волокна)	Иннервирует движения глотки, гортани, нёбного язычка и нёба, а тж дополняет действие сердечного и гортанного нервов. Др. его часть обслуживает трапециевидные и грудино-ключично-сосцевидные мышцы(Проприоцепция)
XII	Подъязычный	Эфферентный	Обслуживает мышечные волокна шеи и языка (для произвольных движений). Возможно, (вместе с V) участвует в реализации сосательного, жевательного и глотательного рефлексов

Вопросы

1. Назовите отделы головного мозга
2. Назовите функции продолговатого мозга
3. Назовите функции моста
4. Назовите функции среднего мозга
5. Какие части включает в себя промежуточный мозг
6. Назовите функции таламуса
7. Назовите функции гипоталамуса
8. Назовите функции гипофиза
9. Назовите функции мозжечка
10. Каковы функции ретикулярной формации
11. Назовите доли коры больших полушарий и покажите их на рисунке
12. Сколько пар черепно-мозговых (черепных) нервов отходят от ствола головного мозга и какие функции они выполняют?

Строение спинного мозга

Спинальный мозг – это часть центральной нервной системы (ЦНС). Он располагается в позвоночном канале. Представляет собой толстостенную трубку с узким каналом внутри. Он обеспечивает передачу нервных импульсов от головного мозга к периферическим структурам нервной системы, а также передачу нервных импульсов от *экстеро-, интеро- и проприо-рецепторов* к головному мозгу. Он также осуществляет собственную *рефлекторную деятельность*.

Таким образом, спинной мозг наделён двумя важнейшими функциями – рефлекторной и проводниковой.

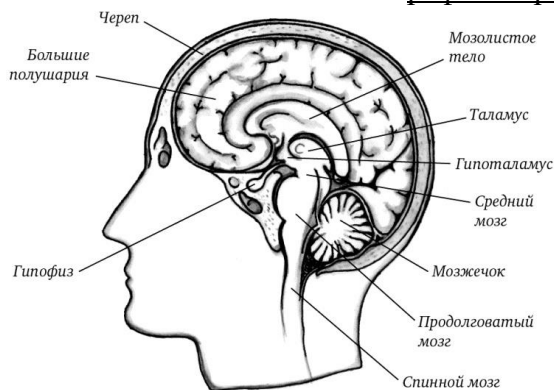


Рисунок 22. Расположение спинного мозга (шейный отдел)



Начало спинного мозга условно определяется на уровне верхнего края I шейного позвонка и большого затылочного отверстия черепа. В этой области спинной мозг мягко перестраивается в головной мозг, четкого деления между ними нет. Нижний край спинного мозга соответствует верхнему краю II поясничного позвонка. Таким образом, длина спинного мозга оказывается меньше, чем длина позвоночного канала.

В поперечном направлении спинной мозг разделяется на особые отделы, или *сегменты*.

Количество сегментов у всех людей одинаковое: 8 шейных сегментов, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1-3 копчиковых (чаще 1).

Рисунок 23. Расположение спинного мозга в теле человека

Корешки из каждого сегмента устремляются в межпозвоночное отверстие. Поскольку длина спинного мозга короче, чем длина позвоночного канала, то корешки меняют свое направление. В шейном отделе они направлены горизонтально, в грудном — косо, в поясничном и крестцовом отделах — почти вертикально вниз. Из-за разницы в длине спинного мозга и позвоночника также меняется и расстояние от выхода корешков из спинного мозга до межпозвоночного отверстия: в шейном отделе корешки самые короткие, а в пояснично-крестцовом — самые длинные. Корешки четырех нижних поясничных, пяти крестцовых и копчикового сегментов образуют так называемый конский хвост. Именно он и располагается в позвоночном канале ниже II поясничного позвонка, а не сам спинной мозг (рисунки 24, 25).

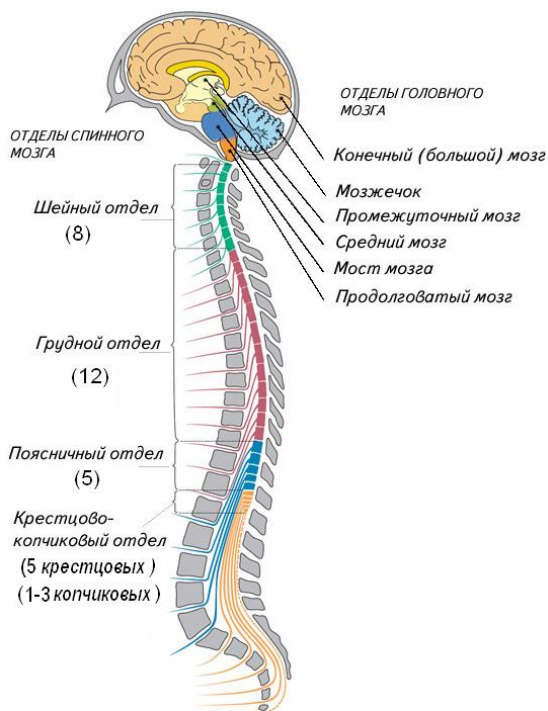


Рисунок 24. Отделы спинного мозга

По длине выделяют несколько отделов спинного мозга:

- шейный;
- грудной;
- поясничный;
- крестцовый;
- копчиковый.

Последние крестцовые сегменты вместе с копчиковым называются конусом спинного мозга из-за соответствующей геометрической формы. Конус переходит в терминальную (конечную) нить. Нить уже не имеет нервных элементов в своем составе, а только лишь соединительную ткань, и покрыта оболочками спинного мозга. Терминальная нить фиксируется ко II копчиковому позвонку.

За каждым сегментом спинного мозга закреплена строго очерченная зона иннервации на периферии. В эту зону входит участок кожи, определенные мышцы, кости, часть внутренних органов. Эти зоны практически одинаковы у всех людей. Эта особенность строения спинного мозга позволяет диагностировать место расположения патологического процесса при заболевании.

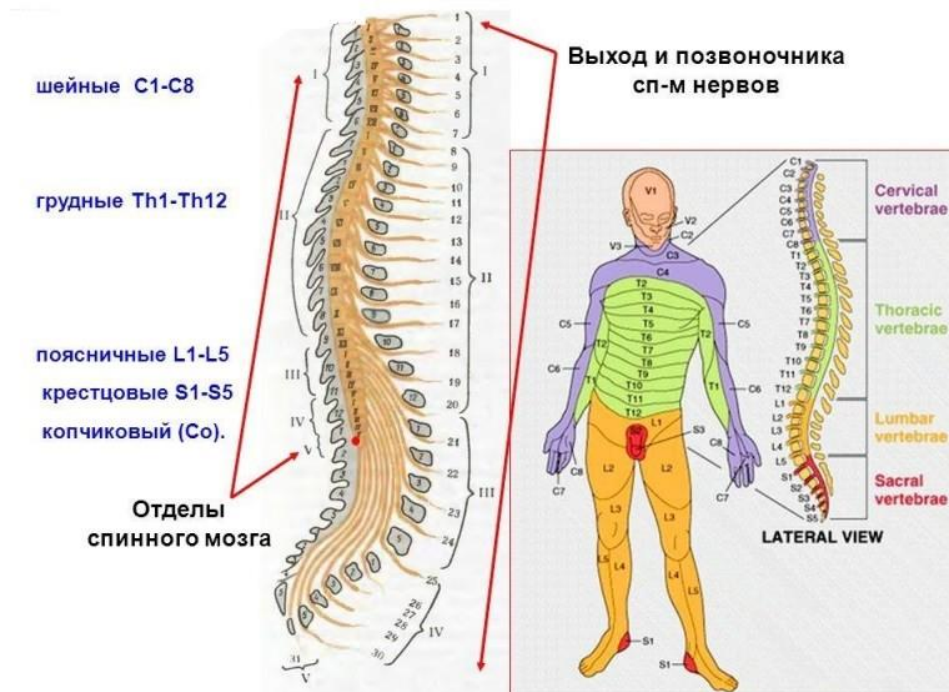


Рисунок 25. Иннервация поверхности тела различными отделами спинного мозга

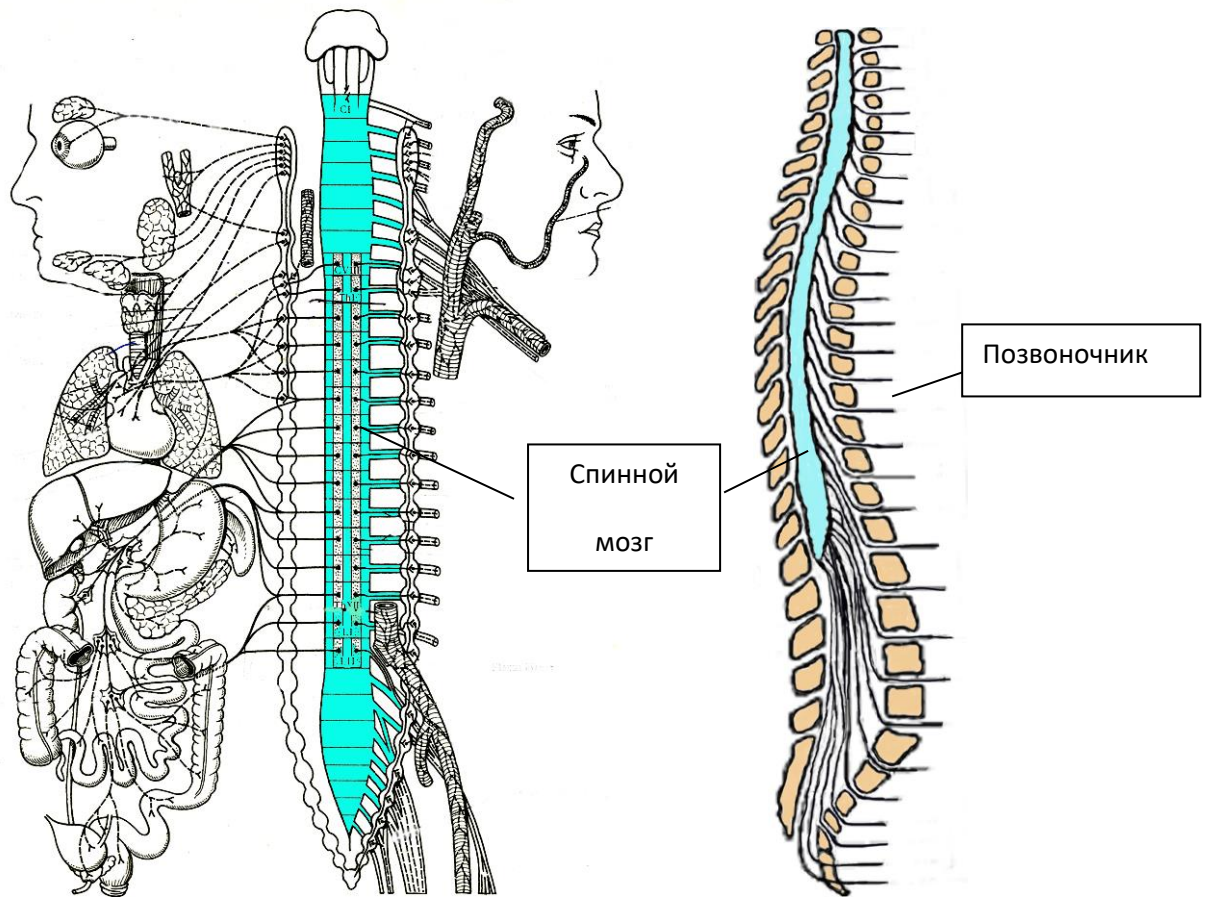


Рисунок 26. Иннервация внутренних органов различными отделами спинного мозга

Если произвести срез спинного мозга в поперечном направлении, то он будет выглядеть неодинаково по цвету. Серый цвет – это место расположения тел нейронов, а белый цвет – это периферические и центральные отростки нейронов (нервные волокна). Всего в спинном мозге насчитывается более 13 миллионов нервных клеток.

сегмент спинного мозга

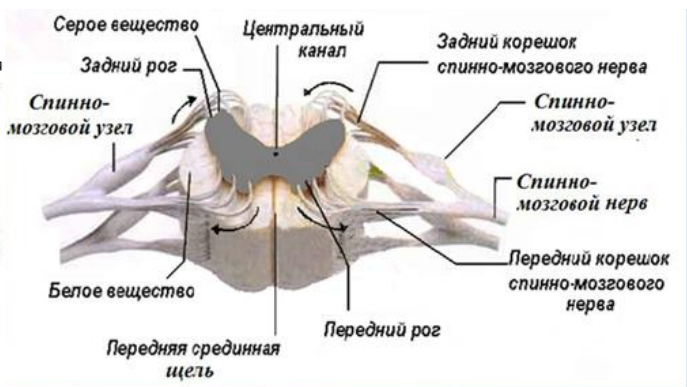
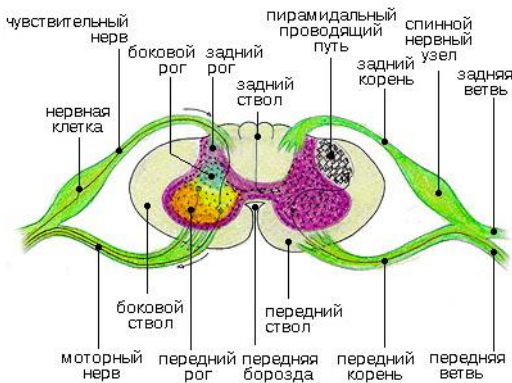


Рисунок 27. Поперечный срез спинного мозга

Тела нейронов серого цвета (на рисунке они окрашены в розовый цвет) так расположены, что имеют форму бабочки. У этой бабочки четко прослеживаются выпуклости – передние и задние рога. В области передних рогов содержатся тела нейронов, отвечающих за двигательные (моторные, эфферентные) в области задних рогов – нейроны, воспринимающие чувствительные (сенсорные, афферентные) импульсы (рисунок 27).

В некоторых отделах спинного мозга сконцентрированы тела нервных клеток, отвечающих за функции отдельных органов. Места локализации этих нейронов изучены и

четко определены. Так, в 8-м шейном и 1-м грудном сегменте располагаются нейроны, отвечающие за иннервацию зрачка глаза, в 3-4 шейных сегментах – за иннервацию главной дыхательной мышцы (диафрагмы), в 1-5 грудных сегментах – за регуляцию сердечной деятельности. Боковые рога 2-5 крестцовых сегментов спинного мозга регулируют деятельность органов малого таза (рисунок 22).

Отростки тел нейронов образуют связи друг с другом, с разными частями спинного и головного мозга, соответственно стремятся вверх и вниз в составе белого вещества спинного мозга. Эти нервные волокна, имеющие белый цвет, и составляют белое вещество на поперечном срезе.

Рефлекторная дуга

Наличие простейших двигательных рефлексов (отдергивание руки при ожоге, разгибание коленного сустава при ударе молоточком по сухожилию и т.д.) обусловлено рефлекторной функцией спинного мозга. Связь спинного мозга со скелетными мышцами возможна благодаря *рефлекторной дуге*, являющейся путём прохождения нервных импульсов.

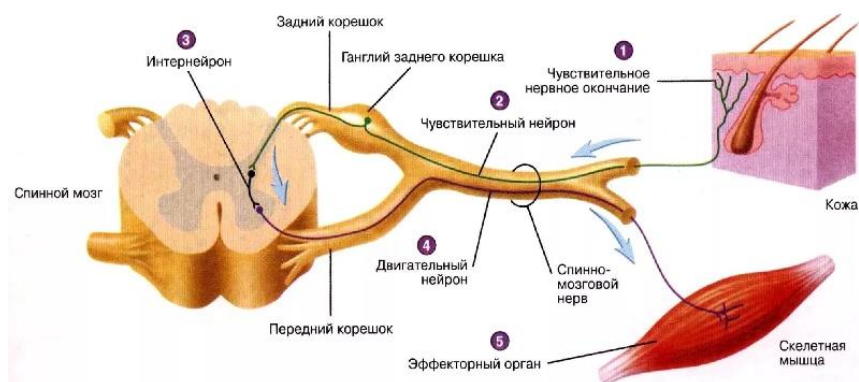


Рисунок 28. Схема рефлекторной дуги

Рефлекторная дуга (нервная дуга) – путь, проходимый нервными импульсами при осуществлении рефлекса.

Рефлекторная дуга состоит из пяти отделов:

- *рецепторов*, воспринимающих раздражение и отвечающих на него возбуждением.
- *чувствительного (центростремительного, афферентного) нервного волокна*, передающего возбуждение к центру; нейрон, имеющий данное волокно, также называется чувствительным. Тела чувствительных нейронов находятся за пределами центральной нервной системы - в нервных узлах (ганглиях) вдоль спинного мозга и возле головного мозга.
- *нервного центра*. Центры большинства двигательных рефлексов находятся в спинном мозге, где происходит переключение возбуждения с чувствительных нейронов (задние рога серого вещества спинного мозга) на двигательные (передние рога серого вещества спинного мозга).
- *двигательного (центробежного, эфферентного) нервного волокна*, несущего возбуждение от центральной нервной системы к рабочему органу; Центробежное волокно - длинный отросток двигательного нейрона. Двигательным называется нейрон, отросток которого подходит к рабочему органу и передает ему сигнал из центра.
- *эффектора* – рабочего органа, который осуществляет эффект, реакцию в ответ на раздражение рецептора. Эффекторами могут быть мышцы, сокращающиеся при поступлении к ним возбуждения из центра, клетки железы, которые выделяют сок под влиянием нервного возбуждения, или другие органы.

По характеру ответной реакции, в зависимости от того, какие органы в ней участвуют

- моторные, или двигательные рефлексy – исполнительным органом служат мышцы;
- секреторные рефлексy – заканчиваются секрецией желез;
- сосудодвигательные рефлексy – проявляющиеся в сужении или расширении кровеносных сосудов.

Вопросы

1. Назовите функции спинного мозга
2. Назовите отделы спинного мозга
3. Каковы функции нейронов передних рогов спинного мозга?
4. Каковы функции нейронов задних рогов спинного мозга?
5. Что представляет собой рефлекторная дуга?
6. Из каких отделов состоит рефлекторная дуга?

Литература

1. Милнер П. Физиологическая психология. – М.: Мир, 1973. – 648 с.
2. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М.: Медицина, 1983. Т. 3. – 400 с.
3. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. – М.: Мир, 1981. – 248 с.
4. Циркин В.И., Трухина С.И. Физиологические основы психической деятельности и поведения человека / В.И. Циркин, С.И. Трухина. – М.: Высшая школа, 2001. – 428 с.
5. Шепперд, Г. Нейробиология / Г. Шепперд. – М.: Наука, 1987. – Т. 1-2.
6. Блум, Ф. Мозг, разум, поведение / Ф. Блум, А. Лайзерсон, Д. Хефстедтер. – М.: Мир, 1988. – 248 с.
7. Грегори, Р.Л. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия / Р.Л. Грегори. – М.: Прогресс. 1970. – 108 с.
8. Дмитриев, А.С. Физиология высшей нервной деятельности / А.С. Дмитриев. – М.: Высшая школа, 1974. – 454 с.
9. Линсдей П. Переработка информации у человека (Введение в психологию) / П. Линсдей, Д. Норман. – М.: Мир. 1974. – 550 с.
10. Мак-Фарленд Д. Поведение животных / Д. Мак-Фарленд. – М.: Мир, 1988. – 520 с.
11. Мозг и поведение. – М.: Наука, 1990. – 591 с.
12. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека на основе международной номенклатуры / Х. Фениш. – Минск: Вышэйшая школа, 1998. - 464 с.
13. Данилов Н.Н. Психофизиология. – М.: всшая школа. 1999.
14. Данилов Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. Р\нД, 1997.
15. Основы психофизиологии. /Под ред. Ю.И. Александрова. –М., 1997, 1998
16. Редюкович А. Анатомия и физиология. Мн: 1998
17. Семенов Э.В. Физиология и анатомия. – М.1997.
18. Фокин Н.А. Физиология человека. – М., 1995.
19. Циркин В.И., Трухина С.И. Физиологические основы психической деятельности и поведения человека. – М.: Наука, 2001.
20. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. - М.,1988.
21. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.. Биология. М.,1990.Т.2,гл.16
22. Крылова Н.В., Искренко И.А. Мозг и проводящие пути. Анатомия в схемах и рисунках. – М., 1998.
23. Физиология человека. М.,1985, Т. 1-4
Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. - М.: Мир,1988

Тема 4. Строение и функции нейронов

В ЦНС человека около 50 млрд нервных клеток – нейронов. Особенность нейронов, отличающих его от других клеток организма, – наличие отростков: дендритов и аксона.

Диаметр нейрона –5-100 мкм, длина дендрита – 1-6 мкм, длина аксона до 1 м.

Нервные клетки и аксоны окружены глиальными клетками. Глиальные клетки составляют нейроглию (белое вещество), которая занимает половину объема ЦНС.

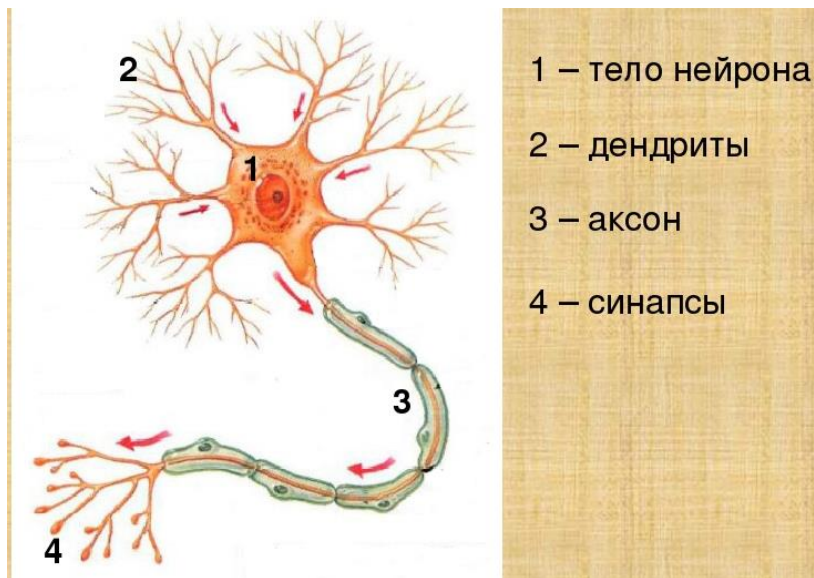


Рисунок 29. Строение нейрона

Функции нейронов – 1) сенсорная (чувствительная, афферентная), т.е. получение сигнала из внешней и внутренней среды организма, и от других нейронов; 2) моторная (двигательная, эфферентная), т.е. передача сигналов другим нейронам или органам-исполнителям (мышцам, железам).

Дендриты (афферентный отросток) выполняют чувствительную (сенсорную) функцию, т.е. по ним идет сигнал от других нервных клеток или от рецепторов к телу нейрона.

Аксон (эфферентный отросток) выполняет моторную (двигательную) функцию, т.е. по нему идет сигнал следующей нервной клетке в нейронной цепи или клетке-исполнителю.

Виды нейронов: *униполярный нейрон* – имеет тело клетки и 1 аксон; *биполярный нейрон* имеет 1 аксон и 1 дендрит (имеется его разновидность – псевдоуниполярный нейрон), *мультиполярный нейрон* имеет один аксон и множество дендритов.

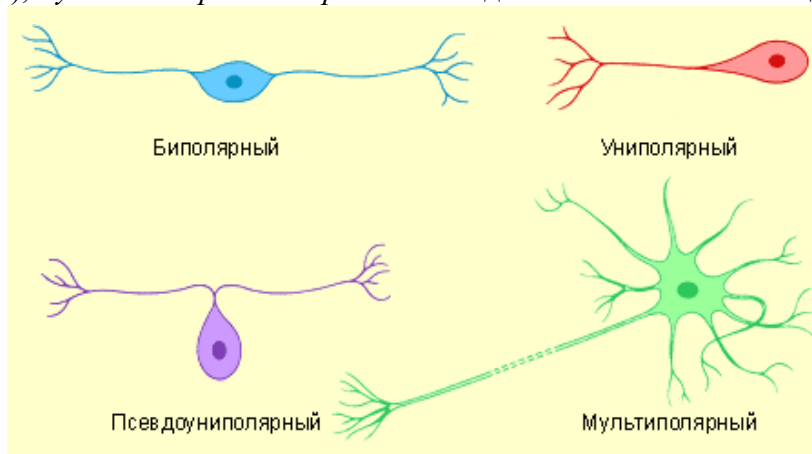


Рисунок 30. Виды нейронов

Место передачи нервного импульса от одной нервной клетки другой нервной клетке или клетке-исполнителю называется *синапсом*. Передача импульсов осуществляется химическим путём с помощью медиаторов или электрическим путём, посредством прохождения ионов из одной клетки в другую. Наиболее распространены химические синапсы.

Синапс – это специализированная зона контакта между отростками нервных клеток и другими возбудимыми и невозбудимыми клетками, обеспечивающая передачу информационного сигнала. Морфологически синапс образован контактирующими

мембранами двух клеток. Нейрон осуществляет контакт посредством расширенных окончаний отростков *дендритов* и *аксонов*, которые называются *бляшками*. Мембрана, принадлежащая отросткам нервных клеток, называется пресинаптической, мембрана клетки, к которой передается сигнал, – постсинаптической. Пресинаптическая мембрана является окончанием отростка нервной клетки. Постсинаптическая мембрана является частью клеточной мембраны иннервируемой ткани. Между пресинаптической и Постсинаптической мембраной имеется щель, которая называется синаптической щелью. Таким образом, синаптическая щель представляет собой пространство между пре- и постсинаптической мембранами, заполненное жидкостью, близкой по составу к плазме крови.

В соответствии с принадлежностью постсинаптической мембраны *синапсы* подразделяют на нейросекреторные (передача сигналов между нервной и секреторной клетками), нейромышечные (передача сигналов между нервной и мышечными клетками) и межнейрональные (передача сигналов между нервными клетками).

На рисунке 27 изображены межнейрональные синапсы между отростками нейронов и телом другого нейрона, где: 1 – тело нейрона, 2 – синаптические бляшки, 3 – аксон нейрона, 4 – дендриты нейрона.

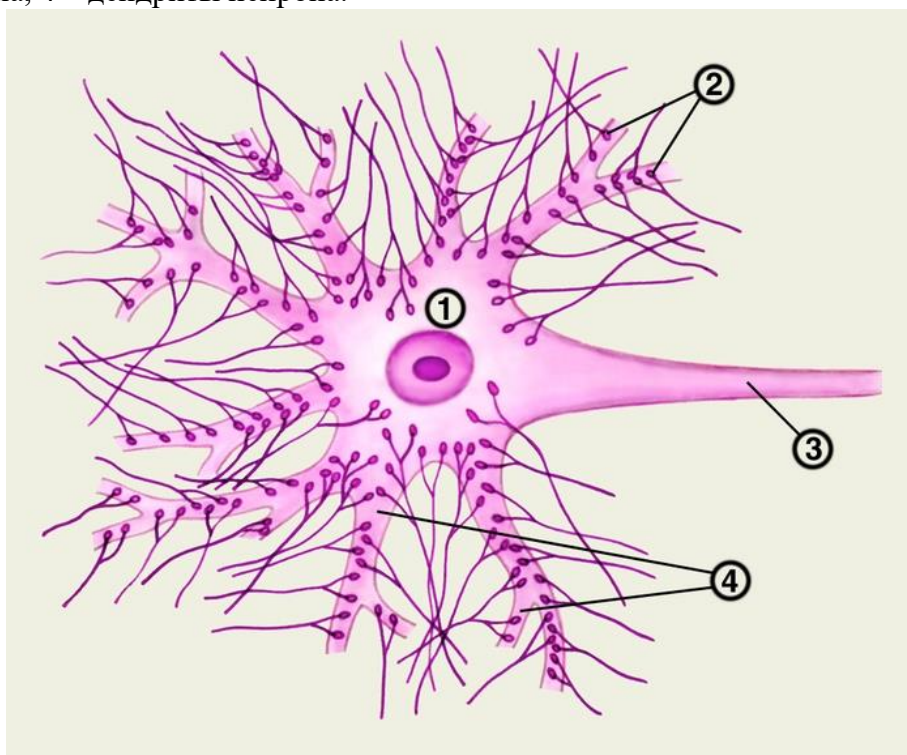


Рисунок 31. Межнейрональные синапсы между отростками нейронов и телом другого нейрона

Проведение возбуждения через синапс осуществляется обычно посредством химического процесса. Это сложный физиологический процесс, протекающий поэтапно с участием медиаторов. Во многих центральных синапсах, нервномышечных и синапсах парасимпатической нервной системы медиатором является *ацетилхолин*. Потенциал действия по аксону доходит до *бляшки* и вызывает изменение проницаемости пресинаптической мембраны для ионов кальция, которые из синаптической щели входят внутрь бляшки, что приводит к разрыву пузырьков и выходу из них ацетилхолина в *синаптическую щель*. Он диффундирует к *постсинаптической мембране*, взаимодействует с рецепторами мембраны, что повышает ее возбудимость, изменяет проницаемость для ионов натрия, в результате на *постсинаптической мембране* возникает возбуждение, которое распространяется на другой нейрон или клетки рабочего органа.

На рисунке 28 изображен аксоно-дендритический синапс с химической системой передачи сигнала от *аксона* одной клетки к *дендриту* другой. Такой синапс состоит из двух частей: пресинаптической, образованной булавовидным расширением окончаниямаксона передающей клетки и постсинаптической, представленной контактирующим участком цитолеммы воспринимающей клетки (в данном случае — участком дендрита). Синапс представляет собой пространство, разделяющее мембраны контактирующих клеток, к которым подходят нервные окончания. Передача импульсов осуществляется химическим путём с помощью медиаторов или электрическим путём посредством прохождения ионов из одной клетки в другую.

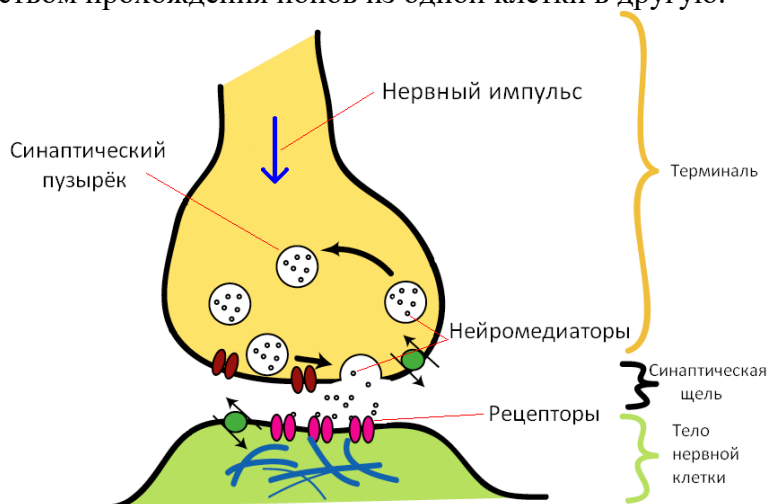


Рисунок 32. Аксоно-дендритический синапс

Нейронные сети

Нейроны соединенные синапсами с множеством других нейронов образуют *нейронные сети*.

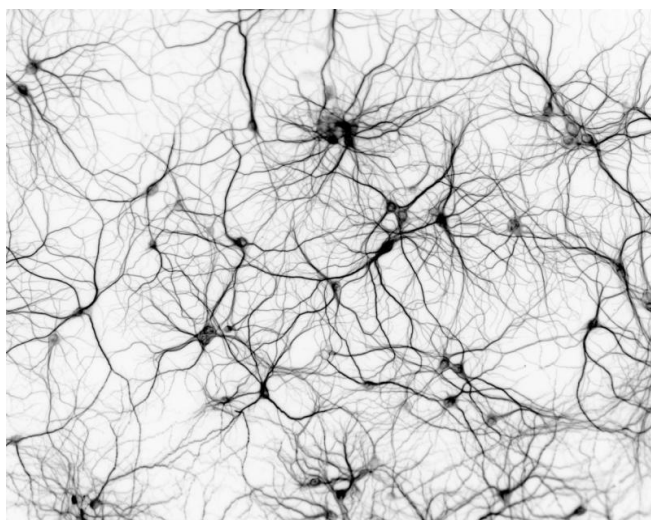


Рисунок 33. Нейронные сети

Явление, когда в нервных сетях аксон одного нейрона иннервирует несколько следующих нейронов называется *дивергенцией*. *Дивергенция* – это контактирование одного нейрона или нервного центра со множеством нейронов или нервных центров. *Дивергенция* обеспечивает проведение даже слабых стимулов с малого числа нейронов следующим нейронам по многим волокнам (например, мы не замечаем слепого пятна на сетчатке).

Явление, когда в нервных сетях к одному нейрону приходит несколько аксонов называется *конвергенцией*. *Конвергенция* – это схождение нескольких нервных путей к

одним и тем же нейронам или нервным центрам. *Конвергенция* обеспечивает суммирование потенциалов, т.е. даже слабые возбуждения могут суммироваться до пороговых величин и генерировать потенциал действия.

На следующем рисунке каждый нейрон из вертикального ряда слева и центрального ряда передает сигнал множеству других нейронов, т.е. наблюдается дивергенция. При этом каждый нейрон из вертикального центрального ряда и ряда слева получает сигналы из множества других нейронов, т.е. наблюдается конвергенция

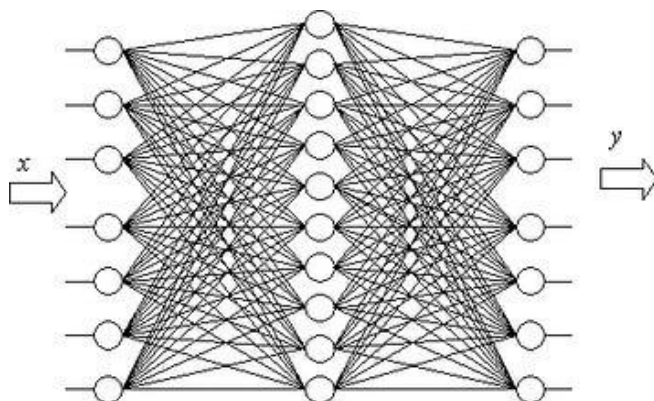


Рисунок 34. Дивергенция и конвергенция в нейронных сетях

Торможение в нейронных сетях

Строение нервных сетей обеспечивает усиление сигнала возбуждения, что может привести к перевозбуждению мозговых структур, а также не обеспечивает различие качества и местоположение сигнала. Поэтому во всех уровнях нейронов существуют процессы торможения, обеспечиваемые *вставочными нейронами* – это *латеральное* или *вставочное* торможение.

На следующем рисунке *вставочные нейроны* изображены черным цветом.

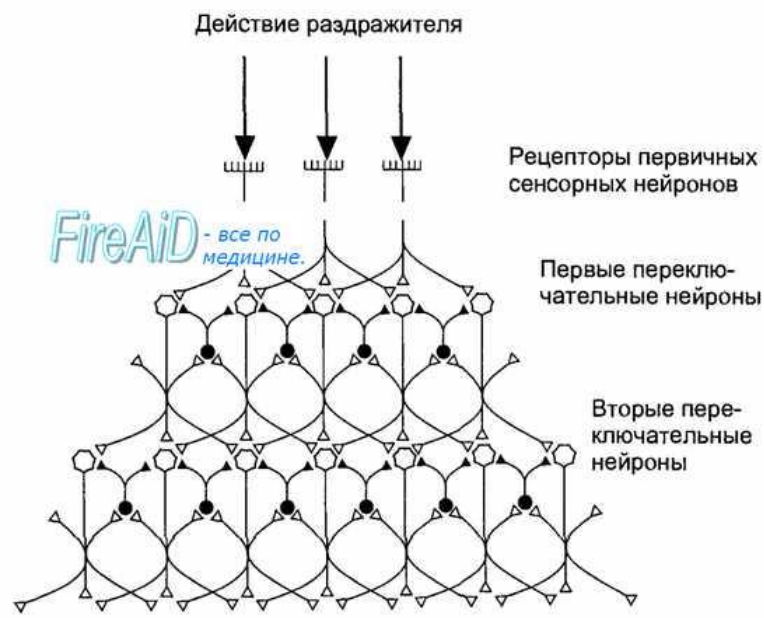


Рисунок 35. Латеральное торможение

Рецептивные поля

Явление конвергенции обеспечивает формирование так называемого *рецептивного поля*. Рецептивное поле сенсорного нейрона – участок с рецепторами, которые при воздействии на них определённого стимула приводят к изменению возбуждения этого нейрона. Концепция рецептивных полей может быть применима ко всей нервной системе. *Рецептивное поле* это участок с рецепторами, которые при воздействии на них

определённого стимула приводят к изменению возбуждения одного сенсорного нейрона. Таким образом, если множество сенсорных рецепторов образуют синапсы с единственным нейроном, они совместно формируют *рецептивное поле* этого нейрона. Рецептивные поля соседних сенсорных нейронов могут частично перекрывать друг друга, поэтому информация о действующих на них стимулах передается не по одному, а по нескольким параллельным аксонам, что повышает надежность ее передачи.

На следующем рисунке изображены перекрывающиеся *рецептивные поля* (слева). В правой части рисунка помимо явления конвергенции отражены также тормозные вставочные нейроны (изображены черным цветом).

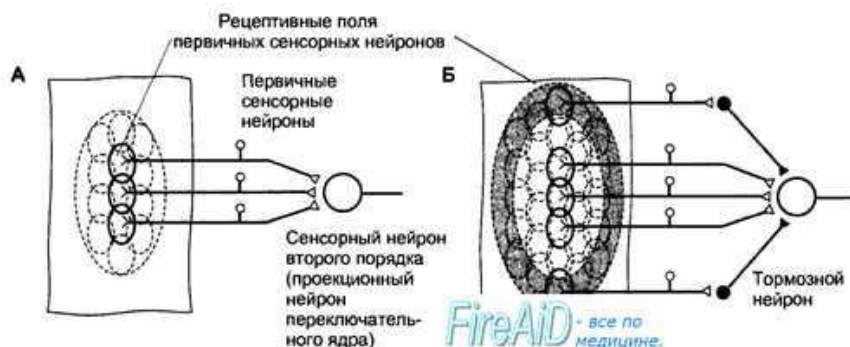


Рисунок 36. Схема формирования рецептивного поля

Большое рецептивное поле нейрона позволяет отслеживать изменения на большей площади чувствительной поверхности, но обеспечивает меньшую разрешающую способность ощущения. Таким образом, пальцы, которые должны осязать тонкие детали, имеют множество плотно расположенных (до 500 на 1 см²) механорецепторов с маленькими рецептивными полями (около 10 мм²), тогда как спина, бедра и голени имеют меньшее количество рецепторов, объединённых в большие рецептивные поля.

Вопросы:

1. В каком направлении идут сигналы по дендритам и аксонам?
2. Каковы функции нейронов?
3. Назовите виды нейронов
4. Что такое синапс?
5. Как образуются нейронные сети?
6. Что такое конвергенция в нейронных сетях?
7. Что такое дивергенция в нейронных сетях?
8. Каков механизм формирования латерального торможения?
9. Как образуется рецептивное поле?

Тема 5. Сенсорные системы

Цель – изучить нейрофизиологические основания переработки внешних сигналов в ЦНС.

Вопросы для рассмотрения:

1. Виды и формы рецепторов
2. Зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые и тактильные рецепторы
3. Проводящие пути анализаторов
4. Кортикальные представления анализаторов

Виды и формы рецепторов

Восприятие сигналов среды и первичную переработку данных сигналов в организме человека осуществляют рецепторы.

По расположению в организме человека различают *экстерорецепторы*, *интерорецепторы*, *проприорецепторы*.

Экстерорецепторы расположены на периферии организма и осуществляют восприятие и первичную переработку сигналов внешней среды: электромагнитных волн (зрительное восприятие), колебания воздуха (слуховое восприятие), физическое

воздействие (тактильное восприятие), химический состав (вкусовое и обонятельное восприятие).

Интерорецепторы, находятся во внутренних органах и передают информацию об их состоянии высшим регуляторным центрам в ЦНС. Данная информация распознается сознанием только в виде ощущений.

Проприорецепторы находятся в мышцах и суставах. Информация из этих областей распознается сознанием как мышечное чувство и расположение тела и его частей.

По форме различают следующие виды рецепторов: *нервные клетки* (зрительные и обонятельные рецепторы), *соматические клетки*, не имеющие отростков (вкусовые и слуховые рецепторы), и *нервные окончания* (тактильные рецепторы, интерорецепторы и проприорецепторы).

Строение у функции зрительного анализатора

Зрительный анализатор – это парный орган зрения, представленный глазным яблоком, проводящими путями и корковым центром, обеспечивающими переработку информации внешнего мира (электромагнитных волн) в зрительное восприятие (свет и цвет). С помощью способности видеть человек может различать цвет, форму, величину предмета, его освещенность и расстояние на котором он находится. Зрительный анализатор является самым важным из всех органов чувств. Благодаря ему мы воспринимаем до 90% информации о внешнем мире.

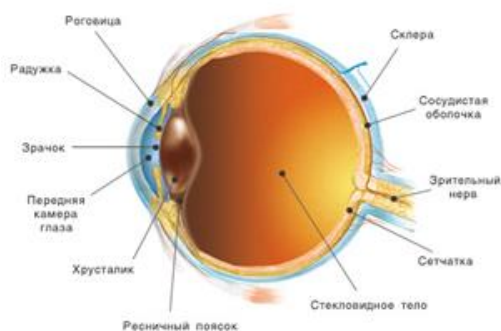


Рисунок 37. Строение глаза

Преобразованием электромагнитных волн в электрический сигнал, который воспринимается нами как свет и цвет осуществляют зрительные рецепторы – *палочки* и *колбочки*, расположенные в *сетчатке*.

Сетчатка – это специфический воспринимающий аппарат глазного яблока. Сетчатая оболочка образована разветвленными нервными клетками, которые выходят из глазного нерва. Сетчатка расположена сразу за сосудистой и выстилает большую часть глазного яблока. Воспринимать предметы способна только задняя часть сетчатой оболочки, которая образована специальными клетками: колбочками и палочками.

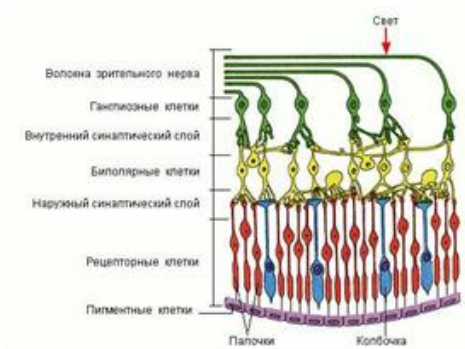


Рисунок 38. Строение сетчатки

Сетчатка - самая важная часть глаза. Она состоит из нервных клеток, состоящих из световоспринимающих клеток – палочек и колбочек (осуществляющих также восприятие цвета). Количество палочек в сетчатке человека достигает 130 млн., колбочек около 7 млн. Палочки способны воспринимать даже слабые световые раздражения и являются органами сумеречного зрения, а колбочки – органами дневного зрения.

В палочках и колбочках происходит преобразование физической энергии лучей света, попадающих в глаз, в первичный импульс, который по зрительно первому пути передается в затылочную долю головного мозга, где и формируется зрительный образ.

В центре сетчатки расположена область желтого пятна, которое осуществляет наиболее тонкое и дифференцированное зрение. В носовой половине сетчатой оболочки примерно в четырех мм от желтого пятна, находится место выхода зрительного нерва, образующее диск диаметром 1,5 мм. В этой области нет палочек и колбочек и, соответственно, нет световосприятия. Эта область называется «слепым пятном». Из-за пересечения рецептивных полей (смотри раздел «Нейронные сети») слепое пятно не воспринимается человеком.

Зрительными рецепторами являются униполярные нейроны – колбочки и палочки.

Колбочки отвечают за восприятие цвета предметов, палочки – за интенсивность освещения. Палочки и колбочки расположены вперемешку, но в некоторых участках есть скопление только палочек, а в некоторых – только колбочек. Свет, попадая на сетчатку, вызывает реакцию в наружных сегментах этих клеток. Данная реакция происходит благодаря наличию в колбочках и палочках белка родопсина. Под воздействием света родопсин разлагается, и один из продуктов его разложения влияет на возникновение зрительного возбуждения (электрический потенциал). Белок сетчатки родопсин полностью восстанавливается у человека примерно за 30 минут.

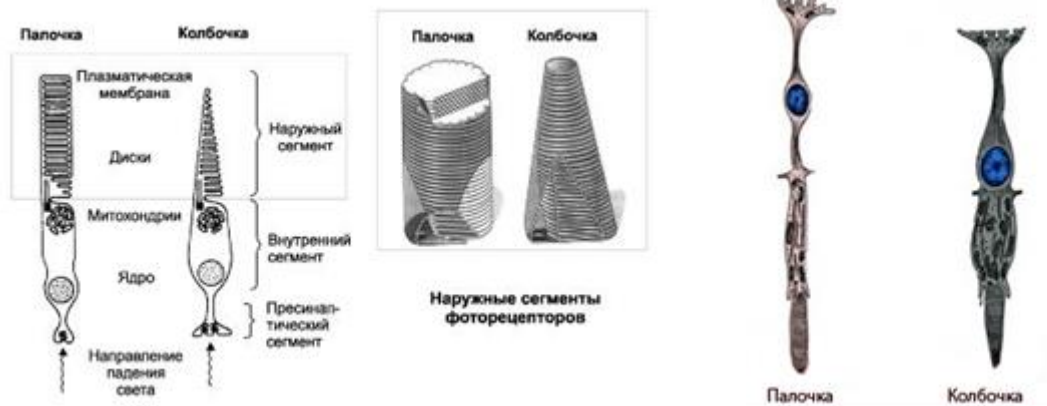


Рисунок 39. Строение колбочек и палочек

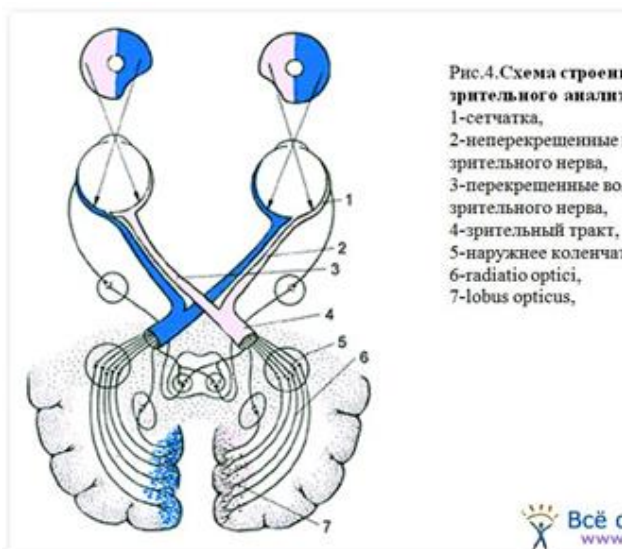


Рисунок 40. Проводящие пути зрительного анализатора

Аксоны, направляющиеся от ганглиозных клеток сетчатки, составляют зрительный нерв (II пара черепно-мозговых нервов). Они передают электрический сигнал в нейроны ствола головного мозга (коленчатое тело и зрительные бугры). Аксоны этих нейронов передают сигнал в нейронам затылочной доли больших полушарий головного мозга (шпорная борозда). Возбуждение именно этих нейронов воспринимается человеком как свет, цвет, форма предметов и их расположение.



Рисунок 41. Область зрительного восприятия в коре головного мозга

Область зрительного восприятия в коре головного мозга находится в затылочной доле больших полушарий головного мозга (шпорная борозда).

Строение и функции слухового анализатора

Слуховой анализатор (слуховая сенсорная система) – второй по значению дистантный анализатор человека. Слух играет важнейшую роль именно у человека в связи с возникновением членораздельной речи. Акустические (звуковые) сигналы представляют собой колебания воздуха с разной частотой и силой. Они возбуждают слуховые рецепторы, находящиеся в улитке внутреннего уха. Рецепторы активируют первые слуховые нейроны, после чего, сенсорная информация передаётся в слуховую область коры большого мозга (височный отдел) через ряд последовательных структур.



Рисунок 42. Строение уха

В строении уха различают: *наружное ухо* (ушная раковина, наружный слуховой проход, барабанная перепонка); *среднее ухо* (слуховые косточки – молоточек, наковальня и стремечко, и евстахиева (слуховая) труба; *внутреннее ухо* (овальное и круглое окна, улитка, кортиева орган).

Наружное ухо выполняет защитную функцию, выделяя ушную серу. Ушная раковина улавливает и направляет звуковую волну в наружный слуховой проход, по которому звуковые волны проводятся до барабанной перепонки и колеблют ее. Барабанная перепонка колеблет слуховые косточки, находящиеся в среднем ухе.

Среднее ухо представляет собой полость, заполненная воздухом, в которой находятся слуховые косточки (*молоточек, наковальня, стремечко*) и евстахиева (слуховая) труба.

Барабанная перепонка колеблет молоточек, который колеблет наковальню, та, в свою очередь – стремечко. Стремечко передает колебания на перепонку овального окна, которое отражает среднее ухо от внутреннего.

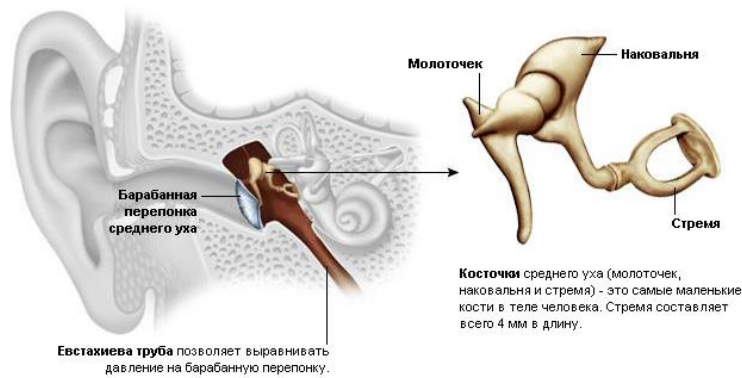


Рисунок 43. Среднее ухо

Слуховые косточки проводят и усиливают звуковые колебания в 50 раз. Евстахиева труба, соединённая с носоглоткой, обеспечивает выравнивание давления на барабанную перепонку.

В состав *внутреннего уха* входит: овальное и круглое окна, *улитка* с полостью, заполненной жидкостью, и *кортиева орган* – звуковоспринимающий рецепторный аппарат.

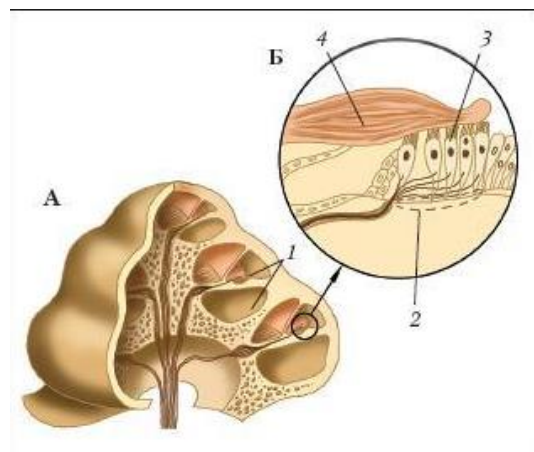


Рисунок 44. Срез улитки и кортиева органа

На рисунке 44 изображено прохождение звуковой волны по улитке. Колебания овального окна, вызванного колебаниями стремечка, вызывает прохождение волны в жидкости лестницы преддверия (вестибулярной лестницы) улитки, которое проходит до продырявленного отверстия на ее вершине и переходит в барабанную лестницу улитки и спускается к ее основанию и там затухает.

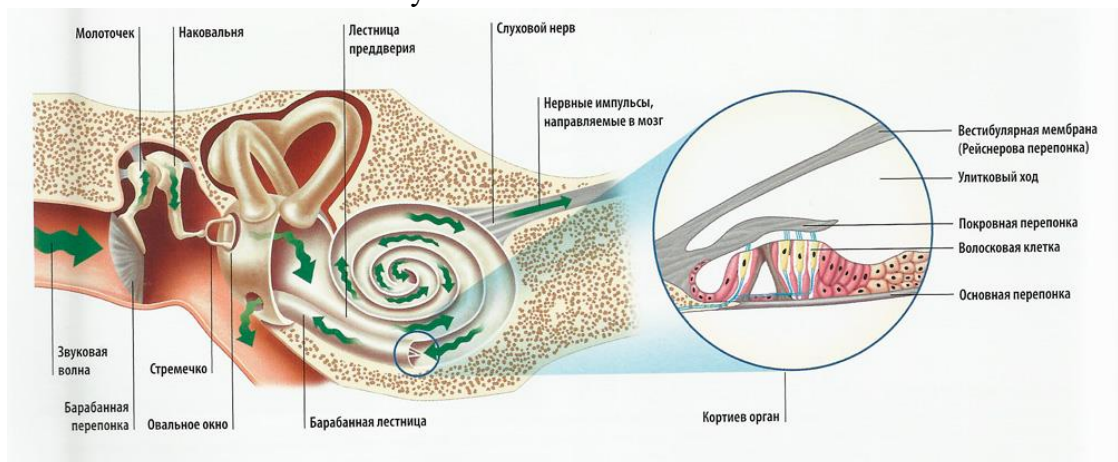


Рисунок 45. Внутреннее ухо

Важным элементом лестницы преддверия (вестибулярной лестницы) улитки является *кортиев орган*, в состав которого входят *слуховые рецепторы*, называемые также волосковыми клетками. Слуховые рецепторы представляют собой соматические клетки, имеющие волосковые выросты, которые колеблются при прохождении звуковой волны в жидкости лестницы преддверия (вестибулярной лестницы). Именно колебания волосков слуховых рецепторов вызывают образование электрического потенциала, который далее воспринимаются дендритами ганглиозных нейронов, находящихся в спиральных ганглиях.

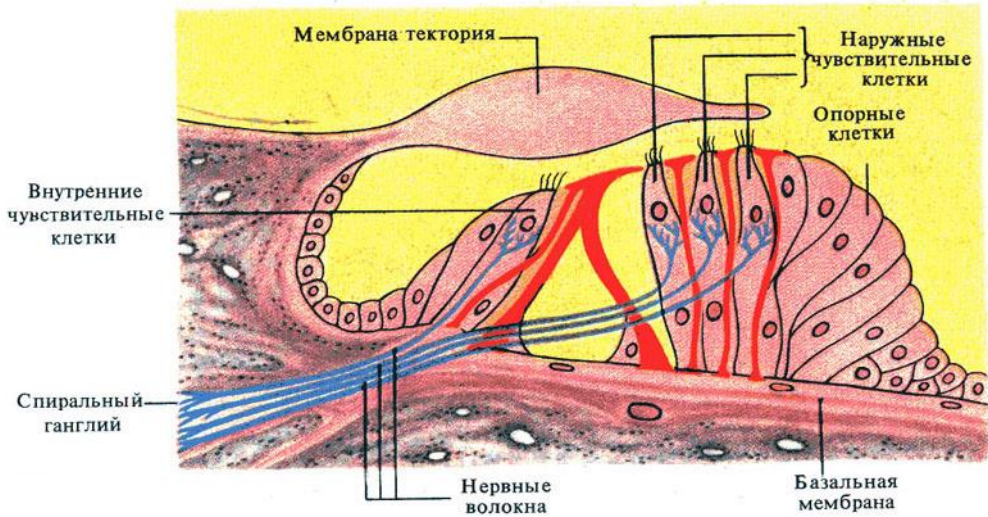


Рисунок 46. Кортиев орган

Слуховые рецепторы, находящиеся в *кортиевом органе*, преобразуют звуковые сигналы в нервные импульсы, которые передаются на слуховой нерв, а затем в слуховую зону коры больших полушарий.

В наружной части кортиева органа находятся три ряда волосковых клеток, во внутренней – один ряд.

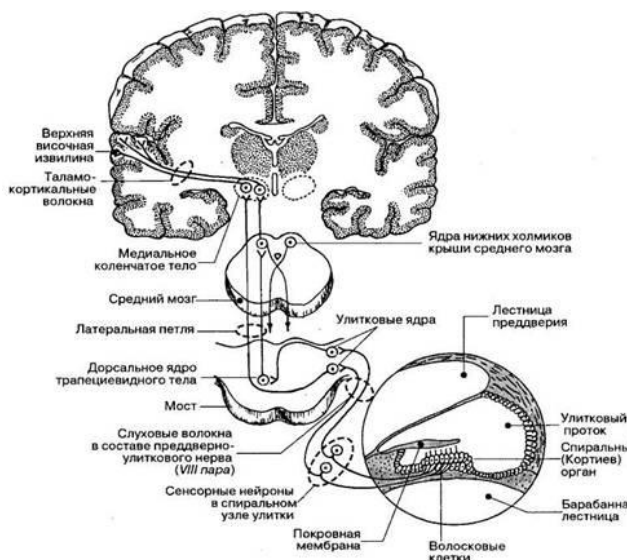


Рисунок 47. Проводящие пути слухового анализатора

Схема проводящих путей слухового анализатора:

1 – рецепторы (волосковые клетки) кортиева органа; 2 – сенсорные нейроны; 3 – слуховые волокна преддверно-улиткового нерва; 4 – улитковые ядра (2-й нейрон проводящих путей) продолговатого мозга; 5 – медиальное коленчатое тело, где находится 3-й нейрон проводящих путей; 6 – верхняя поверхность височной доли коры больших полушарий, где оканчивается третий нейрон.

Проводящий путь слухового анализатора осуществляет связь кортиева органа с вышележащими отделами ЦНС.

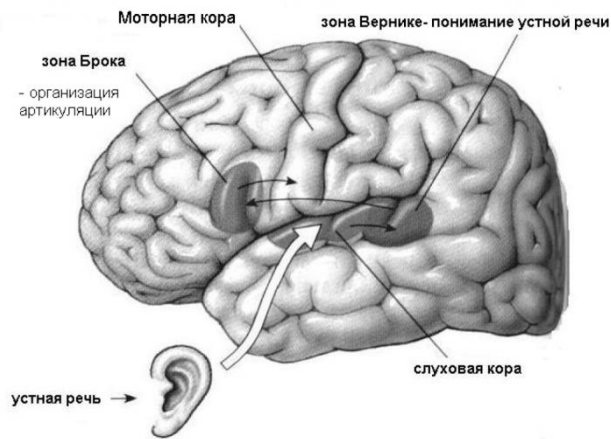
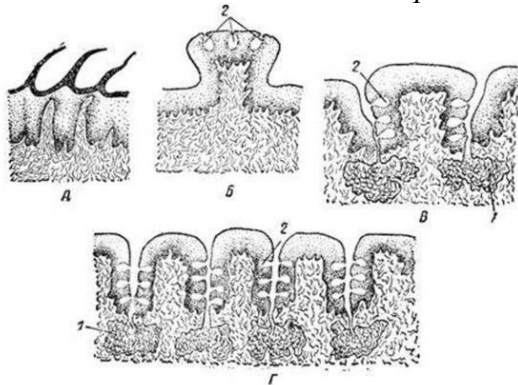


Рисунок 48. Слуховая кора – область слухового ощущения в коре головного мозга

Строение у функции вкусового анализатора

Основная чувствительная функция языка заключается в восприятии вкусовых ощущений.

Принято разделять язык на три части – корень, тело и верхушку. Все они покрыты эпителием и слизистой оболочкой, на поверхности которой имеются *нитевые, листовидные, желобовидные и грибовидные сосочки*.



- А – нитевидные;
- Б – грибовидные;
- В – желобоватые;
- Г – листовидные;
- 1 – железы;
- 2 – вкусовые луковицы

Рисунок 49. Сосочки языка

Нитевидные сосочки покрывают всю поверхность корня языка. Они не содержат вкусовых луковиц. Листовидные сосочки расположены по бокам и в задней части языка. В эпителии этих сосочков содержатся вкусовые луковицы. Грибовидные сосочки находятся в средней части тела и на верхушке языка. Они представляют собой красные точки и содержат вкусовые луковицы. Желобовидные сосочки – самые крупные. В их стенках содержится самое большое количество вкусовых луковиц. В основном, эти сосочки располагаются на теле языка и в его задней части.

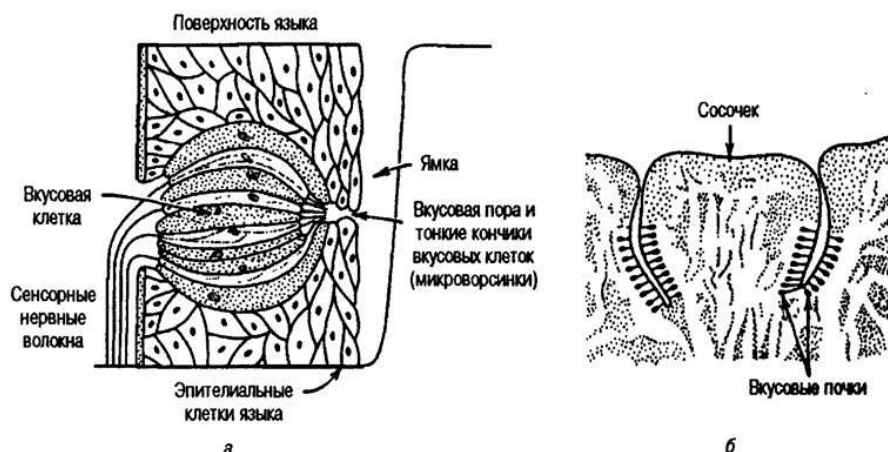


Рисунок 50. Расположение вкусовых луковиц

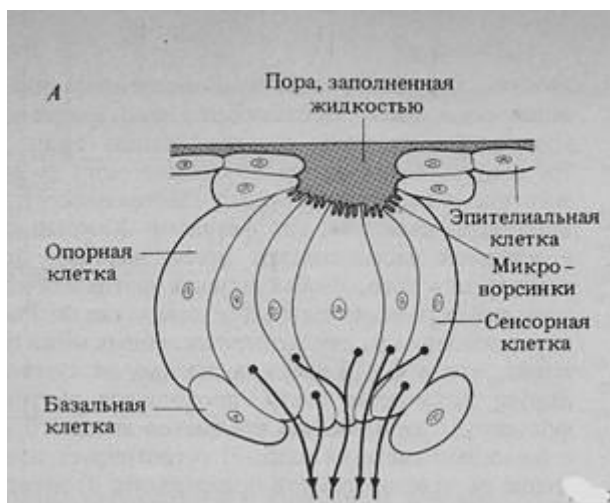


Рисунок 51. Строение вкусовых лукович

Вкусовые рецепторы находятся в полости рта и представлены вкусовыми клетками, которые входят в состав вкусовых лукович или почек. У человека количество вкусовых почек колеблется от 3 до 9 тыс. Они расположены в основном на языке в области грибовидных, желобовидных и листовидных сосочков.

Вкусовая почка в центре имеет ямку (пору), в которую попадают растворенные в слюне вещества. В ямку обращены вкусовые (рецепторные) клетки.

Вкусовые почки функционально специализированы: сладкое воспринимается кончиком языка, кислое — боковой поверхностью языка, горькое — корнем языка, соленое — всей поверхностью языка.

Вкусовые ощущения в мозг передают *лицевой, языкоглоточный и блуждающий* черепные нервы. Сначала импульсы попадают в ствол головного мозга, где данные обрабатываются и по нервным волокнам уходят к таламусу (к промежуточному мозгу, являющимся подкорковым центром всех видов чувствительности).

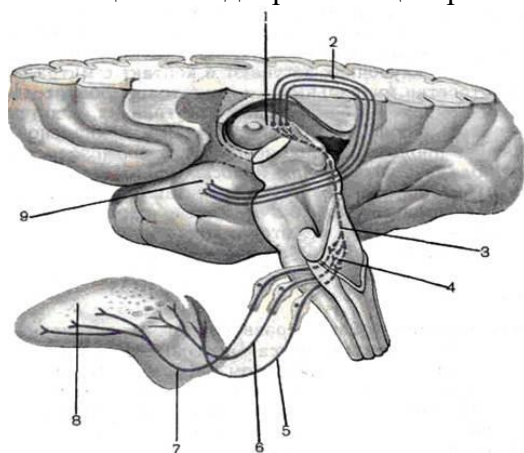


Рисунок 52. Проводящие пути вкусового анализатора

5, 6, 7 – дендриты нейронов, находящихся в ганглиях и входящих в состав лицевого, языкоглоточного и блуждающего нерва.
2, 3, 4 – обонятельный тракт
9 – крючок (uncus) в височной доле коры больших полушарий.

Строение у функции обонятельного анализатора

Молекулы пахучего вещества, поступающие в носовую полость вместе с воздухом, вступают в контакт со слизистой оболочкой носовых ходов, взаимодействуют со специализированными белками, встроенными в мембрану обонятельного рецептора. В результате следующей за этим сложной цепи реакций в рецепторе генерируется рецепторный потенциал, а затем и импульсное возбуждение передается по волокнам обонятельного нерва в обонятельную луковичу – первичный нервный центр обонятельного анализатора.

Периферическим отделом этого обонятельного анализатора является обонятельный нейроэпителий. Он занимает площадь в верхней носовой раковине и на носовой перегородке. Слизистая оболочка в этих областях утолщена и представлена рецепторными и опорными клетками. *Обонятельные рецепторы* представляют собой *нейроны*, имеющие длинный тонкий дендрит, заканчивающийся булавовидным утолщением. От утолщения отходят многочисленные реснички, погруженные в слизь обонятельного эпителия. В

базальной части клетки находится длинный аксон, при этом аксоны соседних клеток образуют обонятельные волокна, называемыми обонятельным нервом (I пара черепно-мозговых нервов). Волокна обонятельного нерва проходят через отверстия решетчатой кости в полость черепа, где они заканчиваются на нервных клетках обонятельной луковицы.

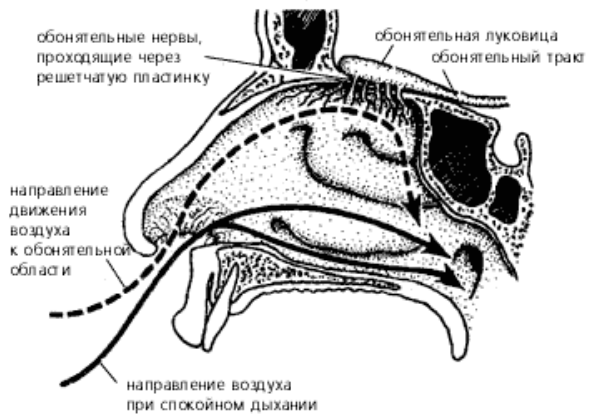


Рисунок 53. Орган обоняния

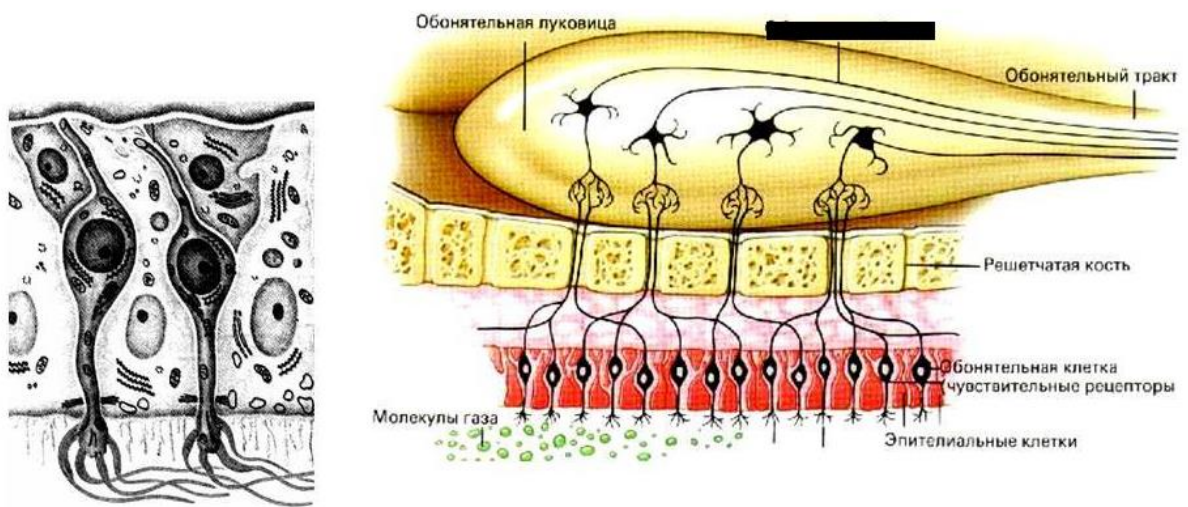


Рисунок 54. Обонятельный рецептор (слева) и начало проводящих путей обонятельного анализатора

Отходящий от обонятельной луковицы обонятельный тракт передает обонятельные сигналы в другие области мозга.

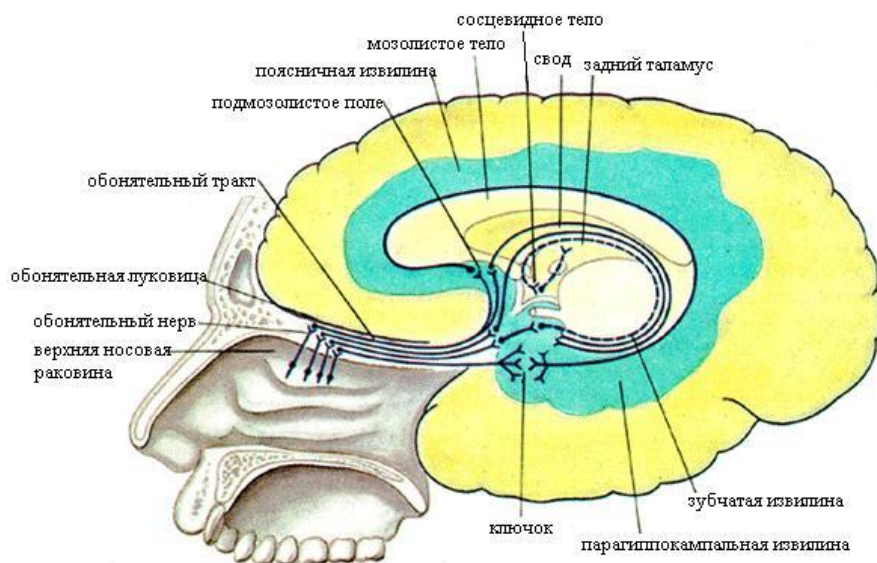


Рисунок 55. Проводящие пути обонятельного анализатора

Вначале импульсы попадают в древнюю кору, где лежит третий нейрон, а затем в миндалину.

Высшим интегративным центром обонятельной системы является височная область коры (*uncus* - крючок). На рисунке 56 он обозначен под №1.

Обонятельные ощущения влияют на формирование влечений и влияют на эмоциональное состояние и поведение человека.

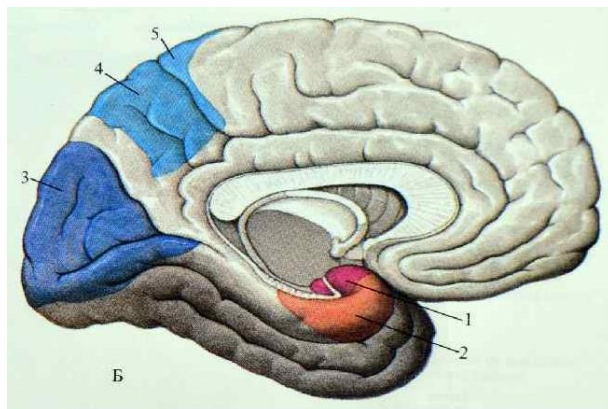


Рисунок 56. Uncus (крючок) – корковый вкусовой центр - №1

Строение у функции тактильного анализатора

Тактильные рецепторы представляют собой нервные окончания. Причем, они могут быть в виде свободных нервных окончаний, находящихся в различных слоях кожи и располагающихся вокруг волосяных фолликул, или могут быть заключенными в капсулы различного вида (тельца Мейснера, диски Меркеля, тельца Пачини, колбы Крауза, окончания Руффини и др.).

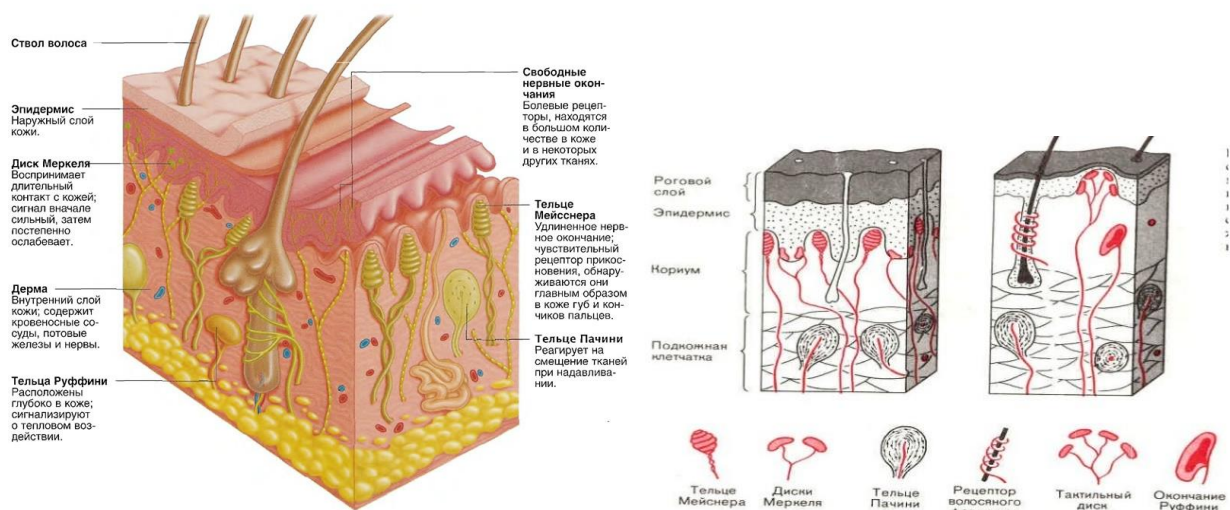


Рисунок 57. Тактильные рецепторы

Проводящие пути тактильной чувствительности

Тактильная чувствительность от кожи затылка, выпуклой части ушной раковины, шеи, туловища и конечностей проводится по спинномозговым нервам, а от кожи лица, вогнутой стороны ушной раковины, передних отделов волосистой части головы – по тройничному нерву.

Тела первых нейронов, воспринимающих тактильную чувствительность из кожи затылка, выпуклой части ушной раковины, шеи, туловища и конечностей, заложены в спинномозговых узлах. Их периферические отростки (дендриты) идут в составе ветвей спинномозговых нервов к коже, заканчиваясь в ней рецепторами (рисунок 58).

Аксоны этих первых нейронов в составе задних корешков вступают в задние отделы спинного мозга и передают импульсы вторым нейронам, находящимся в задних рогах серого вещества (рисунок 58).

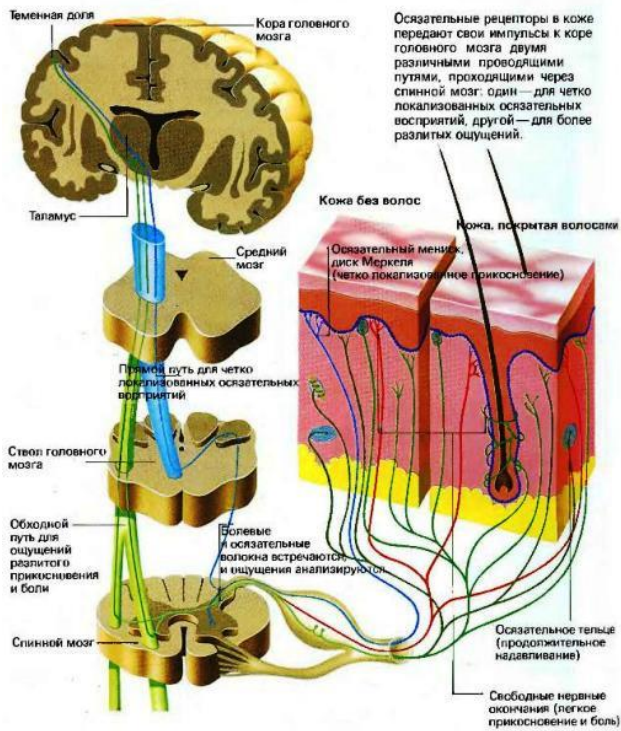


Рисунок 58. Проводящие пути тактильной чувствительности (чувство осязания, прикосновения)

Аксоны вторых нейронов проходят на противоположную сторону и образуют передний спинно-таламический тракт, который проходит в боковых канатиках белого вещества спинного мозга (рисунок 58).

Далее импульс передается третьим нейронам, находящимся в таламусе. Аксоны этих третьих нейронов в составе таламокортикального тракта проходят к нейронам коры *постцентральной извилины*, которая является высшим интегративным центром кожного анализатора. На рисунке 58 этот путь отмечен зеленым цветом. Однако этот путь прохождения сигнала создает не совсем четкое различие внешних объектов.

Более четкое распознавание объектов дает второй путь. В данном случае импульс от второго нейрона, расположенного в задних рогах серого вещества спинного мозга, передается по его аксону, проходящему вначале по задней стороне белого вещества спинного мозга, а затем в районе среднего мозга переходящему на противоположную сторону. Эти аксоны передают сигнал нейронам таламуса (третий нейрон), находящемся на противоположной стороне. Аксоны этих третьих нейронов в составе таламокортикального тракта проходят к нейронам коры *постцентральной извилины*. На рисунке 58 он обозначен голубым цветом.

На рисунке 59 отмечено расположение *постцентральной извилины* (помечена голубым цветом). Расположение зон чувствительности различных участков постцентральной извилины канадский нейрохирург У. Пенфилд обозначил в виде сенсорного гомункулуса (рисунок справа).

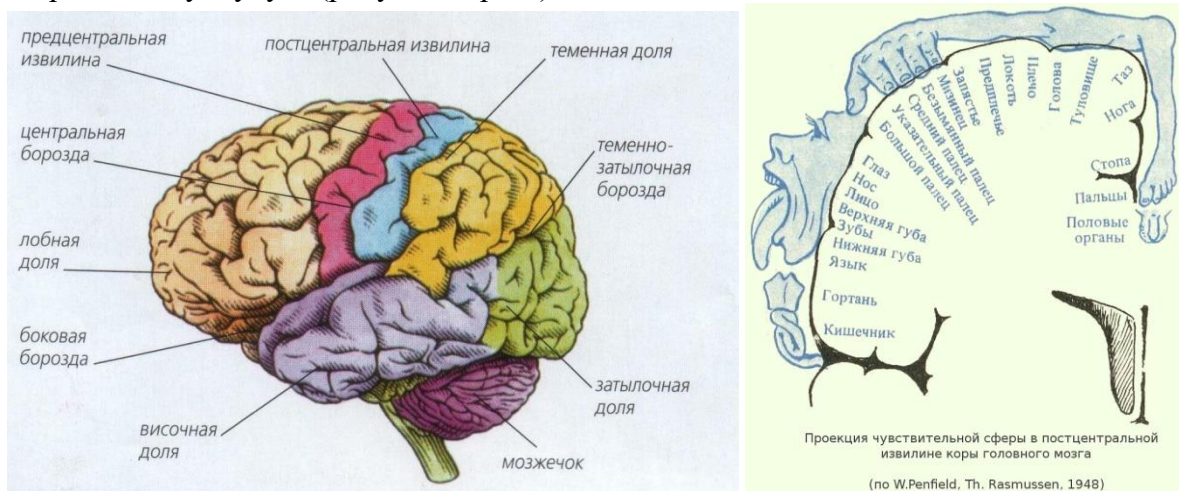


Рисунок 59. Постцентральная извилина – зона проекции тактильной чувствительности. Справа – гомункулус Пенфилда.

(no W.Penfield, Th. Rasmussen, 1948)

Контрольные вопросы

1. Какие виды рецепторов различают по расположению в организме человека?
2. Какие виды рецепторов различают по форме?
3. Что представляют собой зрительные рецепторы?
4. Назовите звенья проводящих путей зрительного анализатора
5. Где находится область зрительного восприятия в коре головного мозга?
6. Что представляют собой слуховые рецепторы?
7. Из каких частей состоит ухо?
8. Какую функцию **выполняет** наружное, среднее и внутреннее ухо?
9. Покажите на рисунке путь прохождения звуковой волны по всем частям уха.
10. Каково строение кортиева органа?
11. Назовите звенья проводящих путей слухового анализатора
12. Где находится область слухового восприятия в коре головного мозга?
13. Что представляют собой вкусовые рецепторы?
14. В каких частях языка расположены вкусовые рецепторы?
15. Назовите звенья проводящих путей вкусового анализатора
16. Где находится область вкусового восприятия в коре головного мозга?
17. Что представляют собой обонятельные рецепторы?
18. Назовите звенья проводящих путей обонятельного анализатора
19. Где находится область обонятельного восприятия в коре головного мозга?
20. Что представляют собой тактильные рецепторы?
21. Назовите звенья проводящих путей тактильного анализатора
22. Где находится область тактильного восприятия в коре головного мозга?

Литература

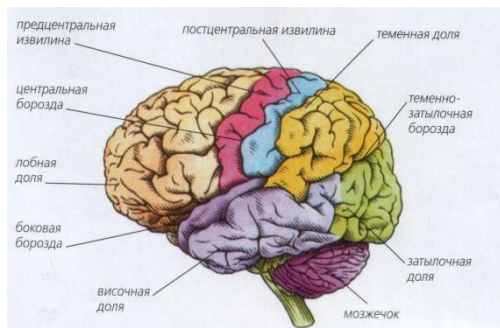
1. Милнер П. Физиологическая психология. – М.: Мир, 1973. – 648 с.
2. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М.: Медицина, 1983. Т. 3. – 400 с.
3. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. – М.: Мир, 1981. – 248 с.
4. Циркин В.И., Трухина С.И. Физиологические основы психической деятельности и поведения человека / В.И. Циркин, С.И. Трухина. – М.: Высшая школа, 2001. – 428 с.
5. Шепперд, Г. Нейробиология / Г. Шепперд. – М.: Наука, 1987. – Т. 1-2.
6. Блум, Ф. Мозг, разум, поведение / Ф. Блум, А. Лайзерсон, Д. Хофстедтер. – М.: Мир, 1988. – 248 с.
7. Грегори, Р.Л. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия / Р.Л. Грегори. – М.: Прогресс. 1970. – 108 с.
8. Дмитриев, А.С. Физиология высшей нервной деятельности / А.С. Дмитриев. – М.: Высшая школа, 1974. – 454 с.
9. Линсдей П. Переработка информации у человека (Введение в психологию) / П. Линсдей, Д. Норман. – М.: Мир. 1974. – 550 с.
10. Мак-Фарленд Д. Поведение животных / Д. Мак-Фарленд. – М.: Мир, 1988. – 520 с.
11. Мозг и поведение. – М.: Наука, 1990. – 591 с.
12. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека на основе международной номенклатуры / Х. Фениш. – Минск: Вышэйшая школа, 1998. - 464 с.
13. Данилов Н.Н. Психофизиология. – М.: всшая школа. 1999.
14. Данилов Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. Р\нД, 1997.
15. Основы психофизиологии. /Под ред. Ю.И. Александрова. –М., 1997, 1998
16. Редюкович А. Анатомия и физиология. Мн: 1998
17. Семенов Э.В. Физиология и анатомия. – М.1997.
18. Фокин Н.А. Физиология человека. – М., 1995.
19. Циркин В.И., Трухина С.И. Физиологические основы психической деятельности и поведения человека. – М.: Наука, 2001.
20. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. - М.,1988.
21. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.. Биология. М.,1990.Т.2,гл.16
22. Крылова Н.В., Искренко И.А. Мозг и проводящие пути. Анатомия в схемах и рисунках. –М., 1998.
23. Физиология человека. М.,1985, Т. 1-4
24. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. - М.: Мир,1988.

Тема 5. Обеспечение двигательных функций нервной системой

Цель – рассмотреть нейрофизиологические механизмы произвольной моторики

Вопросы для рассмотрения:

1. Расположение моторной зоны в коре больших полушарий
2. Виды нисходящих двигательных путей



Моторная зона обеспечивает произвольную двигательную активность человека. Она расположена в лобной предцентральной извилине. Существует соотношение между каждым сектором и соответствующей частью тела — это зависит от тех частей тела, которым требуется больше двигательных импульсов, или от тех, которые посылают больше сенсорных импульсов.

Рисунок 59. Предцентральная извилина (обозначена малиновым цветом)

Нисходящие (двигательные, моторные, эфферентные) проводящие пути проводят импульсы от предцентральной извилины коры к нижележащим отделам центральной нервной системы – к ядрам мозгового ствола и к двигательным ядрам передних рогов спинного мозга. Эти пути подразделяются на *пирамидальные* и *экстрапирамидальные*.

Пирамидальные проводящие пути являются главными двигательными путями. Главный двигательный, или пирамидный, проводящий путь представляет собой систему нервных волокон, по которым произвольные двигательные импульсы от моторных нейронов, расположенных в коре предцентральной извилины (лобная доля больших полушарий головного мозга), направляются к двигательным ядрам черепных нервов и к передним рогам спинного мозга, а от них к скелетным мышцам. В зависимости от направления и расположения волокон пирамидальный путь делится на корково-ядерный путь, идущий к ядрам черепных нервов, и *корково-спинномозговой путь*. В последнем выделяют латеральный и передний *корково-спинномозговые (пирамидальные) проводящие пути*, идущие к ядрам передних рогов спинного мозга

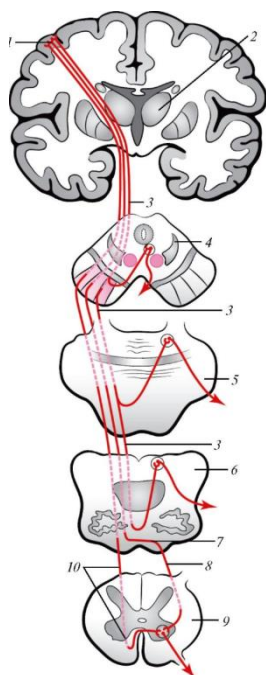


Рисунок 60. Схема пирамидальных проводящих путей

1 - прецентральная извилина; 2 - таламус; 3 - корково-ядерный путь; 4 - поперечный разрез среднего мозга; 5 - поперечный разрез моста; 6 - поперечный разрез продолговатого мозга; 7 - перекрест пирамид; 8 - латеральный корково-спинномозговой путь; 9 - поперечный разрез спинного мозга; 10 - передний корково-спинномозговой путь. Стрелками показано направление движения нервных импульсов.

Экстрапирамидальные проводящие пути имеют связи с ядрами ствола мозга и с корой полушарий большого мозга, которая управляет экстрапирамидной системой. Влияние коры большого мозга осуществляется через мозжечок, красные ядра, ретикулярную формацию, связанную с таламусом и полосатым телом, через вестибулярные ядра.

Одной из функций красных ядер является поддержание мышечного тонуса, необходимого для непроизвольного удержания тела в равновесии. Красные ядра, в свою очередь, получают импульсы из коры полушарий большого мозга, из мозжечка. От красного ядра нервные импульсы направляются к двигательным ядрам передних рогов спинного мозга (красноядерно-спинномозговой путь). Красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis) поддерживает тонус скелетных мышц и управляет автоматическими привычными движениями.

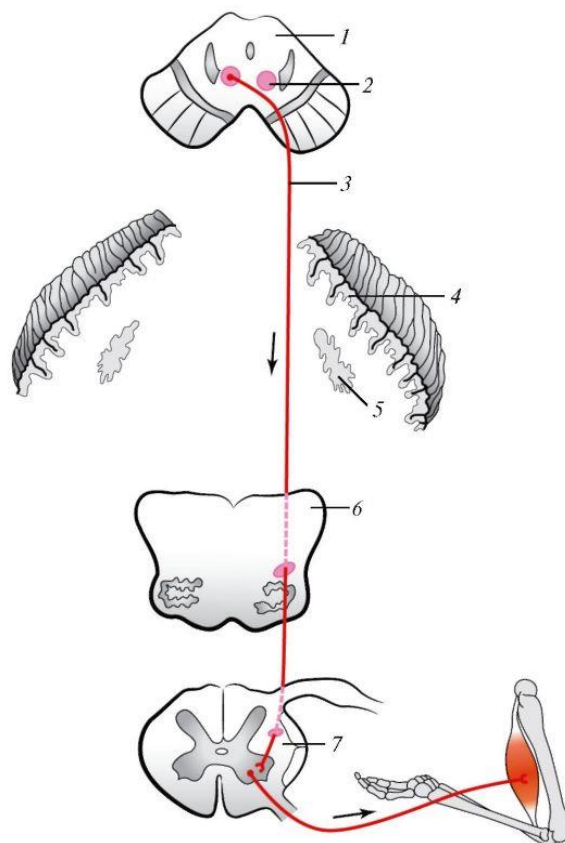


Рисунок 61. Схема экстрапирамидальных проводящих путей

Схема красноядерно-спинномозгового проводящего пути: 1 - разрез среднего мозга; 2 - красное ядро; 3 - красноядерно-спинномозговой путь; 4 - кора мозжечка; 5 - зубчатое ядро мозжечка; 6 - разрез продолговатого мозга; 7 - разрез спинного мозга. Стрелками показано направление движения нервных импульсов.

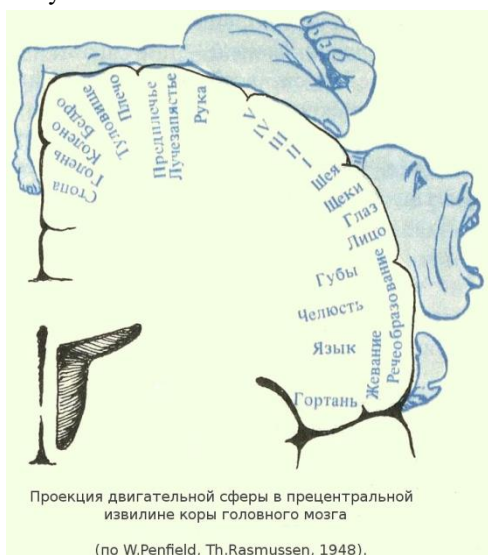


Рисунок 62. Моторный гомункулус У. Пенфилда

В области предцентральной извилины расположены центры движения для противоположных конечностей и противоположной половины лица, туловища. На рисунке изображен моторный гомункулус У. Пенфилда, на котором отражены двигательные центры различных частей тела, расположенные в предцентральной извилине.

Верхнюю треть извилины занимают центры движения нижних конечностей, причем выше всех лежит центр движения стопы, ниже него - центр движения голени, а еще ниже - центр движения бедра. Среднюю треть занимают центры движения туловища и верхней конечности. Выше других лежит центр движений лопатки, затем - плеча, предплечья, а еще ниже - кисти.

Нижняя треть передней центральной извилины занята центрами движения для лица, жевательных мышц, языка, мягкого нёба и гортани.

Так как нисходящие двигательные пути перекрещиваются, то раздражение всех указанных точек вызывает сокращение мышц противоположной стороны тела. В моторной зоне наибольшую площадь занимает представительство мускулатуры кистей рук, лица, губ, языка и наименьшую - туловища и нижних конечностей. Размерам

коркового моторного представительства соответствует точность и тонкость управления движениями данной части тела.

Удаление какого-нибудь центра сопровождается параличом соответствующего отрезка мускулатуры. Паралич этот через некоторое время сменяется слабостью и ограничением движения (парез), так как многие двигательные акты могут выполняться за счет непирамидных путей или благодаря компенсаторной деятельности уцелевших корковых механизмов.

Тема 6. Ассоциативные отделы головного мозга

На долю корковых центров приходится лишь небольшая площадь коры больших полушарий. В коре больших полушарий головного мозга преобладают участки, непосредственно не выполняющие чувствительные и двигательные функции. Эти области называются *ассоциативными*. Они обеспечивают связи между различными центрами, участвуют в восприятии и обработке сигналов, объединении получаемой информации с информацией, заложенной в памяти. Современные исследования позволяют считать, что в ассоциативной коре расположены чувствительные центры высшего порядка. Например, известно, что речь и мышление человека осуществляются при участии всей коры полушарий большого мозга и, в частности, ее ассоциативных зон.

Ассоциативные зоны – это функциональные зоны коры головного мозга. Они связывают вновь поступающую сенсорную информацию с полученной ранее и хранящейся в блоках памяти, а также сравнивают между собой информацию, получаемую от разных рецепторов. Сенсорные сигналы интерпретируются, осмысливаются и при необходимости используются для определения наиболее подходящих ответных реакций, которые выбираются в ассоциативной зоне и передаются в связанную с ней двигательную зону. Таким образом, ассоциативные зоны участвуют в процессах запоминания, учения и мышления, и результаты их деятельности составляют то, что обычно называют интеллектом.

Отдельные крупные ассоциативные области расположены в коре рядом с соответствующими сенсорными зонами. Например, зрительная ассоциативная зона расположена в затылочной зоне непосредственно впереди сенсорной зрительной зоны и осуществляет описанные выше ассоциативные функции, связанные со зрительными ощущениями. Некоторые ассоциативные зоны выполняют лишь ограниченную специализированную функцию и связаны с другим ассоциативными центрами, способными подвергать информацию дальнейшей обработке. Например, звуковая ассоциативная зона анализирует звуки, разделяя их на категории, а затем передает сигналы в более специализированные зоны, такие как речевая ассоциативная зона, где воспринимается смысл услышанных слов

Ассоциативные зоны относятся к ассоциативной коре и участвуют в организации когнитивных функций и сложных форм поведения .

Наибольшие места скопления и обитания ассоциативных областей у человека обнаружены в лобной, затылочно-теменной и височной и областях.

Вообще, каждая проекционная область коры, будь то сенсорная или моторная, окружена ассоциативными областями, причем нейроны этих областей чаще полисенсорны, т.е. умеют реагировать на различные сигналы, поступающие от слуховой, зрительной, кожной и других систем. И вот именно эта полисенсорность нейронов позволяет им объединять сенсорную информацию и организовывать и координировать взаимодействие сенсорных и моторных областей коры.

Например, в теменной ассоциативной области коры формируются субъективные представления об окружающем пространстве, о нашем теле. Это становится возможным благодаря соединению и сопоставлению соматосенсорной (телесные ощущения), проприоцептивной и зрительной информации.

Основные ассоциативные зоны коры головного мозга

Сенсорные ассоциативные зоны

Для понимания механизмов сенсорного восприятия окружающего мира посредством экстерорецепторов уточним расположение корковых структур, в которых они отражаются. Для этого изучим карту Бродмана и выделим в ней специализированные проекционные зоны (рисунок 62).

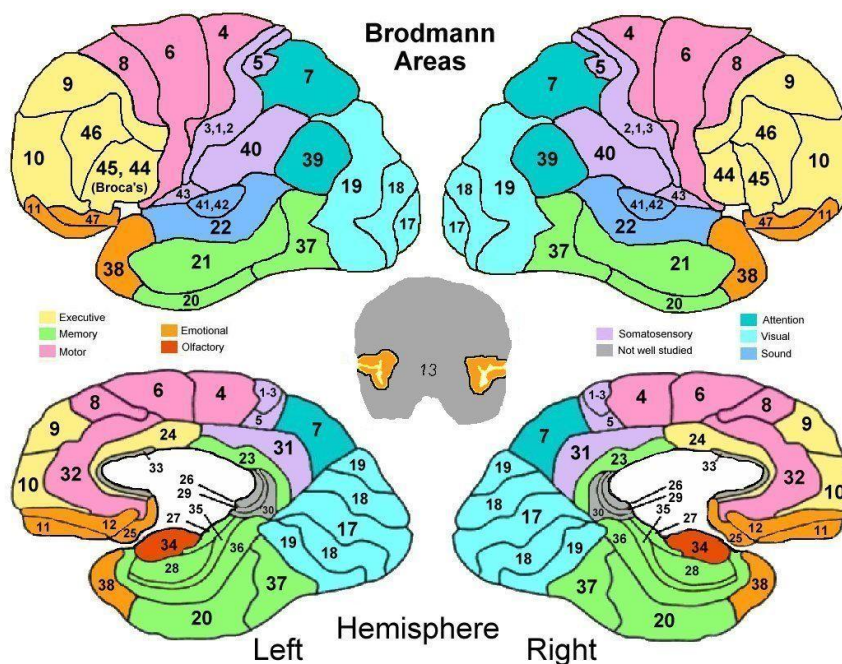


Рисунок 62. Зоны коры больших полушарий (по Бродману)

Необходимо уточнить, что **проекционные (первичные) зоны** зрительных, слуховых и тактильных рецепторов, *выполняющие лишь узкоспециализированную функцию отражения только стимулов одной модальности*, занимают лишь небольшие участки в коре головного мозга.

За сенсорное восприятие окружающего мира отвечают лишь небольшие участки коры больших полушарий. Так, на карте Бродмана для зрительного анализатора **первичным** или **проекционным** или полем является лишь зона №17, для слухового – №41, а для кожно-кинестетического (тактильного) – №3. *Задача* этих полей идентифицировать стимул по его качеству и сигнальному значению. Основная функция *первичных полей* – тончайшее отражение свойств внешней и внутренней среды на уровне **ощущения**. Все первичные корковые поля, как это было показано с помощью электростимуляции еще канадским нейрохирургом У. Пенфильдом, характеризуются *топическим принципом организации*, согласно которому *каждому участку рецепторной поверхности соответствует определенный участок в первичной коре («точка в точку»)*, что и дало основание назвать *первичную кору проекционной*. Величина зоны представительства того или иного рецепторного участка в первичной коре зависит от функциональной значимости этого участка, а не от его фактического размера.

Однако распознавание предметов и явлений окружающего мира возможно только при наличии расположенных рядом с первичными полями ассоциативных полей второго порядка, называемыми **вторичными полями**.

Вторичные поля представляют собой клеточные структуры, морфологически и функционально как бы надстроенные над проекционными. В них происходит последовательное усложнение процесса переработки информации, чему способствует предварительное прохождение афферентных импульсов через ассоциативные ядра таламуса. Вторичные поля обеспечивают превращение корковых импульсов в такую функциональную организацию, которая на уровне психики эквивалентна процессу **восприятия**. На поверхности мозга вторичные поля граничат с проекционными или окружают их. Номера вторичных полей: 18, 19 (для зрительного анализатора), 42, 22 (для слухового анализатора), 1, 2 и частично 5 (для тактильного анализатора). Нарушение функционирования этих зон приводят к агнозиям, т.е. к не распознаванию зрительных, слуховых и тактильных предметов и явлений окружающего мира. Первичные и вторичные поля относятся к **ядерным зонам анализаторов**.

Третичные ассоциативные поля (зона перекрытия) имеют наиболее сложную функциональную нагрузку. Они расположены на границе затылочного, височного и заднецентрального отделов коры. Их функции почти полностью сводятся к интеграции возбуждений, приходящих от вторичных полей всего комплекса анализаторов. Работа этих зон своим психологическим эквивалентом имеет сценopodobное восприятие мира во всей полноте и комбинации пространственных, временных и количественных характеристик внешней среды, но не исчерпывается этим. Второе значение зон перекрытия – это переход от непосредственного наглядного синтеза к уровню символических процессов, благодаря которым становится возможным осуществление речевой и интеллектуальной деятельности. **Третичные поля находятся вне ядерных зон.**

В левой височной ассоциативной коре левого полушария расположен слуховой центр речи Вернике, находящийся в задних отделах верхней височной извилины – в заднем участке поля 22 (рисунок 63). Этот центр описан немецким психоневропатологом К. Вернике в 1874 г.

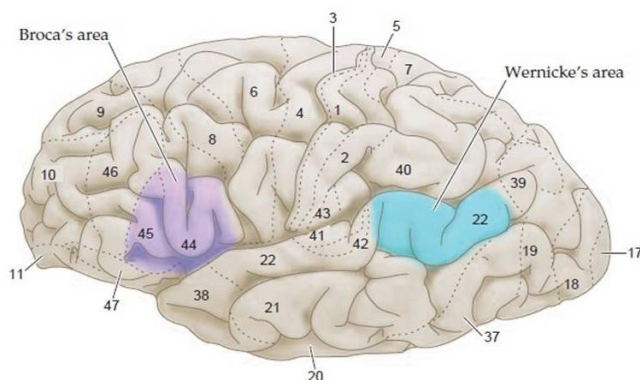


Рисунок 63. Зоны речи (Брока и Вернике) в ассоциативных зонах коры больших полушарий

Задача этого центра – распознавание и хранение устной речи, как собственной, так и чужой. При поражении слухового центра речи человек может говорить, излагать устно свои мысли, но не понимает чужой речи, и хотя слух и сохранен – человек не узнает слов (слуховая афазия).

Но, речевая функция связана не только с сенсорной, но и с двигательной системой. Такой двигательный центр речи расположен в заднем отделе третьей лобной извилины обычно левого полушария (поля 44 и 45). Он был описан вначале Даксом в 1835 году, а затем французским антропологом П. Брока в 1861 году. При поражении моторного центра речи развивается моторная афазия – в этом случае человек понимает речь, но сам говорить не может (рисунок 63).

Нейроны ассоциативных зон реагируют на раздражения различных модальностей, причем их ответы возникают не на отдельные элементы объекта, а на целые его комплексы. В нейроны третичных полей поступают афферентные импульсы от ассоциативных ядер таламуса, в которых уже произошла предварительная обработка информации от различных чувствительных путей. Ассоциативные зоны участвуют в интеграции сенсорной информации и в обеспечении связей между чувствительными и двигательными зонами коры. Эти механизмы являются физиологической основой высших психических функций. Получив максимальное развитие у человека, третичные поля участвуют в осуществлении новых, специфически человеческих функций: речи, чтения, письма, логического мышления, интеллекта и т.д. Психофизиологические функции, осуществляемые ассоциативными зонами коры, инициируют поведение организма, его сознательную целенаправленную деятельность. Третичные поля созревают у человека позже других корковых полей, они осуществляют наиболее сложные функции коры. При врожденном недоразвитии третичных полей человек не в состоянии овладеть речью (произносит лишь бессмысленные звуки) и даже простейшими двигательными навыками (не может одеваться, пользоваться орудиями труда и т. п.).

Теменные ассоциативные зоны осуществляют различные виды узнавания: формы, величины, значения предметов, познание закономерностей, процессов и др.

Лобные ассоциативные зоны контролируют оценку мотивации поведения и программирование сложных поведенческих актов, участвуют в управлении движениями. Поражение лобных долей вызывает у больных тенденцию к повторению двигательных актов без видимой на то необходимости, а также нарушает запоминание месторасположения предметов. Лобные ассоциативные зоны осуществляют формирование доминирующей мотивации, обеспечивающей направление поведения человека. Они также осуществляют вероятностное прогнозирование, что проявляется в коррекции поведения в ответ на изменения обстановки внешней среды и доминирующей мотивации. Лобные ассоциативные зоны проводят самоконтроль действий путем сравнения результата действия с планируемыми намерениями. Предполагается, что лобные ассоциативные зоны наряду с теменными участвуют в интеграции сведений о времени и пространстве.

Таким образом, к настоящему времени накоплен большой экспериментальный материал, указывающий на локализацию функций преимущественно в каких-то определенных участках коры больших полушарий. В то же время получены новые данные, свидетельствующие о том, что управление какими-либо навыками не находится в каком-то одном центре. Даже при таком простом поведенческом акте, как взятие предмета пальцами, координация движений руки и пальцев осуществляется с помощью зрения. Очевидно, что для выполнения этого акта необходимы связи между зрительной зоной коры, расположенной в затылочной доле, и центрами управления движениями, т.е. мотосенсорной зоной в лобной доле и сенсомоторной зоной в теменной доле. Кроме того, для зрительного слежения за пальцами необходима произвольная регуляция движений глаз, поэтому в данном акте должны участвовать центры управления глазами в лобных долях. Анатомические исследования показывают, что между всеми этими зонами имеются нервные связи.

Таким образом, даже в простом поведенческом акте должны активно участвовать обширные зоны коры, расположенные в различных долях и даже полушариях. Тем более нельзя считать, что управление высшими психическими функциями является компетенцией какого-то одного центра. Таким образом, сегодня на смену старому представлению о локализации функций в отдельных зонах коры приходит новая концепция, согласно которой структурную основу мозговых функций составляют распределенные системы. Каждую функцию обслуживает распределенная система, состоящая из определенного сочетания корковых и подкорковых центров, соединенных между собой прямыми и обратными нервными связями.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Формирование бластулы
2. Гастрюляция
3. Формирование нейрулы
4. Формирование мозговых пузырей у плода человека
5. Развитие отдельных областей мозга человека о онтогенезе
6. Строение ЦНС.
7. Функция ЦНС
8. . Вегетативная или автономная нервная система
9. Симпатическая нервная система
10. Парасимпатическая нервная система
11. Соматическая нервная система
12. . Продолговатый мозг
13. Мост
14. Средний мозг
15. Промежуточный головной мозг и его отделы
16. 1-й функциональный блок головного мозга
17. Лобная доля и ее функции
18. Теменная доля и ее функции
19. Височная доля и ее функции
20. Затылочная доля и ее функции
21. 2-й функциональный блок головного мозга
22. 3-й функциональный блок головного мозга
23. Двигательные черепные нервы
24. Сенсорные черепные нервы
25. Смешанные черепные нервы
26. Сегменты спинного мозга
27. Отделы спинного мозга
28. Серое и белое вещество спинного мозга
29. Спинномозговые нервы и их функции
30. Тело и отростки нейронов
31. Функции нейронов
32. Синапсы
33. Экстерорецепторы
34. Интерорецепторы
35. Проприорецепторы
36. Сетчатка
37. Палочки и колбочки
38. Область желтого пятна
39. Зрительный нерв
40. Проводящие пути зрительного анализатора
41. Проекционные зоны зрительного анализатора
42. Строение уха
43. Строение слухового анализатора
44. Наружное ухо
45. Среднее ухо
46. Внутреннее ухо
47. Кортиев орган и слуховые рецепторы
48. Проводящие пути слухового анализатора
49. Проекционные зоны слухового анализатора
50. Виды сосочков языка
51. Вкусовые луковицы

52. Вкусовая почка
53. Вкусовые рецепторы
54. Проводящие пути вкусового анализатора
55. Проекционные зоны вкусового анализатора
56. Периферические отделы обонятельного анализатора
57. Обонятельные рецепторы
58. Обонятельные луковицы
59. Проводящие пути обонятельного анализатора
60. Проекционные зоны обонятельного анализатора
61. Тактильные рецепторы
62. Проводящие пути тактильной чувствительности
63. Проекционные зоны тактильного анализатора
64. Сенсорный гомункулус У. Пенфилда
65. Центры движения в больших полушариях
66. Моторный гомункулус У. Пенфилда
67. Пирамидальные проводящие пути
68. Экстрапирамидальные проводящие пути
69. Функции ассоциативных отделов головного мозга
70. Участие сенсорных ассоциативных зон коры головного мозга в интеграции сенсорной информации
71. Первичные, вторичные и третичные сенсорные поля
72. Процесс восприятия
73. Зона Вернике
74. Формировании планов действий и сложных форм поведения
75. Зона Брока