

**Министерство образования РФ  
ГОУ ВПО «Адыгейский государственный университет»**

**Кафедра зоологии**

**А.А. Псеунок**

**АНАТОМИЯ МОЗГА**  
*Спецкурс*

**Допущено Учебно-методическим объединением по классическому  
образованию в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по специальности 011600 «Биология»**

**МАЙКОП  
2003**

УДК 612. 17 (4-053)

ББК 57.31

П 86

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Адыгейского государственного университета

Рецензенты: кандидат биологических наук, доцент Хасанова Н.Н.  
кандидат педагогических наук, доцент Ханжиева А.Я.

**Псеунок А.А.** Анатомия мозга. Спецкурс. –Майкоп: изд-во ООО «Аякс»,  
2003. -110 с.

В спецкурсе изложены современные представления о классификации нервной системы, структуре головного и спинного мозга, рассматриваются вопросы организации, функционирования и взаимодействия проекционных и ассоциативных систем головного и спинного мозга.

Спецкурс предназначен для студентов биологических факультетов высших учебных заведений.

@ А.А. Псеунок, 2003

## Предисловие.

Настоящий спецкурс включает тематику лекций и лабораторных занятий. Он представляет собой попытку соединить компактность издания и доступность изложения материала, с одной стороны, подробность и академичность – с другой.

Именно поэтому автор надеется увидеть своими читателями и студентов биологических факультетов высших учебных заведений, и научных работников, и абитуриентов.

В основу спецкурса легли сведения из научной литературы по теме издания, проанализированные автором в процессе подготовки данного учебно-методического пособия.

Спецкурс «Анатомия мозга» может быть полезен и для других специальностей в вузах в качестве курса по выбору в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования, утвержденными Министерством образования РФ.

## 1. Клеточная теория. Строение нервной клетки.

**Клеточная теория** - одно из самых широких биологических обобщений, утверждающих единство принципа строения и развития мира растений и мира животных. Клеточная теория устанавливает общий структурный элемент растительных и животных организмов, гомологичный по законам своего развития и аналогичный по жизненным проявлениям по всей органической природе; этот элемент – **клетка**.

В 1665 г. английский физик Гук в своей работе «Микрография» в числе прочих случайных наблюдений описывает строение пробки, на тонких срезах, которой он нашел правильно расположенные пустоты. Эти пустоты Гук назвал «порами, или клетками». Наличие подобной структуры было известно ему и в некоторых других частях растений. Итальянский медик и натуралист Мальпиги, английский натуралист Грю, в 70 гг. XVII в. описали в разных органах растений «мешочки, или пузырьки» и показали широкое распространение растений клеточного строения. Клетки изображал на своих рисунках и голландский микроскопист А. Левенгук. Однако исследователи XVII в, показавшие распространенность «клеточного строения» растений, не понимали значение открытия факта и рассматривали отдельно такое строение органических тканей. Клетки представлялись им пустотами в непрерывной массе растительных органоидов. Стенки клеток Грю рассматривал как волокна, вследствие чего он ввел термин «**ткань**» по аналогии с текстильной тканью. В XVII в. исследования микроскопического строения органов животных носили случайный характер и не дали каких-нибудь знаний о клеточном строении животных организмов. К XVIII в. относятся первые попытки умозрительного сопоставления микроструктуры растений и животных клеток. Вольф в своём труде «Теории зарождения» (1759) пытается сравнивать развитие микроскопического строения растений и животных. По Вольфу, зародыш как у растения, так и у животных развивается бесструктурного вещества, в котором движение создаёт каналы (сосуды) и пустоты (клетки). Фактические данные, приводимые Вольфом, были им ошибочно истолкованы и не прибавили новых знаний к тому, что было открыто микроскопистами XVII в., однако теоретические представления в значительной мере предвосхитили идеи будущей клеточной теории. К умозрительным попыткам сопоставить строение растений и животных относятся натурфилософские определения Окена, который признавал единство живой природы и предугадывал существование единого структурного момента, лежащего в основе живого. Однако эта верная мысль не опиралась на факты, а потому приняла у Окена форму, где фантазия перемежалась с неверной трактовкой случайных наблюдений. Ф. Энгельс отмечал, что теория Окена показывала бессмыслицу, получившуюся в результате отрыва естествознания от философии. Вместо естественнонаучного разрешения вопроса натурфилософы пытались силой одного мышления открывать законы природы.

Первая четверть XIX в. характеризуется значительным углублением представлений о клеточном строении растений, что было связано с существенными

улучшениями в конструкции микроскопа, частности созданием ахроматических линз. Линк и Молднхоуэр устанавливают наличие у растительных клеток самостоятельных стенок. Выясняется, что *клетка есть некая индивидуализированная, морфологически обособленная структура*. В 1831 г. Мольт доказывает, что даже такие, казалось бы, неклеточные структуры растений, как водоносные трубки, развиваются из клеток. Мейен в своей «Фитотомии» (1830) даёт ясное представление о растительных клетках, которые «бывают или одиночными, так что каждая клетка представляет собой особый индивид, как это встречается у водорослей и грибов, или же, образуя более высоко организованные растения, они соединяются в более и менее значительные массы». Мейен подчёркивает самостоятельность обмена веществ каждой клетки. В 1831 г. Роберт Браун описывает ядро и высказывает предположение, что оно представляет составной частью растительной клетки.

К началу XIX в. относятся попытки сопоставления микроскопической структуры растений и животных, которые можно обозначить как «ложные клеточные теории». Клеточное строение растений сравнивали с «клеточной тканью» (клетчаткой) животных, под которой понималась рыхлая соединительная ткань. Про некоторых способах наблюдения, применявшихся тогда, например вдувании воздуха, пластинки основного вещества этой ткани образуют нечто вроде камер, и т.к. клеткой называли всякую камеру, то эта ткань получила название «**клеточной ткани**». Сопоставление клеток растений и клетчатки животных было ложным и формальным; таковы сопоставления строения растений и животных, сделанные Ламарком и П. Н. Горяиновым, которых отдельные авторы безосновательно выдвигали в качестве создателей клеточной теории. Неоснованно также и приписывание создания клеточной теории Дютрошо, представления которого о микроскопическом строении животных были совершенно недостаточны для обоснования клеточного учения.

Понятие о тканях животных было введено Вигиа в 1801 г. однако он выделял ткани на основании анатомического препарирования и не применял микроскопа. Развитие представлений о микроскопическом строении тканей животных связано прежде всего с исследованиями чешского учёного Пуркинье, создавшего в Бреславле большую школу. Пуркинье и его ученики (особенно следует выделить Г. Валентина) исследовали разнообразные ткани и органы млекопитающих и человека выяснили в первом и самом общем виде их микроскопическое строение, накопили огромный материал, без которого *Шванну трудно было бы создать клеточную теорию*. Пуркинье и Валентин неоднократно сравнивали отдельные клетки растений с частными микроскопическими тканевыми структурами животных, которые Пуркинье чаще всего называл «зёрнышками» (для некоторых животных структур в его школе применялся термин «клетка»). В 1837 г. Пуркинье в Праге с серией докладов, в которых сообщил о своих наблюдениях над строением желудочных желез, нервной системы и т.д. На таблице, приложенной к его докладу, даны ясные изображения некоторых клеток животных тканей. Тем не менее, установить гомологию клеток растений и клеток животных Пуркинье не смог. Во-первых, под зёрнышками он понимал то клетки, то клеточные ядра; во-вторых, термин «клетка» тогда понимался бук-

важно как «пространство ограниченное стенками». Между тем Пуркинье знал, что «зёрнышки» животных тканей не представляют собой пространства, ограниченного стенками, а являются скоплениями какого-то вещества и не имеют внутри пустоты. Поэтому сопоставление клеток растений и «зёрнышек» животных Пуркинье вёл в плане аналогии, а не гомологии этих структур (понимая термины «аналогия» и «гомология» в современном смысле).

Второй школой, где активно изучали микроскопическое строение животных тканей, была берлинская лаборатория Иоганнеса Мюллера. Сам Мюллер изучал микроскопическое строение **спинной струны (хорды)**; его ученик Генле опубликовал исследование о кишечных ворсинках, в котором дал описание различных эпителиев и показал их клеточное строение. В лаборатории Мюллера были выполнены классические исследования Теодора Шванна, положившие **основание клеточной теории**. Работе Шванна помогли, с одной стороны, исследования его предшественников (особенно школа Пуркинье и Генле), с другой стороны, то обстоятельство, что Шванн нашёл правильный принцип сравнения клеток растений и элементарных микроскопических структур животных. Клетки растений и животных во многом не похожи друг на друга, к тому же клетки животных тканей крайне разнообразны. Однако **ядра** у всех клеток весьма похожи; взяв в качестве критерия клеточной структуры ядро, Шванн смог установить гомологию и доказать соответствие в строении и росте микроскопических и элементарных структур растений и животных. Назначение ядра в клетке Шванна натолкнули исследования Шлейдена, у которого в 1838 г. вышла работа «Материалы по фитогенезу». На основании этой статьи, Шлейдена часто называют соавтором клеточной теории. **Основная идея клеточной теории** – соответствие клеток растений и элементарных структур животных – была чужда Шлейдену. В своей работе он ставил лишь вопрос, как образуются клетки растений. Отвечая на него, Шлейден выдвинул теорию новообразования клеток из бесструктурного вещества, согласно которой сначала из мельчайшей зернистости конденсируется ядрышко, вокруг него образуется ядро, являющееся образвателем клетки (цитобластом). Однако эта теория не на неверных фактах.

В 1838 г. Шванн публикует 3 предварительных сообщения, а в 1839 г. появляется его классическое сочинение «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений», в самом заглавии которого выражена основная мысль клеточной теории. В первой части книги Шванн рассматривает строение хорды и хряща, показывая, что, несмотря на физиологическое различие этих органов, их элементарные структуры – клетки, развиваются одинаково. Далее он доказывает, что микроскопические структуры других тканей и органов животного организма – это то же клетки, вполне сравнимые с клетками хряща и хорды. Во второй части книги Шванн проводит сравнение клеток растений и клеток животных, показывая их соответствие. В третьей части он развивает теоретические положения и формулирует принципы своей клеточной теории. Именно исследования Шванна оформили клеточную теорию и доказали (на уровне знаний того времени и со множеством ошибок) единство элементарной структуры животных и растений.

Теория казалась обобщение огромной важности, Ф. Энгельс в письме К. Марксу от 11 июля 1858 г. говорил о революционизирующем значении клеточного учения для естествознания того времени. Он **включает учение о клетке в число трёх величайших открытий 19 в.**, обеспечивших бурное развитие естественных наук в этом столетии. «Только со временем открытия, - писал Энгельс, - стало на твёрдую почву исследование органических, живых продуктов природы – как сравнительная анатомия и физиология так и эмбриология. Покров тайны, окутавший процесс возникновения, роста и структуры клеточных организмов, был сорван. Непостижимое до того времени чудо престало в виде процесса, происходящего согласно тождественному по существу для всех многоклеточных организмов закону».

Л.С. Ценковский писал ещё в 1856 г. что учение о клетке соединило и направило к одной цели разрозненные стремления ботаников и зоологов. Значение клеточной теории для утверждения эволюционного учения неоднократно подчёркивал К. А. Тимирязев. Неслучайно эволюционная идея, сформулированная Ламарком в 1809 г., не получила признания, а эволюционная теория, выдвинутая в 1859 г. **Ч. Дарвином**, привлекла всеобщее внимание и приобрела многочисленных сторонников. Именно в эти 50 лет шло бурными темпами развитие клеточной теории, давшей одно из самых веских доказательств единства всей живой природы.

С 40-х гг. XIX в. учение о клетке оказывается в центре внимания всей биологии и бурно развивается во второй половине 19 в., превратившись в самостоятельную отрасль науки – **цитологию**.

Для дальнейшего развития клеточной теории существенное значение имело распространение на протистов (простейших), которые были признаны свободно живущими клетками (Сибольд, 1848). С течением времени изменяется представление о композиции клетки; выясняется второстепенное значение клеточной оболочки, которая ранее признавалась самой существенной частью клетки; выдвигается на первый план значение протоплазмы и клеток ядра (Моль, Кон, Л.С. Ценковский, Лейдиг, Гексли), что нашло своё выражение в определении клетки, данном М. Шульце в 1861 г. «Клетка – это комочек протоплазмы с содержащимся внутри ядром». Брюкко в 1861 г. теоретически постулирует сложное строение клетки, определяемой им как «элементарный организм», выясняет далее развитую Шлейдоном и Шванном теорию клеткообразования из бесструктурного вещества (цитобластемы). Обнаружено, что способом образования новых клеток является клеточное деление, которое впервые было изучено Модем на нитчатых водорослях. В опровержении теории цитобластемы на ботаническом материале большую роль играли исследования Неголи и Н. И. Желе. Деление тканевых клеток у животных было открыто в 1841 г. Ремарком. Выяснилось, что дробление blastomeres есть серия последовательных делений (Биштюф, Н.А. Келликер). Идея о всеобщем распространении клеточного деления, как способа образования новых клеток, закрепляется Вирховом в виде афоризма: «**Всякая клетка – из другой клетки**»

В развитии клеточной теории в 19 в. всё более остро встают противоречия, отражающие двойственный характер клеточного учения, развивавшегося под

эгидой механистического представления о природе. Уже у Шванна встречается попытка рассматривать **организм как сумму клеток**. Эта тенденция получает особое развитие в «Целлюлярной патологии» Вирхова (1858). Работы Вирхова имели противоречивое значение для развития клеточного учения. Их положительная сторона заключалась в распространении клеточной теории на область патологии, что способствовало признанию универсальности клеточного учения; труды Вирхова закрепили крушение ложной теории цитобластемы Шлейдона и Шванна, привлекли внимание к протоплазме и ядру, признанным наиболее существенными частями клетки. С другой стороны, именно Вирхов направил развитие клеточной теории по пути чисто механистической трактовки организма. Отрицательные стороны вирховского представления об организме связаны с «персонификацией» клетки, которая возводилась в степень самостоятельного существа, вследствие чего организм рассматривался не как целое, а как сумма клеток; полностью игнорировалось значение неклеточных структур, переоценивались местные процессы. Такое представление об организме было антиисторическим, не учитывающим развития органической природы. Всё это привело к тому, что клеточная теория со второй половины 19 в. приобретала всё более метафизический характер, усиленный «Целлюлярной физиологией» Ферворна, рассматривавшего любой физиологический процесс, протекающий в организме, как простую сумму физиологических проявлений отдельных клеток. Завершением этой линии развития клеточной теории явилась механистическая теория «клеточного государства», пропагандировавшаяся Гекколем и др., согласно которой организм сравнивался с государством, а его клетки – с гражданами. Подобная теория уничтожала представление о целостности организма.

Такое направление в развитии клеточной теории подверглось острой критике ещё в прошлом столетии. В 1860 г. с критикой вирховского представления о клетке выступил **Н. М. Сеченов**. Позднее клеточная теория подверглась критическим оценкам со стороны ряда авторов. Наиболее серьёзные и принципиальные возражения были сделаны Гертвигом, А.Г. Гурвичем (1904), М. Гейденгайном (1907), Добеллом (1911). Однако критики клеточного учения исходили из разных методологических позиций, иногда выдвигая положения не менее метафизические, чем те, которые они критиковали. Такой характер носила, в частности, попытка умалить значение клеточного расчленения организма и выдвинуть на первый план неклеточные (симпластические) структуры. С широкой критикой клеточного учения выступил чешский гистолог Студничка (1929, 1934). В СССР с критикой догматической стороны клеточной теории выступал А.В. Номиллов. В 30-х гг. возникла дискуссия по клеточной теории, в которой, кроме А.В. Номилова, приняли участие Е. Н. Вермель, А.А. Заварзин, З.С. Кацнельсон, В.Н. Лаврентьев, В. Я. Рубашкин, В. К. Шмидт и др. В этот период в выступлениях как критиков, так и сторонников клеточной теории наряду с положительными моментами были и преувеличения. Всё же дискуссия способствовала очищению клеточной теории от механистического налёта и выработке более правильной точки зрения.

В 50-х гг. XX в. О.Б. Лепешинская выдвинула «новую клеточную теорию» в противовес «вирховианству». В основу этой теории было положено представ-



ление, что клетки не только в филогенезе, но и в онтогенезе развиваются из некоего неклеточного живого вещества, причём самый способ клеткообразования О.Б. Лепешинская изображала в духе давно отвергнутой теории цитобластемы. Критическая проверка фактов, положенных О. Б. Лепешинской и её приверженцами в основу выдвигаемой ею теории, **не подтвердила** данных о развитии клеточных ядер из безъядерного «живого вещества».

Современная клеточная теория исходит из того, что клеточная структура является главнейшей формой существования жизни, присущей как растениям, так и животным; в аналогии жизненных проявлений клеток и в их гомологии, основанной на общих закономерностях развития, заключается одно из важнейших доказательств единства живой природы, её общих корней. Расчленение на клетки, происшедшее на ранних этапах развития живой материи, создавало огромную поверхность клеточных мембран, что внесло коренные изменения в ход обменных процессов. Как выяснилось, кариокинез как форма деления распространён у всех многоклеточных у протистов. Расчленение на клетки обеспечило возможность глубокой дифференцировки тканевых структур, создало широкие возможности замены изношенных и патологически изменённых частей организма. В силу всего этого совершенствование клеточной структуры явилось главным направлением эволюционного развития как у растений, так и у животных, и клеточное строение прочно удержалось у большинства современных организмов.

Вместе с тем, на наш взгляд, должны быть подвергнуты переоценке догматические и методологически неправильные положения клеточной теории:

1. Клеточная структура является главной, но не единственной формой существования жизни. В развитии органического мира был период, когда не существовало обособления кариоплазмы в виде морфологически выраженного ядра; различные формы доклеточного строения встречаются у современных организмов (бактериофаги, вирусы, спирохеты, различные группы бактерий, сине-зелёные водоросли).
2. Клеточная теория рассматривала организм как сумму клеток, жизнепроявления организма растворяла в сумме жизнепроявлений составляющих клеток. Этим игнорировалась целостность организма, закономерности целого подменялись суммой частей. Метафизичность такого сведения целого к сумме частей была достаточно ярко показана ещё Ф. Энгельсом.
3. Считая клетку всеобщим структурным элементом, клеточная теория рассматривала как вполне гомологичные структуры тканевые клетки и гаметы, протистов и бластомеры. Применимость понятия клетки к протистам является дискуссионным вопросом клеточного учения. Наряду с мнением Добелла и А.А. Заварзина, возражающих против сопоставления протистов и клеток многоклеточных, имеется мнение Гартмана, В.Н. Беклемишева, В.А. Догеля и других, считающих правильным такое сопоставление. Недооценка значения целостности протистов как самостоятельных организмов приводит на практике к тому, что факты, установленные на протистах, безоговорочно переносятся на тканевые клетки, а это ведёт к ошибочным заключениям. В тканевых клетках, половых клетках, протис-

тах проявляется общая клеточная организация, выражающаяся в морфологическом выделении кариоплазмы в виде ядра; однако эти структуры нельзя считать качественно равноценными, вынося за пределы понятия «клетка» все их специфические особенности.

4. Догматическая клеточная теория игнорировала специфичность неклеточных структур, в организме или даже признавала их, как это делал Вирхов, неживыми. В действительности, кроме, клеток, в организме есть неклеточные ядерные структуры (синцитии, симпласты) и безъядерное межклеточное вещество, обладающее способностью к метаболизму и потому живое. Установить специфичность их жизнепроявлений и значение для организма является задачей современной цитологии.
5. Проблема части и целого разрешались ортодоксальной клеточной теорией метафизически: всё внимание переносилось на части организма – клетки или «элементарные организмы». Диалектика, как всеобщий универсальный метод, учит нас, что новое возникает не в результате сложения частей, а вследствие развития, связанного с закрепленным в процессе этого развития взаимоотношением частей.

В отличие от «организмистов», отечественные цитологи исходят из положения, что целостность организма является результатом естественных, материальных взаимосвязей, вполне доступных исследованию и раскрытию. Клетки многоклеточного организма не являются индивидуумами, способными существовать самостоятельно. Так называемые культуры клеток вне организма представляют собой искусственно создаваемые биологические системы, а не культуры индивидуализированных клеток. Клетка не может быть оторвана от окружающей среды. Современные данные по клонированию животных клеток в республике Корея (1998) подтверждают это. Сосредоточение всего внимания на отдельных клетках неизбежно приводит к унификации и механистическому пониманию организма как суммы частей.

В курсе анатомии ЦНС нас в первую очередь интересует не общее представление о клетке, а конкретно – нервная клетка, нервная ткань.

**Нервная ткань** – основная ткань нервной системы, выполняющая в организме функции восприятия раздражения и проведения возбуждения. Элементы нервной ткани в процессе филогенеза животных приобрели высокую возбудимость и способность быстро проводить нервные импульсы. Основной структурной функциональной единицей нервной ткани являются нервные клетки (нейроны). Нервные клетки связаны друг с другом при помощи особых контактов – синапсов, по которым передаётся возбуждение от нейрона к нейрону. Нервные клетки окружены нейроглией – клетками нервной ткани, выполняющими опорную и трофическую функции.

### **Развитие и гистогенез нервной ткани.**

Нервная ткань развивается из наружного зародышевого листка – эктодермы. Именно в наружном покрове древних хордовых появились первичные чувствительные клетки, с эволюцией которых связывается развитие нервной системы.

В процессе развития эктодерма расчленяется на две чётко детерминированные части: нервную и кожную эктодерму. Нервная эктодерма (или нейроэктодерма) состоит из собственно нервной и ганглиозной пластинок. Из первой развивается ЦНС, из второй - периферическая, в том числе спинномозговые и черепные нервы, вегетативные ганглии и ряд других производных, генетически связанных с нервной тканью (мозговые оболочки, периферическая глия, пигментные клетки и пр.).

**Мезенхима** – соединительная ткань зародышей многоклеточных животных организмов на ранних стадиях развития. Из неё развивается рыхлая соединительная ткань, клетки крови, эндотелий сосудов, кости, хрящи, связки, сухожилия, мышцы.

Из кожной (эпидермальной) эктодермы несколько позже развиваются особые участки – **плакоды**, территориально не вошедшие в состав нервной эктодермы, но в качественном отношении составляющие с ней одно целое. Из плакод развиваются в последовательном порядке: линза глаза, слуховой орган с соответствующими ганглиями, ганглий лицевого нерва и органы боковой линии низших позвоночных. Орган обоняния, которому до последнего времени неправильно присваивали плакодное происхождение, в действительности развивается из передней части нервной эктодермы.

На ранних стадиях зародышевого развития гистологическое строение нервной и эпидермальной эктодермы сходно. У амфибий, рыб, рептилий и птиц она состоит из заполненных желточными гранулами и пигментом или из прозрачных клеток с округлыми и вытянутыми ядрами. Клетки интенсивно размножаются митотическим путём и располагаются вначале в один слой, затем нервный зачаток приобретает многослойное строение. **Митотическое деление клеток** – один из способов деления нервных клеток.

На следующем этапе развития нервная пластинка начинает погружаться внутрь тела зародыша (в мезодерму) по своей средней линии, образуя так называемый нервный желобок, который вскоре превращается в нервную трубку. В месте смыкания краёв нервного желобка от нервной трубки отходят справа и слева два симметричных выроста, которые в совокупности называются ганглионарной, или ганглиозной, пластинкой. Из нервной трубки развиваются спинной и головной мозг. Развитие спинного мозга сопровождается разрастанием боковых стенок нервной трубки, в то время как элементы будущей крыши и дна спинного мозга значительно отстают в своём развитии. Просвет нервной трубки превращается в спинномозговой канал. Разрастание нервной трубки в мозговые пузыри в области будущего головного мозга протекает несколько более замедленно. Это связано с неравномерным ростом отдельных частей передней части нервной трубки и повышением давления жидкости, образующейся в ней путём секреторного процесса. Так как давление жидкости направлено вдоль длинной оси нервной трубки, на её переднем конце образуются три вздутия или связанных между собой **мозговых пузырей**: передний мозг (prosencephalon), средний мозг (mesencephalon) и задний мозг (rhombencephalon).

Первоначальное расположение мозговых пузырей по одной прямой линии, являющейся продолжением спинного мозга, у высших позвоночных, а особен-

но у человека, вскоре изменяется. Передний мозговой пузырь подразделяется на два: зачаток большого, или концевое мозга – telencephalon, и зачаток промежуточного мозга – diencephalon, из боковых стенок которого развиваются глазные пузыри (позже бокалы) – зачатки сетчатки глаз. Средний мозговой пузырь, оставаясь неразделенным, даёт начало среднему мозгу. Задний мозговой пузырь подразделяется на зачатки мозжечка и моста (metencephalon) и продолговатого мозга (myelencephalon), без резкой границы переходящего в эмбриональный спинной мозг. Благодаря усиленному росту мозговых пузырей образуются три изгиба: 1. Теменной, на уровне среднего мозгового пузыря, имеющий вентральное направление; 2. Затылочный, в области заднего мозгового пузыря в месте перехода спинного мозга в продолговатый, также имеющий вентральное направление, и 3. Находящийся между теменным и затылочным – мостовой, направленный в дорсальную сторону. Дальнейшее преобразование перечисленных отделов головного мозга заключается в неравномерном росте отдельных частей его стенок, образовании различных стенок и борозд.

### Серое и белое вещество.

Гистогенез нервной ткани удаётся проследить с момента образования нервной трубки. Её клетки, называемые **медуллобластами**, образуют эпителиеподобный многорядный слой. Ядра медуллобластов лежат на разных уровнях, а цитоплазматические достигают своими суженными концами наружной пограничной перепонки, отделяющей нервную трубку от окружающей её мезенхимы, и внутренней пограничной перепонки, выстилающей просвет нервной трубки. Утолщение боковых стенок нервной трубки связано с пролиферацией и округлением клеток, смещающихся к её просвету. В совокупности эти делящиеся митотическим путём клетки образуют внутренний терминальный (зародышевый), или камбиальный к их перемещению в глубь стенки нервной трубки, где они образуют средний, или плащевой, слой, и расположенный более поверхностно наружный слой (проблема размножения клеток изложена в параграфе 3.5. данного учебника). Цитоплазма клеток наружного слоя, разрыхляясь, образует губчатую сеть, которая называется краевой зоной, или вуалью. Клетки, образовавшие губчатую сеть краевой зоны, называются **спонгиобластами**. Из спонгиобластов развиваются элементы **нейроглии**: астроциты как спонгиобласты, так и главным образом будущие нервные клетки – **нейробласты**. На этих стадиях нейробласты отличаются по величине своих ядер. Они значительно более крупные у нейробластов, чем у спонгиобластов. Клетки внутреннего камбиального слоя, удлиняясь, а затем принимая характерную для призматического эпителия форму, превращаются в **эпендиму**, которая выстилает просвет спинномозгового канала и желудочков головного мозга. На своей апикальной (верхушечной) поверхности клетки эпендимы несут мерцательные реснички. Спонгиобласты и нейробласты среднего слоя спинного мозга составляют **зачаток серого вещества**. Отростки нейробластов, передвигающиеся в наружный слой,

дифференцируются в проводящие пути. Эти отростки окружаются развивающимися из спонгиобластов астроцитами и олигодендроцитами и образуют зачаток **белого вещества** спинного мозга.

Тело будущей нервной клетки покрывается снаружи глиальными клетками, как бы особой капсулой. Эти клетки получили название **клеток – сателлитов**. Также сателлиты образуют капсулу вегетативных нейробластов. Отростки нейробласта сопровождаются также особыми вспомогательными глиальными элементами – так называемыми шванновскими клетками. Последние представляют собой разновидность глии, которая закладывается вместе с невробластами в ганглионарной пластинке.

**Шванновские клетки** – разновидность клеток нейроглии, помогающих в образовании мякотной миелиновой оболочки у нейронов.

Нервная клетка будущих передних рогов спинного мозга посылает свой аксон через передние корешки к развивающимся мышцам или железистым клеткам. В нервной трубке в задних рогах одновременно развиваются будущие ассоциативные нервные клетки, отличающиеся короткими нервными отростками. Протоплазма растущих аксонов нейробластов обнаруживает способность к росту, амебоидному движению и активному «самостоятельному» передвижению между другими тканевыми элементами. На своей вершине растущий аксон несёт конусовидное утолщение – колбу роста. Изучение нейробластов в условиях прижизненных наблюдений тканевых культур и при помощи электронной оптики показало, что аксон растёт по межклеточным промежуткам в виде тонкого протоплазменного тяжа. Вскоре у периферических нервных волокон появляются **мякотные**, состоящие из миелина, оболочки, которые образуются в процессе дифференцировки шванновских клеток. В ряде случаев миелин отсутствует; тогда, в отличие от мякотных, говорят о **безмякотных** нервных волокнах. В последнее время при помощи электронной оптики прослежены особенности развития периферических миелиновых (мякотных) и лишенных миелина (безмякотных) нервных волокон. Первоначально растущий аксон лежит, примыкая к поверхности шванновских клеток, а затем вдавливаясь в её цитоплазму, увлекая за собой поверхностную плазматическую оболочку (мембрану), вследствие чего образуется так называемый мезаксон. Вокруг аксона на участках оболочки шванновской клетки в местах соприкосновения её складок с аксоном синтезируется миелин. В дальнейшем ввернувшиеся поверхности оболочки шванновской клетки начинают обвивать осевой цилиндр, разрастаясь при этом наподобие спирали. Предполагают, что процесс спирального разрастания мембраны сопряжён с вращением шванновской клетки вокруг аксона. В итоге концентрических слоёв миелина становятся так много, что они наполняют шванновскую клетку, цитоплазма которой оказывается зажатой в виде узких полос между ними. По всей своей длине мякотное нервное волокно входит в контакт с чередующимися шванновскими клетками. Через промежутки порядка 1мм миелин прерывается, оставляя открытыми участки мембраны аксона (перехваты Ранвье). В безмякотных нервных волокнах шванновские клетки образуют сплошные синцитиальные тяжи, которые «заселяются» группами аксонов. Миелинизация начинается у человека на 4-м месяце внутриутробной жизни и заканчива-

ется лишь после рождения. В мозговых пузырях процессы протекают аналогичным образом, но с тем существенным отличием, что серое вещество развивается не только средних слоях, но и на поверхности мозговых пузырей, где образуется сложная слоистая кора больших полушарий и мозжечка.

Особую проблему составляет вопрос о причинах ориентации нервных волокон среди тканей развивающегося эмбриона. В том отношении существует несколько теорий. Согласно механической теории, или теории стереотропизма, нейробласты и их отростки распределяются благодаря механическим факторам, связанным с ультраструктурой (стереоструктурой), т.е. мицеллярной ориентацией окружающих тканей. Согласно теории хемотаксиса, или нейротропизма, направление роста аксона определяется особого рода секретом, вырабатываемым в тканях, который притягивает к колбу роста аксона. Согласно теории нейробиотаксиса, распределение нервных волокон в тканях определяется различиями в электрических биопотенциалах между дендритами и аксоном нейробласта. Направление и ориентация растущих нервных волокон наряду с перечисленными внешними факторами определяются также внутренней пространственной цитоплазматической структурой тела и отростков нейробластов. На поздних стадиях дифференцировки нейробласт, как правило, теряет способность делению.

### Глия.

Каждая клетка ЦНС окружается протоплазматическими астроцитами с цитоплазмой, содержащей малое количество фибриллярных нитей. Волокна нервных клеток в белом веществе окружены фиброзными астроцитами, в цитоплазме которых присутствует большое количество фибриллярного материала. Фиброзные астроциты заполняют пространство между пучками миелизированных нервных волокон. Эти крупные клетки в составе глии похожи на раскрывшиеся бутоны астр, отсюда и их название – астроциты.

Олигодендроциты родственны астроцитам, но отличаются меньшими размерами и более мелкими ядрами, а так же более слабо развитыми ветвистыми отростками. Они связаны непосредственно с телами нейронов и нервными волокнами, поэтому их часто рассматривают в качестве центральных гомологов шванновских клеток. Мелкие **микроглиальные** клетки похожи на паучков. Они отличаются характером своих отростков и очень небольшими темными ядрами. Эти клетки равномерно рассеяны как в головном, так и спинном мозге.

Таким образом, глия образует очень сложную сеть, состоящую из клеточных тел и отростков. В ячейке этой сети, как в сотах, располагаются нервные клетки и их отростки, пространственно друг от друга. И только в области контактов, т.е. на месте синапсов нервных клеток, имеет место «прорыв» в глиальной прокладке. Нейроглия играет роль опоры и отростков. Скопления нервных клеток с окружающей их глией называются ганглиями. В условиях патологии глия отличается высокой реактивностью и, в отличие от нейронов, способностью к пролиферации (т.е. размножению). Глиальные клетки участвуют как в дегенеративных, так и регенеративных процессах, связанных с травмами, сосудисты-

ми расстройствами или нейроинфекциями. Способность к активной миграции и фагоцитозу особенно отличаются микроглиальные клетки.

Особое место в нервной ткани занимает эпендимный призматический эпителий – **нейроэпителий**, выстилающий спинномозговой канал и желудочки головного мозга. У эмбрионов и новорожденных он несёт мерцательные реснички.

Что касается крупных сосудов, которые находятся в нервной ткани, то они всё своём протяжении сопровождаются соединительной тканью и покрыты глиальными, образованными астроцитами пограничными мембранами, которые некоторыми исследователями рассматриваются в качестве одного из субстратов гематоэнцефалического барьера, обеспечивающего избирательную проницаемость сосудов мозга. Лимфатические сосуды нервной ткани отсутствуют.

### СТРУКТУРА ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК.

Глиальные клетки были впервые выделены в определенную группу элементов нервной системы в 1871 г. А.Вирховым, который рассматривал своеобразную соединительную ткань мозга. Назвал эти клетки нейроглией, т.е. нервным клеем.

Выделяют 4 типа глиальных клеток: астроциты, олигодендроциты, клетки эпендимы и микроглии. Первые три разновидности глиальных клеток образуются в эмбриогенезе, как и нейрон из нейроэктодермы, микроглия занимает несколько обособленное положение.

1. Астроцитарная глия – это крупные клетки со светлым овальным ядром, многочисленными отростками небольшим числом органоидов.
2. Олигодендроциты – это глиальные клетки. К ней относятся: олигодендроциты серого и белого вещества мозга, шванновские клетки, клетки-спутники /сателлитная глия/. Характеризуются более плотной цитоплазмой, с хорошо развитым ЭПР, ап. Гольджи, множеством митохондрий, лизосом.
3. Эпендимная глия является разновидностью глиальных клеток. Она образует выстилку полостей мозговых желудочков и центрального канала спинного мозга. Представлена цилиндрическими и кубовидными клетками. Хорошо развиты органоиды клеток.
4. Микроглия это мелкие отростчатые клетки с очень плотной цитоплазмой. Характерен фагоцитоз. До сих пор окончательно не решен вопрос о происхождении микроглии в эмбриогенезе. С одной стороны ее рассматривают как своеобразные макрофаги, и таким образом, относят к элементам тканей внутренней среды мезенхимного происхождения. С другой стороны имеются данные, позволяющие рассматривать часть микроглии как недифференцированные /покоящиеся/ астроциты, которые при определенных условиях начинают активно размножаться и превращаться в зрелые фиброзные астроциты.

Глия выполняет следующие функции.

1. Обеспечивают нормальную деятельность определенных нейронов и всего мозга.

2. Обеспечение надежной элементарной изоляции тел нейронов, их отростков, синапсов для исключения неадекватного взаимодействия между нейронами при распространении возбуждения по нейронным цепям мозга.
3. Астроциты и олигодендроциты обладают способностью активно захватывать из синаптической щели медиаторы или их составные части после прекращения синаптической передачи. В частности, целиком захватывается глией такие медиаторы как КА, аминокислотные пептиды.
4. Трофическая функция глий. В глиальных клетках сосредоточен основной запас гликогена /главного энергетического субстрата мозга/ и липидов. Они контролируют ионный состав межклеточной жидкости, обеспечивает стабильность внутренней среды мозга – необходимое условие нормального функционирования нервной ткани.

### Дегенерация и регенерация нервной ткани.

Нейроглия ЦНС, шванновские клетки и глиальные клетки – сателлиты периферической нервной системы, в отличие от нервных клеток, обладают значительными пролиферативными способностями. Это обнаруживается при обнаружении некоторых опухолей, например глиом нервной системы, после ампутированных нервных рубцов, превращений глии в культурах ткани (Н.Г. Хлопин, 1947). Нейроглия играет важную роль в процессах регенерации периферических и, по-видимому, центральных нервных волокон. Нейроны, как правило, способностью к размножению не обладают. При повреждении тела нервной клетки она обычно погибает и фагоцитируется микроглиальными элементами. **Фагоциты** (от лат. Fagos- пожирать) – клетки микроглии, обладающие способностью поглощать погибшие части нейронов. Если повреждается (в результате перетяжки, травмы и пр.) аксон нервной клетки, то в теле соответствующего нейрона наступает ряд характерных изменений. Во-первых, наблюдается **хроматолиз**, т.е. разрушение и растворение субстанции Ниссля, представляющей собой шероховатую эндоплазматическую сеть со скоплением рибосом в теле нейрона. Одновременно вследствие потери воды размеры тела нервной клетки и её ядра могут уменьшаться, цитоплазма вакуолизируется, ядро занимает краевое положение и меняет форму. Число нейрофибрилл в клетке уменьшается, они делаются тоньше и плохо различимы. Центральный и периферический отрезки перерезанного аксона, его мягкотная и безмякотная оболочки претерпевают распад; на некотором расстоянии от места повреждения миелин растворяется. Все эти картины получили для клеточного тела название “**первичной реакции Ниссля**”, или ретроградной клеточной дегенерации, а для центрального и периферического отрезка аксона – травматической дегенерации. Особенно сложно протекают изменения в периферическом отрезке перерезанного аксона или, если речь идёт о нерве, в периферическом отрезке нерва. Эти изменения называются **вторичной, или валлеровской, дегенерацией нервных волокон**. Во время валлеровской дегенерации периферические отрезки аксонов, потерявшие связь с телом нервной клетки, являющейся их трофическим центром, распадаются и полностью дегенерируют. Миелиновая оболочка распада-



ется; миелин собирается в капли, в которых иногда ещё можно проследить обломки периферических аксонов. Шванновские клетки, трофически независимые от тела нервной клетки, начинают активно пролиферировать, образуя своеобразные глиальные тяжи, которые способствуют регенерации (отрастанию) центрального отрезка перерезанного аксона. Шванновские клетки образуют синцитиальные вытянутые ленты, которые получили название «**бюнгеровых тяжей**» Они растут по направлению к центральным отрезкам. В безмякотных нервах процессы вторичной дегенерации протекают сходным образом. Фрагменты распавшихся нервных волокон также растворяются шванновскими клетками и фагоцитами. Регенерация обычно начинается на центральных концах отрезанных аксонов, которые образуют утолщения – колбы роста, наподобие тех, которые наблюдаются у нейробластов. Однако электронная оптика показала, что регенерация может происходить и значительно выше новообразованных колб роста путём преобразования коллатералей, отходящих от аксона. В регенерирующихся шванновских элементах наблюдается повышенная активность ряда ферментов, в т.ч. и окислительных.

Преобразовавшись в пучки усиленно растущих волокон, регенерирующие центральные отрезки аксонов в конце концов проникают в бюнгеровы тяжи и начинают расти в них, как по готовому руслу, достигая старых периферических нервных чувствительных или двигательных окончаний. Шванновский синцитий распадается на отдельные клетки, в которых появляется миелин с характерными перехватами Ранвье и т.п. Аналогичным путём идёт вращание регенерирующих волокон и в безмякотных нервах, но без образования миелина. Одновременно восстанавливаются и функции регенерировавших нервов.

Регенеративные процессы в ЦНС во многих отношениях остаются ещё не изученными, хотя частичное или полное функциональное восстановление при травмах центральной нервной системы имеет место в ряде случаев. В ЦНС к регенерации отрезанных отростков способны клетки Гольджи 1-го типа с длинными аксонами. Клетки Гольджи 2-го типа с короткими отростками, по-видимому, не способны к восстановлению утраченных отростков. Однако и в случае регенерации последняя носит абортивный характер, т.к. полному восстановлению перерезанных аксонов мешает сложный соединительнотканноглиальный рубец, возникающий на месте травмы или пере резки. В последнее время в опытах на млекопитающих, задерживая рост глиальной части рубца подкожным введением животному пиромена, удавалось наблюдать регенерацию некоторых перерезанных нервных пучков спинного и головного мозга.

Особый интерес представляет проблема образования раковых опухолей в нервной системе. Содержательно этот процесс представляет патологические изменения, происходящие в клетках нервной ткани, приводящие к непрерывному их делению. Никаких других своих функций такая клетка не выполняет, только делится. Причём скорость деления раковых клеток потрясающая. Вновь образованные клетки заполняют собой все нервные пути, ткани и органы, препятствуя их нормальному функционированию, и сами продолжают процесс деления. Что служит толчком к началу процесса непрерывного деления нервных клеток, пока точно не известно, как и то, что может остановить этот уже на-

чавшийся процесс. Имя того человека, кто даст ответы на эти вопросы и решит проблему борьбы с раковыми клетками, будет золотыми буквами записано в истории человечества и на доске почёта в каждом медицинском учреждении, работающим в этом направлении. Может это будет Ваше имя? Будем надеяться!

## 2. Нервная клетка.

*НЕЙРОН-это отдельная нервная клетка, строительный блок мозга. Она передает нервные импульсы по единственному длинному волокну (аксону) и получает их по многочисленным коротким волокнам (дендритом) /Ч.Стивенс/.*

Нейроны, или нервные клетки, являются строительными блоками мозга. Хотя они имеют те же самые гены, то же самое общее строение и тот же самый биохимический аппарат, что и другие клетки, они обладают и уникальными особенностями, которые делают функцию мозга совершенно отличной от функции, скажем печени. Важными особенностями нейронов являются характерная форма, способность наружной мембраны генерировать нервные импульсы и наличие уникальной структуры, синапса, служащего для передачи информации от одного нейрона другому.

Полагают, что мозг человека состоит из  $10^{11}$  нейронов: это приблизительно столько же, сколько звезд в нашей Галактике. Не найдется и двух нейронов, одинаковых по виду. Несмотря на это, их формы обычно укладываются в небольшое число широких категорий, и большинству нейронов присущи определенные структурные особенности, позволяющие выделить три области клетки: клеточное тело, дендриты и аксон. Тело содержит ядро и биохимический аппарат синтеза ферментов и других молекул, необходимых для жизнедеятельности клетки. Обычно тело нейрона имеет приблизительно сферическую или пирамидальную форму. Дендриты представляют собой тонкие трубчатые выросты, которые многократно делятся и образуют ветвистое дерево вокруг тела клетки. Они создают ту основную физическую поверхность, да которую поступают идущие к данному нейрону сигналы. Аксон тянется далеко от тела клетки и служит той линией связи, по которой сигналы, генерируемые в теле данной клетки, могут передаваться на большие расстояния в другие части мозга и остальной нервной системы. Аксон отличается от дендритов как по строению, так и по свойствам своей наружной мембраны. Большинство аксонов длиннее и тоньше дендритов и имеет отличный от них характер ветвления: если отростки дендритов в основном группируются вокруг клеточного тела, то отростки аксонов располагаются на конце волокна, в том месте, где аксон взаимодействует с другими нейронами.

Функционирование мозга связано с движением потоков информации по сложным цепям, состоящим из нейронных сетей. Информация передается от одной клетки к другой в специализированных местах контакта - синапсах. Типичный нейрон может иметь от 1000 до 10000 синапсов и получать информацию от 1000 других нейронов. Хотя в своем большинстве синапсы образуются между аксонами одной клетки и дендритами другой, существуют и иные типы синаптических контактов: между аксоном и аксоном, между дендритом и дендритом и между аксоном и телом клетки.

В области синапса аксон обычно расширяется, образуя на конце пресинаптическую бляшку, которая является передающей информацией частью контакта. Концевая бляшка содержит мелкие сферические образования, называемые синаптическими пузырьками, каждый из которых содержит несколько тысяч молекул химического медиатора. По прибытии в пресинаптическое окончание нервного импульса некоторые из пузырьков выбрасывают свое содержимое в узкую щель, отделяющую бляшку от мембраны дендрита другой клетки, предназначенного для приема таких химических сигналов. Таким образом, информация передается от одного нейрона другому с помощью некоторого посредника или медиатора. Импульсация нейрона отражает активацию воздействующими нейронами сотен синапсов. Некоторые синапсы являются возбуждающими, т. е. они способствуют генерации импульсов, тогда как другие-тормозные-способны аннулировать действие сигналов, которые в их отсутствие могли бы возбудить разряд нейрона.

Хотя нейроны и являются строительными блоками мозга, это не единственные клетки, которые в нем имеются. Так, кислород и питательные вещества поставляются плотной сетью кровеносных сосудов. Существует потребность и в соединительной ткани, особенно на поверхности мозга. Один из важных классов клеток центральной нервной системы составляют глиальные клетки, или глия. Глия занимает в нервной системе практически все пространство, которое не занято самими нейронами. Хотя функция глии пока не вполне изучена, по-видимому, она обеспечивает структурную и метаболическую опору для сети нейронов.

Еще одним типом клеток, повсеместно встречающихся в нервной системе, являются шванновские клетки. Оказывается, все аксоны заключены в оболочку из шванновских клеток. В некоторых случаях шванновские клетки просто окутывают аксон тонким слоем. Во многих же случаях в ходе эмбриогенеза шванновская клетка закручивается вокруг аксона, образуя несколько плотных слоев изоляции, называемой миелином. Миелиновая оболочка прерывается примерно через каждый миллиметр по длине аксона узкими щелями - так называемыми перехватами Ранвье.

В аксонах, имеющих оболочку такого типа, распространение нервного импульса происходит путем его перескакивания от перехвата перехвату, где внеклеточная жидкость оказывается в непосредственном контакте с клеточной мембраной. Эволюционный смысл миелиновой оболочки, по-видимому, состоит в экономии метаболической энергии нейрона. Как правило, миелинизированные нервные волокна проводят нервные импульсы быстрее, чем немиелинизированные.

Нейроны способны выполнять свою функцию только благодаря тому что их наружная мембрана обладает особыми свойствами. Мембрана аксона по всей его длине специализирована для проведения электрического импульса. Мембрана аксонных окончаний способна выделять медиатор, а мембрана дендритов реагирует на медиатор. Кроме того, мембрана обеспечивает узнавание других клеток в процессе эмбрионального развития, так что каждая клетка отыскивает предназначенное ей место в сети, состоящей из  $10^{11}$  клеток. В связи с этим многие современные исследования сосредоточены на изучении всех тех свойств мембраны, которые ответственны за нервный импульс, за синаптическую передачу, за узнавание клеток и за установление контактов между клетками.

Мембрана нейрона, как и наружная мембрана любой клетки, имеет в толщину около 5 нм и состоит из двух слоев липидных молекул, упорядоченных таким образом, что их гидрофильные концы обращены в сторону водной фазы, находящейся внутри и снаружи клетки, а гидрофобные концы повернуты в сторону от водной фазы и образуют внутреннюю часть мембраны. Липидная часть мембраны приблизительно одинакова у клеток всех типов. Что делает одну мембрану отличной от другой, так это специфические белки, которые связаны с мембраной тем или иным способом. Белки, которые фактически встроены в двойной липидный слой, называются внутренними белками. Другие белки, периферические мембранные белки прикреплены к мембранной поверхности, но не являются неотъемлемой частью ее структуры. В связи с тем, что мембранные липиды - жидкости, даже внутренние белки часто могут свободно перемещаться с места на место путем диффузии. Однако в некоторых случаях белки жестко закрепляются с помощью вспомогательных структур.

Мембранные белки всех клеток распадаются на пять классов: насосы, каналы, рецепторы, ферменты и структурные белки. Насосы расходуют метаболическую энергию для перемещения ионов и молекул против концентрационных градиентов и поддерживают необходимые концентрации этих молекул в клетке. Поскольку заряженные молекулы не могут пройти через сам двойной липидный слой, клетки приобрели в процессе эволюции белковые каналы, обеспечивающие избирательные пути для диффузии специфических ионов. Клеточные мембраны должны узнавать и прикреплять многие типы молекул. Эти функции выполняют рецепторные белки, которые представляют собой центры связывания, обладающие высокой специфичностью и сродством. Ферменты размещаются внутри мембраны или на ней, чем облегчается протекание химических реакций у мембранной поверхности. Наконец, структурные белки обеспечивают соединение клеток в органы и поддержание субклеточной структуры. Эти пять классов мембранных белков не обязательно взаимно исключают друг друга. Так, например, тот или иной белок может быть одновременно и рецептором, и ферментом, и насосом

Мембранные белки - это ключ к пониманию функций нейрона, а следовательно, и функций мозга. Поскольку они занимают такое центральное место в современных представлениях о нейроне, я сконцентрирую свое обсуждение вокруг описания ионного насоса, различных типов каналов и ряда других белков, которые в совокупности наделяют нейроны их уникальными свойствами. Общая идея состоит в том, чтобы суммировать важные характеристики мембранных белков и показать, как эти характеристики определяют нервный импульс и другие сложные особенности функций нейрона.

Подобно всем другим клеткам нейрон способен поддерживать постоянство своей внутренней среды, заметно отличающейся по составу от окружающей его жидкости. Особенно поразительны различия в концентрациях ионов натрия и калия. Наружная среда приблизительно в 10 раз богаче натрием, чем внутренняя, а внутренняя среда примерно в 10 раз богаче калием, чем наружная. Как калий, так и натрий способны проникать через поры в клеточной мембране, поэтому некоторый насос должен непрерывно производить обмен вошедших в клетку ионов натрия на ионы калия из наружной среды. Такое выкачивание натрия осуществляется внутренним мембранным белком, называемым Na-K-аденозинтрифосфатазным насосом, или, как его чаще называют, на-триевь1м насосом.

Белковая молекула натриевого насоса (или комплекс белковых субъединиц) имеет молекулярный вес около 275 000 и размеры порядка 6x8 нанометров, что несколько больше толщины клеточной мембраны. Каждый натриевый насос может использовать энергию, запасенную в форме фосфатной связи в аденозинтрифосфате (АТФ), для того, чтобы обменять три иона натрия внутренней среды клетки на два иона калия наружной среды. Работая с максимальной скоростью, каждый насос способен транспортировать через мембрану около 200 ионов натрия и 130 ионов калия в секунду. Однако фактическая скорость регулируется в соответствии с потребностями клетки. У большинства нейронов имеется от 100 до 200 натриевых насосов на квадратный микрон мембранной поверхности, но в некоторых участках этой поверхности их плотность почти в 10 раз выше. Типичный мелкий нейрон имеет, по-видимому, порядка миллиона натриевых насосов, способных перемешать около 200 миллионов ионов натрия в секунду. Именно трансмембранные градиенты натрия и калия обеспечивают возможность проведения по нейрону нервного импульса.

Мембранные белки, которые служат каналами, существенны для многих сторон деятельности нейрона и в особенности для генерации нервного импульса и синаптической передачи. Чтобы представить значение каналов для электрической активности мозга, я коротко опишу механизм нервного импульса, а затем опять вернусь к более систематическому описанию свойств каналов.

Поскольку концентрации ионов натрия и калия по ту и другую сторону мембраны различаются, внутренность аксона имеет отрицательный потенциал примерно в 70 мВ по отношению к наружной среде. Четверть века тому назад в своих классических работах по изучению передачи нервного импульса вдоль гигантского аксона кальмара английские исследователи А. Ходжкин, А. Хаксли и Б. Катц показали, что распространение нервного импульса сопровождается резкими изменениями проницаемости мембраны аксона для ионов натрия и калия. Когда нервный импульс возникает в основании аксона (в большинстве случаев он генерируется клеточным телом в ответ на активацию дендритных синапсов), трансмембранная разность потенциалов в этом месте локально понижается. Непосредственно впереди области с измененным потенциалом (по направлению распространения нервного импульса) открываются мембранные каналы, пропускающие в клетку ионы натрия.

Этот процесс является самоусиливающимся: поток ионов натрия через мембрану способствует открыванию большего числа каналов облегчает другим ионам возможность следовать за ними. Проникшие в клетку ионы натрия изменяют отрицательный внутренний потенциал мембраны на положительный. Вскоре после открывания натриевые каналы закрываются, но теперь открывается другая группа каналов, которая позволяет ионам калия выходить наружу. Этот поток восстанавливает потенциал внутри аксона до величины его потенциала покоя, т.е. до  $-70$  мВ. Резкий скачок потенциала сначала в положительную, а затем в отрицательную сторону, который выглядит на экране осциллографа как пик («спайк»), известен под названием *потенциала действия* и является электрическим выражением нервного импульса. Волна изменения потенциала стремительно проносится по аксону до самого его конца во многом подобно тому, как бежит пламя по бикфордову

шнуру.

Это краткое описание нервного импульса иллюстрирует важность каналов для электрической активности нейронов и подчеркивает два фундаментальных свойства каналов: избирательность и наличие воротных механизмов. Каналы проницаемы избирательно, и степень избирательности варьирует в широких пределах. Так, каналы одного типа позволяют проходить ионам натрия, но сильно препятствуют прохождению ионов калия, тогда как каналы другого типа делают обратное. Однако избирательность редко бывает абсолютной. Канал одного типа, который практически не обладает избирательностью, позволяет проходить примерно 85 ионам натрия на каждые 100 ионов калия; другой канал, с большей избирательностью, пропускает только около 7 ионов натрия на каждые 100 ионов калия. Канал первого типа, известный как активируемый ацетилхолином, имеет пору диаметром около 0,8 нм, которая заполнена водой. У канала второго типа, известного как калиевый канал, пора значительно меньше и содержит меньше воды.

Ион натрия приблизительно на 30% меньше иона калия. Точная молекулярная структура, позволяющая более крупным ионам проходить через клеточную мембрану легче, чем более мелким, неизвестна. Однако общие принципы, лежащие в основе такой дискриминации, понятны. Они включают взаимодействия между ионами и участками канальной структуры, сочетающиеся со специфическим упорядочением молекул воды внутри поры.

Воротные механизмы, регулирующие открывание и закрывание мембранных каналов, представлены двумя основными типами. Канал одного типа, упомянутый выше при описании нервного импульса, открывается и закрывается в ответ на изменения потенциала клеточной мембраны, поэтому говорят, что он управляется электрически. Второй тип каналов управляется химически. Такие каналы реагируют лишь слабо, если вообще реагируют, на изменения потенциала, но открываются, когда особая молекула-медиатор-связывается с некоторой рецепторной областью на белке канала. Химически управляемые каналы обнаружены в рецептивной мембране синапсов: они ответственны за перевод химических сигналов, посылаемых окончаниями аксона в процессе синаптической передачи, в изменения ионной проницаемости. Химически управляемые каналы обычно именуют в соответствии с их специфическим медиатором. Так, например, говорят об АХ-активируемых каналах или о ГАМК-активируемых каналах (АХ-ацетилхолин, ГАМК— гамма-аминомасляная кислота). Электрически управляемые каналы принято называть по иону, наиболее легко проходящему через данный канал.

Функционируя, белки обычно изменяют свою форму. Такие изменения формы, называемые конформационными, особенно ярко выражены у сократимых белков, ответственных за движение клеток, но они не менее важны и для многих ферментов и других белков. Конформационные изменения канальных белков составляют основу воротных механизмов поскольку они обеспечивают открывание и закрывание канала за счет малых перемещений частей молекулы, расположенных в критическом месте и позволяющих блокировать или освободить пору.

Когда электрически или химически управляемые каналы открываются и пропускают ионы, возникает электрический ток, который можно измерить. Совсем недавно в нескольких случаях удалось зарегистрировать ток, проходящий через

одинокый канал, так что его открывание и закрывание можно было исследовать непосредственно. Обнаружилось, что время, на протяжении которого канал остается открытым, варьирует случайным образом, так как открывание и закрывание канала есть результат некоторых конформационных изменений белковой молекулы, встроенной в мембрану. Наличие случайности в воротных процессах происходит из случайных столкновений молекул воды и других молекул со структурными элементами канала.

Ещё в 50-60-х гг. нейрон в том виде, как его обычно описывали в учебниках, казался очень простой структурой. Теперь благодаря таким эффективным методам исследования, как электронная микроскопия и внутриклеточная регистрация при помощи микро электродов, известно, что нейроны имеют исключительно сложную морфо - функциональную организацию и отличаются большим разнообразием.

Конечной целью комплекса наук (анатомии и физиологии ЦНС, физиологии ВНД и нейропсихологии) является объяснение того, как нейроны, действуя совместно, могут привести к реализации поведения, наблюдаемого у целого организма. Поэтому чрезвычайно важно прежде всего установить, из чего состоят, как устроены, что могут и чего не могут делать отдельные нейроны. Эта необходимость требует изучения анатомии и физиологии. Если объект исследования находится «на стыке наук», то исследование неминуемо сопряжено с трудностями. Грамотный психолог должен знать анатомию и физиологию и в то же время иметь прочные знания по психологии.

До середины 19 в. был широко распространен взгляд на нервную систему как на непрерывное сплетение трубочек (наподобие сосудистой системы), по которым течёт жидкость или электричество. Работа анатомов – Гиса, Кёлликера, Рамон-и-Кахаля – позволила Вальдейеру выдвинуть «нейронную теорию», Вальдейер был убеждён, что нервная система состоит из множества отдельных клеток, называемых «нейронами», и что от одной клетки к другой проводится «нервная энергия». Даже в 1935 г. были такие учёные, которые не разделяли этого убеждения, однако с изобретением электронного микроскопа появилась возможность продемонстрировать наличие промежутков между отдельными клетками. В ходе этих и многих других исследований было однозначно выяснено, что **нервная клетка, или нейрон**, - является основой структурно – функциональной единицей нервной системы.

Первые исследования по физиологии нейронов проводились в значительной мере на изолированных участках периферических нервов, которые сохраняют в течение некоторого времени нормальные функции, если поместить их соответствующие условия. Вследствие этого многие из свойств, которые были выявлены и приписаны нейронам вообще, в действительности относились лишь к определенным частям некоторых, довольно нетипичных нейронов. Более того, поскольку отчётливой особенностью таких препаратов была способность реагировать на раздражение электрическим током, а проведение нервных импульсов обычно регистрировалось с помощью электрических приборов, исследователи невольно оказались под властью идеи о важном значении электрических свойств нервов. На протяжении многих лет наиболее широко была распространена **теория нервного проведения**, утверждавшая, что электрический ток, вы-

зываются импульсом в одном нейроне, ответственен за разряд других нейронов, с которыми контактирует первый.

Эта теория, хотя она и была неправильной, вызвала к жизни многие ценные исследования на таких простых нервных цепях, как нервно-мышечное соединение и спинномозговые связи, ответственные за рефлекторные реакции. Но постепенно данных, противоречащих электрической теории нервного проведения, становилось всё больше, и их нельзя было не учитывать. Наконец, за последние 20–25 лет была создана более сложная и близкая к истине модель нейрона.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ:**

### **Классификация нейронов по числу отростков**

Принято различать по числу отростков, отходящих от тела 3 основные типа нейронов:

1. Униполярные нейроны - имеют 1 отросток. По мнению большинства исследователей, такие нейроны не встречаются в нервной системе млекопитающих и человека.

2. Биполярные нейроны – имеют 2 отростка: аксон и дендрит. Разновидностью биполярных нейронов являются псевдоуниполярные нейроны спинномозговых ганглием, где оба отростка /аксон и дендрит/ отходят от единого выроста клеточного тела.

3. Мультиполярные нейроны – имеют один аксон и несколько дендритов. В любом отделе нервной системы можно выделить мультиполярные нейроны.

### **Классификация нейронов по форме.**

Веретеновидные, грушевидные, треугольные, многоугольная. Такой подход лежит в основе изучения цитоархитектоники мозга.

### **Классификация по выполняемой функции.**

1. Чувствительный /афферентный/ - помогающие человеку воспринимать внешний мир.
2. Ассоциативный /вставочный/.
3. Двигательные /эфферентные/ - вызывающие сокращения и движения. Именно эти нейроны получили наименование «мотонейроны», т.е. двигательные нейроны сконцентрированные в двигательных ядрах в передних рогах спинного мозга и столовой части головного мозга.

### **Биохимическая классификация.**

1. Холинергические /медиатор –АХ/.
2. Катехоламинергические /А, НА, дофамин/.
3. Аминокислотные /глицин, таурин/.

### **По принципу положения их в сети нейронов.**

Первичные, вторичные, третичные и. т. д.

Исходя из такой классификации существует и типы нервных сетей:

- иерархические (восходящие и нисходящие);
- локальные – передающие возбуждение на каком-либо одном уровне;
- дивергентные с одним входом (находящиеся в основном только в среднем мозге и в стволе мозга) –осуществляющие связь сразу со всеми уровнями



иерархической сети. Нейроны таких сетей называют «неспецифическими».

Именно к неспецифическим сетям относятся **ретикулярные нейроны** – многоугольные нейроны, образующие промежуточную зону серого вещества спинного мозга (включая боковые рога), ядра ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга (включая вегетативные ядра соответствующих черепно-мозговых нервов), образования субталамической и гипоталамической областей промежуточного мозга.

Нейроны можно различать в зависимости от того, имеют ли они длинные (клетка Гольджи, тип 1) или короткие аксоны, (клетка Гольджи тип 2). В рамках этой классификации короткими считаются те аксоны, ветви которых остаются в непосредственной близости от тела клетки. Итак, **клетки 1-го типа Гольджи (эфферентные)** – нейроны с длинным аксоном, продолжающимся в белом веществе мозга. А **клетки 2-го типа Гольджи (вставочные)** – нейроны с коротким аксоном, разветвления которого выходят за пределы серого вещества мозга.

#### **Клетки Гассера А, В и С-типов.**

Нейроны различаются также по скорости проведения импульсов по аксонам. Гассер разделил волокна на три основные группы: А, В и С. Волокна группы А и В миелинизированы (рис.7). Различия между группами А и В несущественны для психологии; нейроны типа В обнаруживаются только в преганглионарной части вегетативной нервной системы. Диаметр волокна типа А варьирует от 4 до 20 мкм, а скорость, с которой импульсы проходят по ним, определяемая в метрах в секунду, приблизительно равна величине их диаметра в микронах, умноженной на 6. С-волокна значительно меньше по диаметру (0,3 до 1,3 мкм), и скорость проведения импульсов в них несколько меньше величины диаметра, умноженной на 2.

Гассер подразделял А-волокна по скорости проведения. Волокна с наибольшей скоростью проведения были названы «А-альфа», средней – «А-бета» и наименьшей – «А-гамма». Поскольку скорость проведения прямо пропорциональна диаметру, эти обозначения иногда используются для классификации трех диапазонов диаметров миелинизированных волокон. В связи с этим Лпойд предложил классификацию, основанную непосредственно на диаметре волокон. К группе 1 относятся миелинизированные волокна диаметром 12-21 мкм, к группе 2 – 6-12 мкм, к группе 3 – 1-6 мкм. С-волокна клеток Гассера составляют группу 4.

#### **Формы нервных клеток. Пирамидальные нейроны Беца.**

Существует классификация нервных клеток, по которой в коре большого мозга нейроны делятся на три основных типа (по своей форме): пирамидные, звездчатые и веретеновидные; встречаются и переходные формы. Эти 3 типа нервных клеток коры можно определить на препаратах, окрашенных методом Ниссля, не позволяющим, однако, выявить дендриты, аксоны и их разветвления. Для выявления этих деталей необходимо применять метод Гольджи.

**Пирамидные нейроны** в коре имеют различную величину. Они встречаются во всех слоях коры. Наиболее крупные пирамидные нейроны находятся в слое IV зрительно коры и в слоях III и V других корковых зон. Особенно крупные пирамидные нейроны обнаружены в области коркового конца двигательного анализатора, где они носят имя В.А.Беца, впервые их описавшего. В отдельных областях коры пирамидные нейроны, особенно богато представлены в слое III; в местах деления этого слоя на три подслоя наиболее крупные пирамидные нейроны находят в III подслое. Они, как правило, имеют верхушечный (аликальный) дендрит со значительным разветвлением, направленный к поверхности коры. В большинстве случаев верхушечные дендриты доходят до слоя I коры, где и разветвляются в горизонтальном направлении. От основания пирамидного нейрона в горизонтальном направлении отходят базальные и боковые дендриты, также постепенно дающие разветвления различной длины. Единственный длинный аксон, отходящий от пирамидного нейрона, направляется вниз в белое вещество и дает разветвленные по разным направлениям коллатерали. Иногда его ответвления образуют дугу и направляется к поверхности коры, давая по пути отростки, образующие межнейронные связи.

#### **Звездчатые и веретеновидные нейроны.**

Весьма многообразны **звездчатые клетки** коры больших полушарий, особенно у человека. Система звездчатых нейронов с богатейшими разветвлениями дендритов в фило- и онтогенезе прогрессивно возрастает и усложняется в корковых концах анализаторов. Нейроны этого типа составляют значительную часть всех клеточных элементов коры больших полушарий мозга человека. Весьма разнообразны и богаты разветвлениями их дендритные и аксонные окончания, особенно в верхних слоях коры, т.е. в филогенетически наиболее новых образованиях. Аксоны звездчатых нейронов, в отличие от аксонов пирамидных и веретеновидных клеток, как правило, не выходят за пределы коры больших полушарий, а зачастую и за пределы одного слоя. В коре больших полушарий наблюдаются значительные различия в сложности форм и многообразии дендритных и аксонных разветвлений звездчатых нейронов: особенно многообразны межнейронные связи.

Если пирамидные и звездчатые клетки встречаются почти во всех слоях коры больших полушарий, то так называемые **веретеновидные нейроны** характерны в основном для слоя VI – VII слоев коры. Однако веретеновидные нейроны нередко встречаются и в V слое. Наиболее характерной особенностью веретеновидных нейронов является наличие у них двух дендритов, направленных в противоположные стороны. Часто наряду с этими основными дендритами и их разветвлениями от тела веретеновидных клеток отходит еще боковой дендрит, идущий в горизонтальном направлении. Дендриты веретеновидных клеток обычно образуют немного разветвлений. Разветвления аксонов веретеновидных клеток также весьма незначительно по сравнению с разветвлениями звездчатых и пирамидных нейронов. Верхушечный дендрит веретеновидной клетки, поднимаясь вверх, может дойти до I слоя, однако в большинстве своем эти дендриты оканчиваются в слоях V, IV и III.

## Анатомическое строение нервной клетки.

В процессе эволюции количество нервных клеток у животного непрерывно возрастает. У многих беспозвоночных (низшие черви, насекомые) насчитывается не более нескольких десятков или сотен нейронов; в ЦНС человека их содержится свыше 10 млрд.

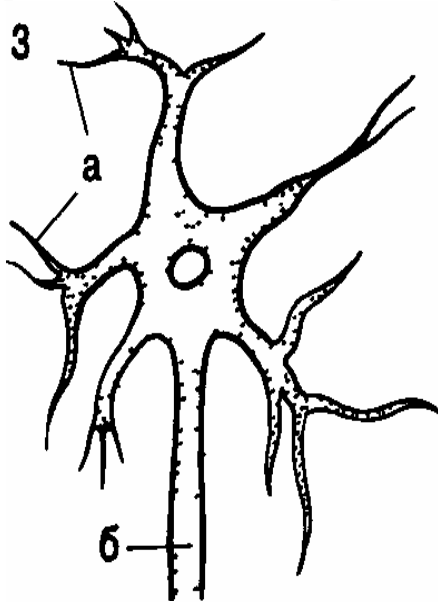


Рис. 1. Нейрон. а) аксон; б) дендрит; в) тело; г) ядро;

В нейроне (рис. 1.) различают **тело нервной клетки с ядром и ядрышком**, протоплазматические отростки, или **дендриты**, и осевоцилиндрический отросток – **аксон**. Аксон продолжается у многих клеток в виде нервного волокна. Соотношения размеров ядра и окружающей его протоплазмы – **перикариона**, значительно варьируют у разных нервных клеток. Сохраняет своё значение предложенное ещё Ф.Нисселем разделение нервных клеток на соматохромные и кариохромные.

Первые характеризуются наличием хорошо выраженного слоя цитоплазмы, со всех сторон окружающего ядро, у вторых ободок цитоплазмы вокруг ядра развит слабо, иногда сильно истончаясь с одной стороны ядра.

Известный западный исследователь нервной клетки Бодиан определил аксон, а он его так же и нейритом, как специализированную часть клетки, проводящую возбуждение от дендритной зоны по направлению к синаптическим бляшкам (или терминальным пуговкам), которые образуют контакты со следующими элементами в нервной цепи. Обычно на месте отхождения аксонов от тела клетки находится чётко ограниченное возвышение мембраны, называемое аксонным холмиком. Этот начальный участок аксона рассматривается как место конвергенции нервных импульсов, возникающих в теле нервной клетки и передаваемых на аксон. У одного аксона может быть от двух- трёх до нескольких десятков ответвлений, которые в анатомии ЦНС называются **коллатерали**.

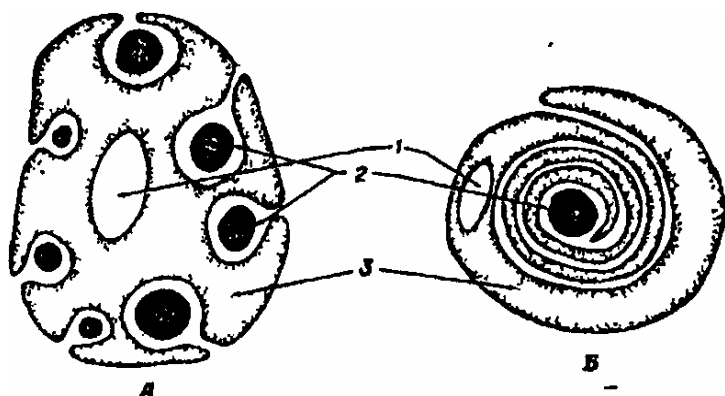
**Аксон (нейрит)** – осевоцилиндрический отросток нервной клетки, передающий возбуждение от одной нервной клетки другой.

Дендриты представляют собой по существу вытяжения протоплазмы тела нервных клеток и по своим гисто-физиологическим особенностям обнаруживают сходство с последней. Характерной особенностью структуры дендритов многих клеток является наличие особых выростов - шипиков, или боковых придатков. Шипик состоит из ножки, заканчивающиеся головкой. Количество и форма зависят от типа нейрона. Исследованиями последних установлено, что головки шипиков образует контакты с подходящими к ним или проходящими

мимо них аксонными веточками. Эти данные подтвердили концепцию, согласно которой шипики на дендритах являются синаптическими образованиями.

**Дендрит** - протоплазматический отросток нервной клетки, проводящий возбуждение к её телу.

### Миелиновая оболочка нервной клетки.



системе они формирует мезаксон.

Рис.2. А) Группа немиелизированных аксонов, имеющий общую клетку-сателлит. Б). Аксон покрытый миелиновой оболочкой.  
1. ядро клетки-сателлита; 2. аксон; 3. цитоплазма клетки-сателлит.

Аксон на своём протяжении, не считая короткого начального сегмента (рис.2.), покрыт многочисленными клетками- сателлитами. В периферических нервах (находящихся за пределами головного и спинного мозга) клетки- сателлиты образуют неврилему; в центральной нервной

У нескольких мелких безмякотных аксонов может быть общая клетка- сателлит (рис. 2, а). Мякотный аксон может быть обёрнут в несколько слоёв липидных мембранах своих собственных клеток (рис. 2, б). В последнем случае аксон называют также миелизированным, а оболочку клетки – **миелиновой**. Аксон обычно делится на несколько ветвей, а каждая ветвь в конце концов делится на множество терминальных (концевых) волокон, или телодендрий, которые ветвятся вокруг тел и дендритов других нейронов, часто образуя с ними многочисленные контакты.

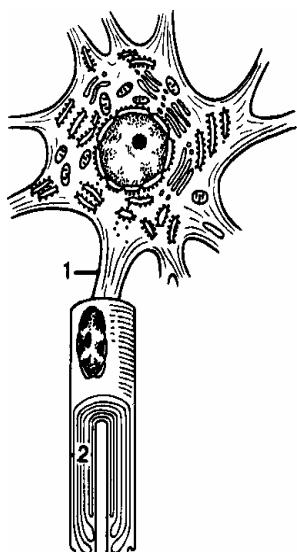


Рис. 3. Миелиновая оболочка  
1 – Аксон; 2 - Миелин

Таким образом, **миелиновой оболочкой нервной клетки** называется мякотная оболочка, окружающая нейрон и состоящая из специализированных клеток глии, капсулы которых содержат миелин, представляющий собой жироподобное вещество белого цвета. (Рис. 3.)

Концевые разветвления аксонов у разных нейронов имеют разнообразную форму в соответствии с характером их контактов с телами и дендритными разветвлениями других нейронов. Отрезки аксона, проходящие в сером веществе мозга, отдают от себя ответвления – боковые и возвратные коллатерали, также для установления контактов с расположенными поблизости нейронами. Существование нервных клеток, лишённых аксонов, представляется спорными. К таким безаксонным элементам относили, например, амакриновые клетки сетчатки глаза. В настоящее время имеются основания рассматривать отрост-

ки этих клеток как разветвления не дендритов, а именно аксона.

Исключительно редкими нейронами горизонтального молекулярного слоя коры мозга являются **клетки Кахаля – Ретциуса**, их особенность состоит в том, что дендриты, направляющиеся к периферии, преобразовались в аксоны.

### **Ядро нейрона, цитоплазма, вещество Ниссля, нейрофибриллы, митохондрии и другие включения.**

**Ядро нервной клетки** отличается сравнительно большими размерами круглой или овальной формой. Объемное соотношение между ядром и цитоплазмой клетки значительно варьирует в различных образованиях нервной системы. Мелкие клетки обычно имеют относительно более крупное ядро. Ядро нервной клетки содержит ядерный сок (кариоплазму), в котором различными гистологическими и гистохимическими методами выявляются гранулы, содержащие рибонуклеопротеид (хроматин). Оболочка ядра сравнительно плотна и под электронным микроскопом выявляется в виде двойной мембраны с нерегулярно расположенными порами.

В некоторых нервных клетках оболочка состоит из нескольких мембран, заметно варьирующих по диаметру. Внутри ядра, кроме гранул кариоплазмы, находится ядрышко диаметр которого достигает 0,5 – 1 мкм. Ядрышко содержит рибонуклеиновую (РНК) и дезоксирибонуклеиновую (ДНК) кислоты. На электронно-микроскопических снимках вещества ядрышка имеет вид сложной ячеистой сети без какой-либо наружной мембраны. Некоторые исследователи наблюдали тесную связь между веществом ядрышка и кариоплазмой. Показано также, что между кариоплазмой и цитоплазмой нервной клетки происходит обмен нуклеопротеидами. В ядрах двигательных клеток ДНК располагается в виде мелких зёрнышек, диффузно распределенных по всей массе кариоплазмы. Наряду с этим имеются от двух до десяти зёрнышек, дающих более интенсивную окраску на ДНК, и несколько перинуклеарных зёрнышек. В ядрах чувствительных районах межпозвоночных узлов зерна хроматина расположены более рыхло и выделяются только 2-3 перинуклеарных зёрнышка. В ядрах центральных переключающих нейронов ДНК содержится в малых количествах.

Таким образом, **ядро нервной клетки** является центральным мембранным элементом нейрона, содержащим прозрачный ядерный сок (кариоплазму), в котором находятся рибонуклеопротеид и ядрышко, содержащее рибонуклеиновую и дезоксирибонуклеиновую кислоты.

Гистохимические и электронно-микроскопические исследования показали, что структура органоидов определяется их химическим составом и функциональным значением в комплексных обменных процессах.

**Вещество Ниссля** (тигроид) является специфическим органоидом нервной клетки. Тигроид на препаратах, окрашенных основными красителями (метилевый синий, тионин, галлоцианин, крезилвиолетт, пиронин), наблюдается в виде хромофильной зернистости с определённой ориентацией. Тигроид обнаруживается прижизненно при фазово-контрастной микроскопии. Распределение тигроида в нервной клетке имеет ряд характерных особенностей в различных

отделах нервной системы. Большие различия по данному признаку имеются, например, между клетками корковых зон зрительного и двигательного анализаторов. Л. Ольшевскому удалось на основе анализа топографии и содержания тигроида в нервной клетке выделить некоторые трудно дифференцируемые ядра ретикулярной формации. Как правило, в крупных нейронах тигроид содержится в больших количествах и более равномерно распределён внутри тела клетки, в отличие от нервной клетки меньших размеров. Глыбки тигроида проникают и в отходящие от клетки дендриты. Гистохимические исследования показали, что тигроид является нуклеопротеидом. Исследование тигроида способом замораживания и высушивания под вакуумом выявило, что глыбки распределяются в цитоплазме нервной клетки неравномерно. Исследования с рибонуклеазой обнаружили, что в состав нислевской субстанции входит РНК. Обработка срезов этим ферментом делает глыбки невосприимчивыми к окраске основными красителями. Однако основа глыбок при этом сохраняется. В состав этой белковой основы входит по крайней мере два вида белков: один из них имеет щелочную реакцию и богат аргинином и гистидином, другой же обладает нейтральной или кислой реакцией и содержит ароматические аминокислоты.

В онтогенезе появление тигроида дифференцированной форме совпадает по времени с включением нейрона в функциональную систему и поэтому происходит в различных отделах нервной системы в разные сроки.

**Нейрофибриллы** являются вторым важным компонентом цитоплазмы нервной клетки и хорошо выявляются различными методами импрегнации серебром, а также прижизненной окраской мителиновым синим. Они были обнаружены в нервной клетке не только позвоночных, но и беспозвоночных. При исследовании под микроскопом они представляют тонкую сеть, в петлях которой лежат зёрна тигроида. При рассмотрении в электронном микроскопе в теле нервной клетки, как правило, можно выявить микротрубочки (диаметром 20 – 30 нм), нейрофиламенты (10 нм) и микрофиламенты (5 нм). В основе химической структуры нейрофибрилл лежат белки. Наличие микротрубочек и нейрофиламентов в аксонах и дендритах позволило предположить, что они участвуют в транспортировке различных веществ, что находит подтверждение в ряде биохимических исследований. Микрофиламенты изобилуют в растущих нервных отростках, их много так же в нейроглии. Полагают, что микрофиламенты принимают участие в управлении движением клеточной мембраны и подлежащей цитоплазмы. Некоторые авторы считают также, что нейрофибриллы являются основным субстратом для проведения нервных возбуждений с участием в этом процессе мембранных поверхностей тела клетки и её отростков, другие же относят нейрофибриллы к опорному аппарату. Специфичность нейрофибрилл для нервной клетки подвергается некоторыми исследователями сомнению, поскольку подобные нити обнаружены на электроннограммах клеток самых разнообразных тканей.

**Митохондрии** нервной клетки имеют зернистую, палочковидную или нитевидную форму и прослеживаются при фазово-контрастной микроскопии. Их количество варьирует в теле нервной клетки в очень больших пределах. Особенно много их на месте выхода аксона из нервной клетки (аксонный конус или хол-

мик) и в области синапсов. Гистохимические исследования показали, что в митохондриях нервной клетки имеются рибонуклеопротеиды, содержание которых меняется в зависимости от состояния клетки. В митохондриях нервной клетки установлена локализация различных ферментных систем, в частности окислительных ферментов – сукцинатдегидрогеназа и цитохромоксидазы, активность которых возрастает во время возбуждения нервной клетки и падает при её утомлении. Наряду с этими ферментами в митохондриях нервной клетки обнаруживаются также некоторые неспецифические ферменты, например кислая фосфатаза. Под электронным микроскопом внутренняя структура представляется весьма сложной. Каждая митохондрия имеет наружную двойную мембрану, от которой в просвет митохондрии отходит ряд гребешков, делящих её полость на отсеки. В последних работах показано, что эти гребешки (крысты) являются местом локализации названных выше ферментных систем. Митохондрии нервной клетки резко меняют свою форму в зависимости от того, локализованы ли они в теле или в её отростках. В теле клетки крысты митохондрии имеют перпендикулярное или косое расположение относительно длинной их оси; в дендритах же крысты располагаются параллельно длинной оси митохондрии. В аксонах митохондрии достигают необычайной длины (до 10 микрон) и иногда имеют сложную ветвистую форму.

**Включения.** В нервной клетке часто обнаруживаются пигментные гранулы. Тёмно-коричневые или чёрные гранулы меланина постоянно встречаются в нервной клетке некоторых отделов ЦНС (средний мозг – чёрная субстанция, продолговатый мозг – locus coeruleus, дорсальное ядро блуждающего нерва, а также межпозвоночные и симпатические узлы). Значение этих пигментных образований пока неясно. В нервной клетке часто встречаются также желтые гранулы липофусцина, являющегося продуктом нормальной жизнедеятельности нервной клетки. Количество липофусцина увеличивается с возрастом. Накопление жира в нервной клетке может являться результатом как нормального, так и патологического обмена. Гликоген обнаруживается во многих нервных клетках. Показано, что в цитоплазме ряда крупных нейронов, в особенности двигательных, содержится гликоген, количество которого меняется в зависимости от функционального состояния нервной клетки. По некоторым данным, гликоген связан с тигроидом. Гликоген обнаружен также в нервных окончаниях в области синапсов.

Железосодержащие гранулы выявлены в нервной клетке чёрной субстанции, бледного шара и некоторых других образований ЦНС. С возрастом количество железосодержащих гранул возрастает. При прижизненном воздействии на нервные клетки основных или кислых красителей происходит, как и в других клетках организма, их отложение в виде гранул в области аппарата Гольджи, что можно рассматривать как защитное приспособление нервной клетки.

### **Размножение клеток.**

С синтезом веществ протоплазмы и ростом теснейшим образом связано размножение клеток, осуществляющееся путём деления. Основная и универсальная форма деления клеток – **митоз**, непрямое деление, или **кариокинез**.

При митозе происходит сложная реорганизация ядра и цитоплазмы, которая в наиболее полной форме приводит к образованию двух дочерних клеток, подобных исходной материнской. В процессе митотического деления различают 4 основные стадии: **профазу**, **метафазу** (стадия материнской звезды), **анафазу** (стадия дочерних звёзд) и **телофазу**. К началу деления животные клетки обычно округляются; центриоли начинают отдаляться друг от друга; цитоплазма между ними приобретает фибриллярное строение; вокруг центриолей путём образования радиально расположенных нитчатых структур образуется лучистое сияние - астросфера. Вскоре центриоли оказываются у двух противоположных полюсов клетки, а фибриллярно структурированная цитоплазма вытягивается между ними в ахроматиновое веретено; распространяющееся от полюсов лучистое сияние доходит до периферии клетки. Сущность митоза состоит в преобразовании ядерного аппарата. При переходе интеркинетического ядра в стадию профазы в нём вместо глыбок хроматинового материала становятся микроскопически видимыми нитчатые образования – хромосомы. Во многих случаях на этой стадии по длине хромосом обнаруживаются варикозные, интенсивно окрашивающиеся утолщения – хромомеры имеющие в каждой хромосоме определённую форму и расположение.

В течение профазы происходит укорочение хромосом до  $1/10$  –  $1/20$  первоначальной длины при одновременном их утолщении – спирализация хромосом – результат спирального скручивания входящих в состав хромосом тончайших нитей – хромонем. После спирализации хромомерная структура становится незаметной, и хромосомы превращаются в равномерно окрашивающиеся тела, состоящие из двух продольно сложенных, но не всегда различимых половинок – хроматид. В это же время исчезает оболочка ядра и растворяется ядрышко. На стадии метафазы хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клетки, образуя фигуру материнской звезды или экваториальную пластинку; на этой стадии особенно легко определяются число и форма хромосом. Установлено что во всех делящихся соматических клетках данного животного организма или спорофита у растений с чередованием поколений, как правило, имеется двойной – диплоидный набор различных по форме и величине хромосом. В зрелых половых клетках хромосом одинарный (гаплоидный набор или геном). **Диплоидный набор хромосом** является результатом соединения при оплодотворении хромосомных комплексов женской и мужской половых клеток. Таким образом, в диплоидном наборе каждый сорт хромосом представлен двумя гомологичными хромосомами материнского и отцовского происхождения. У разных видов количество хромосом сильно варьирует. Минимальное количество хромосом у аскариды – 1 пара; у ракообразных имеется 200 хромосом. В тканях человека насчитывается, по данным одних авторов, 23, других – 24 пары хромосом.

Важнейшей структурной частью каждой хромосомы является маленький слабо окрашивающийся участок – центромера, или кинетическое тельце. При расщеп-



лении хромосомы на 2 хроматиды этот участок также раздваивается. При достижении хромосомами экваториальной плоскости веретена центромера оказывается местом прикрепления нитей, идущих от полюса веретена, - хромосомных нитей. При этом к центромере одной хроматиды прикрепляется хромосомная нить от одного полюса, а к центромере другой хроматиды той же хромосомы – нить от противоположного полюса. Хромосомные нити располагаются на периферии веретена, остальные нити веретена идут от полюса к полюсу клетки, не прерываясь. В стадии анафазы хроматиды каждой хромосомы начинают расходиться к своим полюсам; образуются две группы направляющихся к полюсам хромосом – дочерние звёзды. На последней стадии – телофазе – происходит реконструкция интеркинетического ядра. Хромосомы в результате деспирализации вновь удлиняются и утончаются, становясь плохо различимыми. Определённые участки хромосом остаются в интеркинетическом ядре спирализованными и удерживают большие количества ДНК - гетерохроматиновые участки; они имеют вид глыбок хроматина. Кариосомы представляют собой крупные скопления гетерохроматина. Деспирализирующиеся участки хромосом – эухроматиновые участки – бледно окрашиваются и становятся плохо различимыми. В телофазе восстанавливается ядерная оболочка и ядрышко. Способ возникновения этих структур неясен; предполагают, что в формировании ядрышек участвуют особые, так называемые ядрышковые, хромосомы. Веретено и астросфера претерпевают обратное развитие. По экватору клетки образуется **кольцевая перетяжка, приводящая к отделению дочерних клеток друг от друга** (плазматомия).

В процессе митоза митохондрии и аппарат Гольджи более и менее равномерно распределяются между дочерними клетками. Если аппарат Гольджи имеет компактную форму, то в начале деления он предварительно распадается на отдельные (диктиосомы), из которых в дочерних клетках вновь реконструируется исходная структура аппарата (диктиокинез).

В период митоза у дифференцированных клеток выполнение специализированных функций, например выработка секрета, обычно прерывается. Могут на это время исчезать, а затем восстанавливаются, некоторые специальные структуры и включения, например реснички в мерцательных клетках, гранулы секрета в железистых.

В клетках высших растений митоз протекает без участия центросом и без образования астросфер (анастральный тип); различные отклонения от описанной схемы могут наблюдаться у простейших (например, у инфузорий при делении микронуклеуса ахроматиновое веретено располагается внутри ядерной оболочки), однако **сущность митотического деления** – это совершенно точное распределение хромосомного материала между дочерними ядрами путём продольного расщепления хромосом и последующего расхождения их половин к разным полюсам материнской клетки – во всех случаях одинакова. Значение митоза и смысл его общебиологического распространения могут быть поняты в настоящее время только на основе хромосомной теории наследственности, согласно которой хромосомы являются носителями факторов наследственности – генов, каждый из которых принимает специфическое участие в изменении ве-

ществ в клетке. Для нормального развития и функционирования организма необходим полный набор генов, а следовательно и полный набор хромосом, т.к. каждая хромосома содержит лишь определённую часть генов данного организма. Гены расположены в линейном порядке вдоль оси хромосомы; гомологичные хромосомы имеют ассортимент генов одинокого назначения. Ряд фактов заставляет предположить, что специфичность каждого гена определяется специфичностью входящих в состав хромосомы молекул ДНК (и их частей), связанных с основным белком. Молекулы ДНК состоят из двух спирально свёрнутых нитей (Уотсон и Крик); каждая нить представляет собой высокополимерное соединение, построенное из множества элементарных частиц ДНК – нуклеидов; имеется 4 вида нуклеотидов, которые различаются структурой своих азотистых оснований; специфичность молекулы ДНК обусловлены своеобразием в чередовании различных нуклеотидов.

Размножение клеток предполагает умножение генного материала и равное распределение его между дочерними клетками. Первая осуществляется путем построения – редупликации новых аналогичных генных макромолекул. Редупликация, по-видимому, происходит в конце интеркинеза. Точное распределение генов между клетками достигается митозом благодаря продольному расщеплению каждой хромосомы на две одинаковые дочерние хроматиды.

**Особой формой митоза** является деление, связанным с образованием половых клеток – **мейоз**. У всех многоклеточных животных ,ряда простейших и у низших растений мейоз непосредственно предшествует образованию половых клеток. У остальных организмов он может осуществляется на других фазах жизненного цикла. Мейоз состоит из 2-х последовательно протекающих делений, в результате которых из диплоидных ооцитов и сперматоцитов 1-ого порядка образуются яйцевые клетки и сперматозоиды с гаплоидным набором хромосом. Достигается это тем, что в **профазе** первого мейотического деления происходит сближение- конъюгация гомологичных хромосом, а затем в **анафазе** первого мейотического деления к каждому полюсу отходят по одной целой хромосоме от каждой гомологичной паре. В анафаз 2-ого мейотического деления к полюсам расходятся хроматиды от каждой хромосомы. Таким образом, переход диплоидного набора хромосом к гаплоидному осуществляется уже при первом мейотическом делении (в некоторых случаях расхождение гомологичных хромосом происходит при 2-м мейотическом делении).

**При оплодотворении восстанавливается диплоидный набор хромосом.** Значение мейоза не ограничивается предотвращением удвоения хромосом в каждом следующем поколении. При конъюгации хромосом во время первого мейотического деления гомологичные хромосомы обмениваются отдельными своими участками. **Это приводит к рекомбинации части отцовских и материнских генов в хромосоме и таким образом повышает наследственную изменчивость в следующих поколениях.**

В тканевых клетках митоз может не завершаться плазматомией; эта приводит к образованию двуядерных клеток. Иногда в клетке умножений набора хромосом осуществляется *без увеличения числа ядер — эндомиоз;* При эндомиозе не происходит реорганизации цитоплазмы, сохраняется ядер-

ная оболочка и ядрышко; размеры ядра увеличиваются. Эндомитоз наблюдается

в различных тканевых клетках животных и растений. Большое распространение он имеет у простейших, где приводит, в частности, к образованию крупных макронуклеусов инфузорий, заключающих в себе большое число хромосомных наборов.

Ядра с *увеличенным числом хромосомных наборов* называются **полиплоидными**; имеющие четыре набора вместо двух называются тетраплоидными, восемь — октаплоидными и т. д. Полиплоидность может быть получена не только путем эндомитоза, но и в результате повреждения механизма митоза при ряде воздействий на делящиеся клетки (например, при отравлении колхицином, аценафтенем, трипафлавином и др.). Полиплоидность связана с увеличением размеров клеток - при полиплоидности всех тканевых клеток **обычно увеличиваются и размеры организма**.

В некоторых тканевых клетках (например, у насекомых) происходит умножение хромосом в каждой хромосоме без увеличения числа хромосом и без характерной для митоза реорганизации ядра и цитоплазмы — политения. При этом хромосомы становятся крупнее и по размеру могут превышать в сотни раз обычные хромосомы (например, во многих соматических клетках двукрылых). Политения также сопровождается увеличением размеров клетки. При политении и полиплоидии в ядрах соответственно возрастает количество ДНК. Эндомитоз и политения в специализированных или дифференцирующихся клетках приводят к увеличению ядерного материала без нарушения их специфических функций и структур.

В клетках различных нормальных (скелетные мышцы, фиброциты, эпителий мочевого пузыря и т. д.) и патологических (злокачественные опухоли) тканей можно наблюдать деление *ядер* путем **амитоза**. Нередко амитозы наступают после повреждения тканей разными агентами. При амитозе ни в ядре, ни в цитоплазме не обнаруживаются какие-либо существенные перестройки. Амитоз обычно начинается с перешнуровывания ядрышек, затем перетяжкой или путем образования перегородки ядро разделяется на две половинки. Иногда ядро сразу делится на несколько частей (фрагментация). В некоторых случаях деление происходит неравномерно, и от ядра отпочковываются небольшие части кариоплазмы. Обычно амитоз не сопровождается плазматомией и приводит лишь к увеличению числа ядер в клетке. Вопросы полноценности амитоза как способа деления ядер, состояния хромосомного аппарата при амитозе и возможности смены амитоза митозом' до настоящего времени не решены.

Материнский и отцовский организмы **одинаково** влияют на наследственность потомков, *несмотря на то, что в оплодотворенном яйце — зиготе цитоплазма почти полностью материнского происхождения*. Это обстоятельство свидетельствует о том, что основным носителем наследственности служат хромосомы ядра, которые содержатся в яйцевой клетке и сперматозоиде в равном количестве (не считая половых хромосом). Наряду со многими другими фактами этот вывод подтверждается прямыми опытами, в которых зигота, содержащая цитоплазму яйца одного вида и ядро сперматозоида другого, раз-

вивалась в организм, обладавший только признаками отца (опыты на шелко-  
вичных червях Б.Л.Астаурова).

Имеются, однако, данные, свидетельствующие о том, что некоторые факто-  
ры наследственности находятся и в цитоплазме. На это указывают, в частности,  
те случаи, когда признак передается матерью, но не передается отцом. Явления  
цитоплазматической наследственности обнаружены в значительном количестве  
у высших и низших растений, в меньшем — у животных (например, пестроли-  
стность у некоторых декоративных растений, вязкость цитоплазмы, устойчи-  
вость к ядам, температурный оптимум и др. свойства у кипрея, чувстви-  
тельность к CO<sub>2</sub> у дрозофилы и т. д.). Факторы наследственности должны быть  
способны к самовоспроизведению.

В цитоплазме **животных клеток** среди микроскопически видимых структур к  
редупликации путем деления способны митохондрии, аппарат Гольджи и цен-  
триоли, у растительных клеток — митохондрии и пластиды. Однако не исклю-  
чена также возможность образования этих структур в цитоплазме заново, что  
было неоднократно показано в отношении центриолей. Вопрос о том, какие  
компоненты цитоплазмы могут быть носителями факторов наследственности,  
остаётся открытым; лишь в некоторых случаях эту роль с большой долей веро-  
ятности удается приписать хлоропластам.

Одной из важнейших, но не решенных проблем цитологии является выяс-  
нение того, каким путем хромосомы оказывают специфическое влияние на об-  
мен веществ клетки и тем самым определяют их наследственно обусловленные  
свойства. Для решения этого вопроса и определения участия ядра в осуществ-  
лении клеточных функций большое значение имеют наблюдения над клетками,  
искусственно лишёнными ядра, а также опыты по введению в клетку с удален-  
ным ядром ядра, взятого от клетки другого вида (Хеммерлинг).

### Синапс нервной клетки

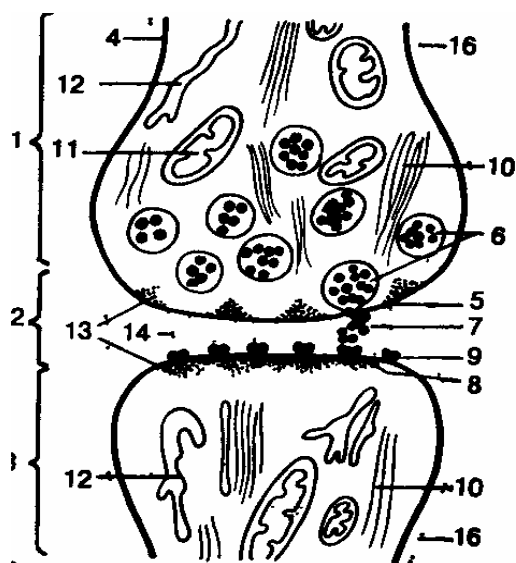


Рис.4. Межнейрональный химический синапс.  
1. пресинаптический полюс; 2. синаптическая щель; 3. постсинап-  
тический полюс.

**Синапс** - (от греческого *synapsis* - сопри-  
косновение, связь) - место контакта двух ней-  
ронов или нейрона и мышцы.

Синапс состоит из 2-х мембран, соприкасаю-  
щихся друг с другом: одна из них принадлежит  
разветвлению аксона одного нейрона, а другая  
- дендриту другого нейрона (рис. 4.). При ис-  
следовании синапса под электронным микро-  
скопом ясно видна граница контактирующих  
друг с другом нейронов. На этой границе чётко

вырисовываются две мембраны - пресинаптическая и постсинаптическая, от-  
делённые друг от друга синаптической щелью. В центральной нервной системе  
синаптическая щель является непосредственным продолжением межклеточно-

го пространства, их содержимое сообщается друг с другом. Ширина синаптической щели - от 2 до 30 нм, диаметр синаптического контакта - от 0,1 до 10 мкм. **Синаптическая щель** - промежуток, разделяющий пресинаптическую мембрану аксона одной клетки и постсинаптическую мембрану тела или дендрита нейрона другой клетки или мышцы.

*Пресинаптическая мембрана* является продолжением поверхностной мембраны аксонального окончания, глиальные элементы не участвуют в образовании синапсов. Эта мембрана не сплошная, она имеет отверстия, через которые цитоплазма аксональных окончаний сообщается с синаптическим пространством. *Постсинаптическая мембрана* менее плотная, чем пресинаптическая, она не имеет отверстий. Толщина каждой из мембран синапса не превышает 5-6 нм. Несколько иначе построены органические синапсы, например в области нервно-мышечного соединения. На поверхности мышечного волокна имеется углубление со множеством ветвящихся и взаимодействующих между собой складок, в которых размещаются разветвления аксона. Здесь также различаются пресинаптическая (аксональная) мембрана и постсинаптическая (мышечная) мембрана. Обе мембраны состоят из нескольких слоев; толщина каждой — около 10 нм, пространство между мембранами заполнено сильно гидратированным гелем.

Синапсы бывают двух видов - *возбуждающие* и *тормозные*, с их помощью происходит соответственно передача или блокада нервного импульса.

Основной функцией синапса является передача возбуждения с одной нервной клетки на другую либо с нейрона на эффекторный орган. По современным данным, в большинстве синапсов передача возбуждения осуществляется посредством *медиатора*, синтезируемого и накапливаемого в нервных окончаниях. Об этих функциях будет подробно рассказано при изучении физиологии ЦНС.

### **3. Топография и строение спинного мозга.**

Спинальный мозг имеет вид толстого шнура, диаметр составляет около 1 см. Длина спинного мозга у взрослого человека составляет 43 см. Масса от 34 до 38 грамм, что составляет 2% от массы головного мозга. Он несколько уплощен в передне-заднем направлении. Спинальный мозг имеет сегментарное строение. На уровне большого затылочного отверстия переходит в головной мозг, а на уровне 1 – 2 поясничных позвонков заканчивается мозговым конусом, от которого отходит терминальная /концевая/ нить, окруженная корешками поясничных и крестцовых спинномозговых нервов. В местах отхождения нервов к верхним и нижним конечностям имеются утолщения. Эти утолщения называют шейным и поясничным /пояснично-крестцовым/.

В утробном развитии эти утолщения не выражены. Шейное утолщение на уровне V - VI шейных сегментов и пояснично-крестцовое в области III – IV поясничных сегментов. Морфологических границ между сегментами спинного мозга не существует, поэтому деление на сегменты является функциональным.

Передняя срединная щель и задняя срединная борозда делят спинной мозг на две симметричные половины. Каждая половина в свою очередь имеет по две слабо выраженные продольные борозды, из которых выходят передние и задние корешки спинномозговых нервов. Передний корешок состоит из отростков двигательных /моторных, эфферентных, центробежных/ нервных клеток, расположенных в переднем роге спинного мозга. Задний корешок чувствительный /афферентный, центростремительный/ представляет совокупностью проникающих в спинной мозг центральных отростков псевдоуниполярных клеток, тела которых образуют спинномозговой узел.

От спинного мозга отходят 31 пара спинномозговых нервов: 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и пара копчиковых. Участок спинного мозга соответствующий двум парам корешков /два передних и два задних/ называют **сегментом**.

Передние корешки выполняют различную функцию. Задние корешки содержат только афферентные волокна и проводят в спинной мозг чувствительные импульсы, а передние содержат эфферентные волокна, которые передают двигательные импульсы из спинного мозга к мышцам.

#### **Внутреннее строение спинного мозга.**

Спинной мозг состоит из нервных клеток и волокон серого вещества, имеющего на поперечном срезе вид буквы Н или бабочки. На периферии от серого вещества находится белое вещество, образованное нервными волокнами. В центре серого вещества располагается центральный канал, содержащий спинномозговую жидкость. Верхний конец канала сообщается с IV желудочком, а нижний образует концевой желудочек. В сером веществе различают передние, боковые и задние столбы, а на поперечном срезе они соответственно передние, боковые и задние рога. В передних рогах расположены двигательные нейроны, в задних – чувствительные нейроны и в боковых – нейроны, образующие центры симпатической нервной системы.

Спинной мозг человека содержит около 13 нейронов, из них 3% - мотонейроны, а 97% - вставочные. Функционально нейроны спинного мозга можно разделить на 4 основные группы:

- 1) мотонейроны, или двигательные, - клетки передних рогов, аксоны которых образуют передние корешки;
- 2) интернейроны – нейроны, получающие информацию от спинальных ганглиев и располагающихся в задних рогах. Эти нейроны реагируют на болевые, температурные, тактильные, вибрационные, проприоцептивные раздражения;
- 3) симпатические, парасимпатические нейроны расположены преимущественно в боковых рогах. Аксоны этих нейронов выходят из спинного мозга в составе передних корешков;
- 4) ассоциативные клетки – нейроны собственного аппарата спинного мозга, устанавливающие связи внутри и между сегментами.

В средней зоне серого вещества (между задним и передним рогами) спинного мозга имеется промежуточное ядро (ядро Кахаля) с клетками, аксоны которых идут вверх или вниз на 1-2 сегмента и дают коллатерали на нейроны

ипси- и контралатеральной стороны, образуя сеть. Подобная сеть имеется и на вершущке заднего рога спинного мозга – эта сеть образует так называемое студенистое вещество и выполняет функции ретикулярной формации спинного мозга.

Средняя часть серого вещества спинного мозга содержит преимущественно короткоаксонные веретенообразные клетки (промежуточные нейроны), выполняющие связующую функцию между симпатическими отделами сегмента, между клетками его передних и задних рогов.

*Мотонейроны.* Аксон мотонейрона своими терминалями иннервирует сотни мышечных волокон, образуя мотонейронную единицу. Чем меньше мышечных волокон иннервирует один аксон, тем более дифференцированные, точные движения выполняет мышца.

Мотонейроны спинного мозга функционально делят на  $\alpha$  – и  $\gamma$  – нейроны.

$\alpha$ -Мотонейроны образуют прямые связи с чувствительными путями, идущими от экстрафузальных волокон мышечного веретена, имеют до 20000 синапсов на своих дендритах и характеризуются низкой частотой импульсации (10-20 в секунду).

$\gamma$ -Мотонейроны, иннервирующие интрафузальные мышечные волокна мышечного веретена, получают информацию о его состоянии через промежуточные нейроны. Сокращение интрафузального мышечного волокна не приводит к сокращению мышцы, но повышает частоту разрядов импульсов, идущих от рецепторов волокна в спинной мозг. Эти нейроны обладают высокой частотой импульсации (до 200 в секунду).

Интернейроны. Эти промежуточные нейроны, генерирующие импульсы с частотой до 1000 в секунду, являются фоновоактивными и имеют на своих дендритах до 500 синапсов. Функция интернейронов заключается в организации связей между структурами спинного мозга в обеспечении влияния восходящих и нисходящих путей на клетки отдельных сегментов спинного мозга. Очень важной функцией интернейронов является торможение активности нейронов, что обеспечивает сохранение направленности пути возбуждения. Возбуждение интернейронов, связанных с моторными клетками, оказывает тормозящее влияние на мышцы-антагонисты.

Нейроны симпатического отдела автономной системы. Расположены в боковых рогах сегментов грудного отдела спинного мозга. Эти нейроны являются фоновоактивными, но имеют редкую частоту импульсации (3-5 в секунду).

Нейроны парасимпатического отдела автономной системы. Локализуется в сакральном отделе спинного мозга и является фоновоактивным.

Таким образом, серое вещество спинного мозга образует сегментарный аппарат спинного мозга. Основная функция это осуществление врожденных рефлексов в ответ на раздражение /внутреннее или внешнее/.

Белое вещество разделяют на три канатика с каждой стороны: передний, боковой и задний.

**Передний канатик** включает следующие проводящие пути:

1. Передний корково-спинномозговой /пирамидный путь/ двигательный путь. Он содержит отростки пирамидных клеток. Пучок нервных волокон, образующих этот путь лежит вблизи передней срединной щели. Проводящий путь передает импульсы двигательных реакций от коры большого мозга к передним рогам спинного мозга.
2. Ретикулярно-спинномозговой путь проводит импульсы от ретикулярной формации головного мозга к двигательным ядрам переднего рога спинного мозга. Он располагается в центральной части переднего канатика, латеральнее корково-спинномозгового пути.
3. Покрышечно-спинномозговой путь связывает подкорковые центры зрения и слуха с двигательными ядрами передних рогов спинного мозга. Пучок этих волокон непосредственно примыкает к передней срединной щели. Наличие этого тракта позволяет осуществлять рефлекторные защитные движения при зрительных и слуховых раздражениях.
4. Передний спинно-таламический путь находится несколько впереди от ретикулярно-спинномозгового пути. Проводит импульсы тактильной чувствительности.
5. Задний продольный пучок расположен между передним пирамидным и передней серой спайкой. Волокна этого пучка проводят нервные импульсы координирующие работу мышц или и глазного яблока.
6. Преддверно-спинномозговой путь находится на границе переднего канатика с боковым канатиком. Обеспечивает поддержание равновесия и осуществляет координацию движения.

**Боковой канатик** – содержит следующие пути:

1. Задний спинно-мозжечковый путь /пучок Флексига/, проводит импульсы проприоцептивной чувствительности, идущих в мозжечок.
2. Передний спинно-мозжечковый путь /пучок Говерса/, несет проприоцептивные импульсы в мозжечок.
3. Латеральный спинно-таламический путь располагается в передних отделах бокового канатика, проводит импульсы болевой и температурной чувствительности.
4. Латеральный корково-спинномозговой путь проводит двигательные импульсы от коры большого мозга к передним рогам спинного мозга.
5. Краснаядерно-спинномозговой путь расположен впереди от латерального корково-спинномозгового /пирамидного/ пути. Этот путь является проводником импульсов автоматического /подсознательного/ управления движениями и тонусом скелетных мышц. Проводит импульсы к передним рогам спинного мозга.

**Задний канатик** на уровне шейного и верхних грудных сегментов спинного мозга делится на два пучка задней промежуточной бороздой: тонкий пучок /пучок Голля/ и клиновидный пучок /пучок Бурдаха/.

Тонкий пучок состоит из более длинных проводников, идущих от нижних отделов туловища и нижних конечностей соответствующей стороны к продолговатому мозгу. Тонкий и клиновидный пучки это проводники проприоцептив-



ной чувствительности /суставно-мышечное чувство/, которые несут в кору полушарий большого мозга информацию о положении тела и его частей а пространстве.

Белое вещество образовано миелиновыми волокнами. Пучки нервных волокон, связывающие различные отделы нервной системы называются проводящими путями спинного мозга. Выделяют три проводящих путей. (Рис. )

1. Волокна, соединяющие участки спинного мозга на различных уровнях.
2. Двигательные /эфферентные, нисходящие/ волокна, идущие из головного мозга в спинной мозг на соединения с клетками передних рогов.
3. Чувствительные /афферентные, восходящие/ волокна, направляющиеся к центрам большого мозга и мозжечка.

Все восходящие корковые пути состоят из 3 нейронов.

Первые нейроны располагаются в органах чувств, заканчиваются в спинном мозге или в стволовой части мозга.

Вторые нейроны располагаются в ядрах спинного мозга или головного мозга, и заканчиваются в ядрах таламуса и гипоталамуса. Эти нейроны образуют центростремительные восходящие пути.

Третьи нейроны лежат в ядрах промежуточного мозга /в ядрах таламуса/ для кожной и мышечно-суставной чувствительности, для зрительных импульсов в колленчатом теле, обонятельных импульсов в в сосцевидных телах. Отростки третьих нейронов заканчиваются на клетках соответствующих корковых центров /зрительный, слуховой, обонятельный и общей чувствительности/.

Среди центробежных нервных путей необходимо выделить корково-спинномозговые /пирамидные/ и корково-мозжечковые пути.

Пирамидные пути начинаются от клеток пятого слоя коры в области предцентральной извилины. Они обеспечивают передачу нервных импульсов от двигательного центра коры мозга к двигательным ядрам черепных нервов и двигательным нейронам передних рогов спинного мозга. Эти импульсы участвуют в формировании сознательных двигательных реакций человека. Нервные волокна идут через ножку мозга, мост и проходят в пирамиды продолговатого мозга, где большая часть волокон перекрещивается и нервные волокна идут в боковой канатик спинного мозга, а затем к передним рогам спинного мозга, которые связаны с мышцами.

Корково-мозжечковые связи соединяют кору полушарий большого мозга с мозжечком. Это двух нейронный путь. Тело первого нейрона лежит в спинномозговом узле, а вторые нейроны лежат в задних рогах спинного мозга. При помощи этой связи кора большого мозга оказывает регулирующее влияние на деятельность мозжечка.

Функция спинного мозга заключается в том, что он служит координирующим центром простых спинальных рефлексов /коленный рефлекс/ и автономных рефлексов /сокращение мочевого пузыря/, а также осуществляет связь между спинальными нервами и головным мозгом.

Спинному мозгу присущи две функции: рефлекторная и проводниковая.

### **Рефлекторные функции.**

Нервные клетки организма связаны с рецепторами и рабочими органами. Двигательные нейроны мозга иннервируют все мышцы туловища, конечностей, шеи и дыхательные мышцы – диафрагму и межреберные мышцы.

Собственная рефлекторная деятельность спинного мозга осуществляется сегментарными рефлекторными дугами.

Сегментарная рефлекторная дуга состоит из рецепторного поля, из которого импульсация по чувствительному волокну нейрона спинального ганглия, а затем по аксону этого же нейрона через задний корешок входит в спинной мозг, далее аксон может идти прямо к мотонейрону переднего рога, аксон которого подходит к мышце. Так образуется моносинаптическая рефлекторная дуга, которая имеет один синапс между афферентным нейроном спинального ганглия и мотонейроном переднего рога. Эти рефлекторные дуги образуются в таких рефлексах, которые возникают только при раздражении рецепторов аннулоспиральных окончаний мышечных веретен. Другие спинальные рефлексы реализуются с участием интернейронов заднего рога или промежуточной области спинного мозга. В итоге возникают полисинаптические рефлекторные дуги.

**Проводниковые функции** выполняются за счет восходящих и нисходящих путей. Эти пути связывают определенные сегменты спинного мозга друг с другом, а также с головным мозгом.

#### **Оболочки спинного мозга.**

Спинной мозг окружен тремя оболочками.

1. **Наружная** – твердая оболочка представлена продолговатым мешком с прочными стенками, расположенный в позвоночном канале и содержащий спинной мозг с корешками. Внутренняя поверхность твердой оболочки спинного мозга отделена от средней /паутинной/ оболочки узким щелевидным **субдуральным пространством**, которое пронизано соединительнотканными волокнами.
2. **Паутинная** /средняя/ оболочка – это тонкая, прозрачная оболочка расположенная внутри от твердой оболочки. Паутинная оболочка срастается с твердой оболочкой возле межпозвоночных отверстий.
3. **Мягкая** /сосудистая/ оболочка – это внутренняя, плотно прилежит к спинному мозгу и срастается с ним. В ней различают 2 слоя – внутренний и наружный, между которыми располагаются кровеносные сосуды. Между мягкой и паутинной оболочками располагается подпаутинное пространство, заполненное спинномозговой жидкостью /примерно 120 – 140 мл./.

#### **Кровоснабжение спинного мозга**

Кровоснабжение спинного мозга осуществляется позвоночной артерией, глубокой шейной артерией, межреберными, поясничными, латеральными крестцовыми артериями.

#### **Возрастные особенности**

У новорожденного спинной мозг составляет в длину 14 см., к двум годам – 20 см., к 10 годам – 29 см. Масса спинного мозга у новорожденного составляет 5,5 гр., к двум годам – 13 гр., к 7 годам – 19 гр. У новорожденного хорошо выражены два утолщения, а центральный канал шире, чем у взрослого. В первые

два года происходит изменение просвета центрального канала. Объем белого вещества возрастает быстрее, чем объем серого вещества.

#### **4. Большие полушарии: доли, борозды, извилины. Серое и белое вещество. Полость полушария.**

Головной мозг состоит: передний мозг /конечный и промежуточный/ среднего мозга, ромбовидного мозга /задний мозг – мост, мозжечок, продолговатый мозг/. Между ромбовидным и средним мозгом расположен перешеек ромбовидного мозга.

Головной мозг находится в полости мозгового черепа. Имеет выпуклую верхнелатеральную поверхность и нижнюю поверхность – уплощенную – основание головного мозга

Масса мозга взрослого человека от 1100 до 2000 грамм, от 20 до 60 лет m и V остаются максимальными и постоянными, после 60 лет несколько уменьшается. Ни абсолютная, ни относительная масса мозга не является показателем степени умственного развития. Масса мозга Тургенева 2012 гр., Байрона 2238 гр., Кювье 1830 гр., Шиллера 1871 гр., Менделеева 1579 гр., Павлова 1653 гр. Головной мозг состоит из тел нейронов, нервных трактов и кровеносных сосудов. Головной мозг состоит из 3 частей: полушария большого мозга, мозжечок и мозговой ствол.

Полушария большого мозга достигают максимального развития у человека, возник позднее других отделов.

Большой мозг состоит из двух полушарий – правого и левого, которые связаны одно с другим толстой спайкой /комиссурой/ - мозолистым телом. Правое и левое полушария делятся с помощью продольной щели. Под комиссурой находится свод, представляющий собой два изогнутых волокнистых тяжа, которые в средней части соединены между собой, а спереди и сзади расходятся, образуя столбы и ножки свода. Спереди от столбов свода находится передняя спайка. Между мозолистым телом и сводом натянута тонкая вертикальная пластинка мозговой ткани - прозрачная перегородка.

Полушария имеют верхнелатеральную, медиальную и нижнюю поверхности. Верхнелатеральная выпуклая, медиальная – плоская. Обращенная к такой же поверхности другого полушария, и нижняя неправильной формы. На трех поверхностях располагаются глубокие и мелкие борозды, и между ними извилины. Борозды – углубления между извилинами. Извилины – возвышения мозгового вещества.

Поверхности полушарий большого мозга отделены друг от друга краями. Это верхний край, нижнелатеральный край и нижневертикальный край. В пространстве между двумя полушариями входит серп большого мозга – большой серповидный отросток, представляющий собой тонкую пластинку твердой оболочки, которая проникает в продольную щель большого мозга не достигая мозолистого тела и отделяет друг от друга правое и левое полушария. Наиболее выступающие участки полушария получили название полюсов: лобный полюс, затылочный полюс и височный полюс. Рельеф поверхностей полушарий боль-

шого мозга очень сложен и связи с наличием более или менее глубоких борозд большого мозга и расположенных между ними валикообразных возвышений – извилин большого мозга. Глубина, протяженность некоторых борозд и извилин, их форма и направление очень изменчивы.

Каждое полушарие делится на доли – лобная, теменная, затылочная, височная, островковая. Центральная борозда /Роландова борозда/ отделяет лобную долю от теменной, латеральная борозда /Сильвиева борозда/ отделяет височную от лобной и теменной, теменно-затылочная разделяет теменную и затылочную доли. Латеральная борозда закладывается к 4 месяцу внутриутробного развития, теменно-затылочная и центральная к 6 месяцу. Во внутриутробном периоде происходит гирификация – формирование извилин. Эти три борозды возникают первыми и отличаются большой глубиной. Вскоре к центральной борозде прибавляется еще пара ей параллельных: одна проходит впереди центральной и соответственно называется предцентральной, которая распадается на две – верхнюю и нижнюю. Другая борозда располагается позади центральной и называется постцентральной.

Постцентральная борозда лежит позади центральной борозды и почти параллельно ей. Между центральной и постцентральной бороздами располагается постцентральная извилина. Вверху она переходит на медиальную поверхность полушария большого мозга, где соединяется с предцентральной извилиной лобной доли, образуя вместе с нею парацентральную дольку. На верхнелатеральной поверхности полушария, внизу, постцентральная извилина также переходит в предцентральную извилину, охватывая снизу центральную борозду. Она параллельна верхнему краю полушария. Кверху от внутритеменной борозды находится группа мелких извилин, получивших название верхней теменной дольки. Ниже этой борозды лежит нижняя теменная долька, в пределах которой выделяют две извилины: надкраевую и угловую. Надкраевая извилина охватывает конец латеральной борозды, а угловая - конец верхней височной борозды. Нижняя часть нижней теменной дольки и прилежащие к ней нижние отделы постцентральной извилины вместе с нижней частью предцентральной извилины, нависающие над островковой долей, образуют лобно-теменную покрывку островки.

**Доли мозга** - дорсальную и латеральную поверхность коры головного мозга принято делить на четыре доли, которые получили наименование от соответствующих костей черепа: лобная, теменная, затылочная, височная.

**Затылочная доля** располагается позади теменно-затылочной борозды и ее условного продолжения на верхнелатеральной поверхности полушария. По сравнению с другими долями она имеет небольшие размеры. Кзади затылочная доля кончается затылочным полюсом. Борозды и извилины на верхнелатеральной поверхности затылочной доли очень переменны. Наиболее часто и лучше других выражена поперечная затылочная борозда которая является как бы продолжением кзади внутритеменной борозды теменной доли мозга.

**Височная доля** занимает нижнебоковые отделы полушария и отделяется от лобной и теменной долей глубокой латеральной бороздой. Край височной

доли, прикрывающий островковую долю, получил название височной покрывка островка. Передняя часть височной доли образует височный полюс. На боковой поверхности височной доли видны две борозды, верхняя и нижняя височные почти параллельные латеральной борозде. Извилины височной доли ориентированы вдоль борозд. Верхняя височная извилина расположена между латеральной бороздой вверху и верхней височной внизу. На верхней поверхности этой извилины, скрытой в глубине латеральной борозды, располагаются 2-3 короткие поперечные височные извилины (извилины Гешля), разделенные поперечными височными бороздами. Между верхней и нижней височными бороздами находится средняя височная извилина. Нижнелатеральный край височной доли занимает нижняя височная извилина ограниченная сверху одноименной бороздой. Задний конец этой извилины продолжается в затылочную долю.

**Островковая доля** (островок) находится в глубине латеральной борозды.

Эту долю можно увидеть если раздвинуть или удалить прикрывающие островок

участки: лобной, теменной и височной долей, которые получили наименование участки лобной, теменной и височной долей, которые получили наименование покрывки. Глубокая круговая борозда островка отделяет островок от окружающих его отделов мозга. Поверхность островка представлена длинной и короткими извилинами. Между длинной извилиной, находящейся в задней части островка и ориентированной сверху вниз и вперед, и короткими извилинами, занимающими верхнюю часть островка, находится центральная борозда островка. Нижнепередняя часть островка лишена борозд, имеет небольшое утолщение, получившее название «порог островка».

**Медиальная поверхность полушария.** Все доли полушария, за исключением островковой, принимают участие в образовании его медиальной поверхности (Рис.(5.)

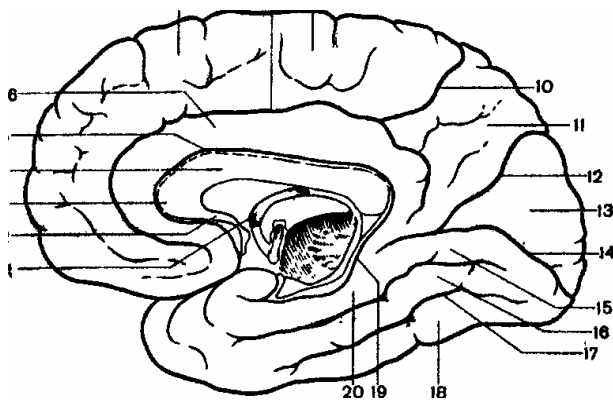


Рис. 5. Схема борозд и извилин медиальной и латеральной поверхностей правого полушария большого мозга: 1- Голливелл; 2- борозда Голливелла; 3- борозда Голливелла; 4- борозда Голливелла; 5- борозда Голливелла; 6- борозда Голливелла; 7- борозда Голливелла; 8- борозда Голливелла; 9- борозда Голливелла; 10- борозда Голливелла; 11- борозда Голливелла; 12- борозда Голливелла; 13- борозда Голливелла; 14- борозда Голливелла; 15- борозда Голливелла; 16- борозда Голливелла; 17- борозда Голливелла; 18- борозда Голливелла; 19- борозда Голливелла; 20- борозда Голливелла.

Над мозолистым телом, отделяя его от остальных отделов полушария, находится борозда мозолистого тела. Огибая сзади валик мозолистого тела, эта борозда направляется книзу и вперед и продолжается в борозду гиппокампа или гиппокамповую борозду. Выше борозды мозолистого тела находится поясная борозда. Эта борозда начинается спереди и книзу от клюва мозолистого тела, поднимается вверх, затем поворачивает назад и следует параллельно борозде мозолистого тела, заканчивается выше и сзади от валика мозолистого тела под названием подтеменной борозды. На уровне валика мозолистого тела от поясной борозды вверх ответвляется краевая часть, уходящая

вверх и сзади к верхнему краю полушария большого мозга. Между бороздой мозолистого тела и поясной бороздой находится поясная извилина охватывающая мозолистое тело спереди, сверху и сзади. Сзади и книзу от валика мозолистого тела поясная извилина суживается, образуя перешеек поясной извилины. Далее книзу и спереди перешеек переходит в более широкую

парагиппокамповую извилину, ограниченную сверху бороздой гиппокампа. Поясная извилина, перешеек и парагиппокамповая извилина известны как сводчатая извилина. В глубине борозды гиппокампа находится довольно тонкая полоска серого цвета, разделенная мелкими поперечными бороздками, — зубчатая извилина. Участок медиальной поверхности полушария, находящийся между поясной бороздой и верхним краем полушария, относится к лобной и теменной долям.

Спереди от верхнего края центральной борозды находится медиальная поверхность верхней лобной извилины, а непосредственно к указанному участку

центральной борозды прилежит парацентральная доля, ограниченная сзади краевой частью поясной борозды. Между краевой частью спереди и

теменно-затылочной бороздой сзади находится предклинье — принадлежащий теменной доле участок полушария большого мозга.

На медиальной поверхности затылочной доли расположены сливающиеся друг с другом под острым углом, открытым кзади, две глубокие борозды. Это теменно-затылочная борозда, отделяющая теменную долю от затылочной, и шпорная борозда, начинающаяся на медиальной поверхности затылочного полюса и направляющаяся вперед до перешейка поясной извилины. Участок затылочной доли, лежащий между теменно-затылочной и шпорной бороздами и имеющий форму треугольника, обращенного вершиной к месту слияния этих борозд, называется "клином". Хорошо заметная на медиальной поверхности полушария шпорная борозда ограничивает сверху язычную извилину, простирающуюся от затылочного полюса сзади до нижней части перешейка поясной извилины. Снизу от язычной извилины располагается коллатеральная борозда, принадлежащая уже нижней поверхности полушария.

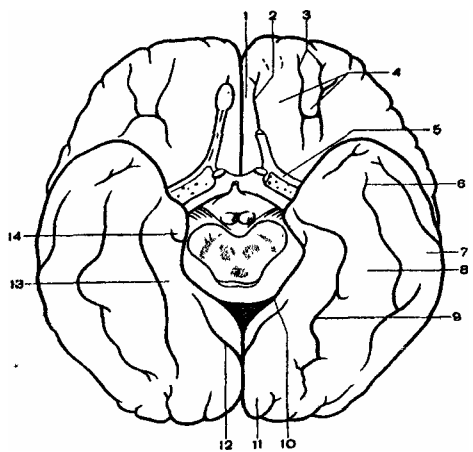


Рис. 6. Схема борозд и извилин нижних поверхностей полушария большого мозга. 1- §уги5 гес(и5; 2- 5и1. оИас1огш5; 3- 5и11. оґЫ1а1е5; 4- §уп оґЫ1а1е5; 5- 5иьВ1ап(1а рег(ига(а го51гаИ5 (ап(епог); 6- 8и1. осс{р11о(етрога115; 7- §уги8 осс1р11о(етрогаИ5 1а(ераИ5; 8- ВУ<sup>1,118</sup> осс1р11о(етрогаИ5 тео1аИ8; 9- зи!. coll1а1егаИ5; 10- 5и1. Ырросатр); 11- @уго5 1т§иаИ8; 12- 8и1. са1саппи8; 13- вУ<sup>ТМ5</sup> рагвЫрросатраИв; 14-

**Нижняя поверхность полушария.** Рельеф нижней поверхности полушария очень сложен (рис. 10). Передние отделы нижней поверхности образованы лобной долей полушария, позади которой выступает височный полюс, а также находятся нижние поверхности височной и затылочной долей, переходящие одна в другую без заметных границ.

На нижней поверхности лобной доли, несколько латеральнее и параллельно продольной щели большого мозга, находится обонятельная борозда. Снизу к ней прилежат обонятельная луковица и обонятельный тракт, переходящий сзади в обонятельный треугольник, в области которого видны медиальная и латеральная обонятельные полоски. Участок лобной доли между продольной щелью большого мозга и обонятельной бороздой получил название прямой извилины. Поверхность лобной доли, лежащая латеральнее от обонятельной борозды,

разделена неглубокими глазничными бороздами на несколько переменных по форме, расположению и размерам глазничных извилин.

В заднем отделе нижней поверхности полушария хорошо видна коллатеральная борозда, лежащая книзу и латерально от язычной извилины на нижней поверхности затылочной и височной долей, латерально от парагиппокампальной извилины. Несколько кпереди от передне-

го конца коллатеральной борозды находится носовая борозда, ограничивающая с латеральной стороны изогнутый конец парагиппокампальной извилины — крючок. Латеральнее коллатеральной борозды лежит медиальная затылочно-височная извилина.

Между этой извилиной и расположенной кнаружи от нее латеральной затылочно-височной извилиной находится затылочно-височная борозда. Границей между латеральной затылочно-височной и нижней височной извилинами служит не борозда, а нижнелатеральный край полушария большого мозга.

**Верхнелатеральная поверхность полушария** - находящаяся в переднем отделе каждого полушария большого мозга лобная доля, оканчивающаяся спереди лобным полюсом и ограничивающая снизу латеральной (силвиевой) бороздой, а сзади - глубокой центральной бороздой.

Ряд отделов головного мозга, расположенных преимущественно на медиальной поверхности полушария и являющихся субстратом для формирования таких общих состояний, как бодрствование, сон, эмоции и др., выделяют под названием "**лимбическая система**". Поскольку эти реакции сформировались в связи с первичными функциями обоняния (в филогенезе), их морфологической основой являются отделы мозга, которые развиваются из нижних отделов мозгового пузыря и относятся к так называемому **обонятельному** мозгу. Лимбическую систему составляют обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный треугольник, переднее продырявленное вещество, расположенные на нижней поверхности лобной доли (периферический отдел обонятельного мозга), а также поясная и парагиппокампальная (вместе с крючком) извилины, зубчатая извилина, гиппокамп (центральный отдел обонятельного мозга) и некоторые другие структуры. Включение этих отделов мозга в лимбическую систему оказалось возможным в связи с общими чертами их строения (и происхождения), наличием взаимных связей и сходством функциональных реакций.

Полушария состоят из серого и белого вещества. Слой серого вещества называется корой головного мозга. Кора покрывает в виде плаща остальные образования большого мозга и поэтому называется плащом. Под корой белое вещество, а в нем островки серого вещества – базальные ядра, их называют подкорковыми центральными, в основном расположены в лобной доле. К ним относят полосатое тело (хвостатое тело и чечевицеобразное ядро), оградку и миндалевидное тело.

**Полосатое тело** /стриопаллидарная система/ состоит из 2 ядер: хвостатого и чечевицеобразного ядер и разделенных прослойкой белого вещества – внутренней капсулой. В эмбриональном периоде полосатое тело составляет одну серую массу, затем оно разделяется. Хвостатое ядро расположено около таламуса, имеет подковообразную форму. Состоит из головки, тела и хвоста. Чечевицеобразное ядро имеет форму чечевицеобразного зерна, находится латеральнее таламуса и хвостатого ядра. Чечевицеобразное ядро делится на 3 части, благодаря белому веществу. Наиболее латерально лежит скорлупа, имеющая темную



окраску, а две более светлые части называются латеральным и медиальным бледными шарами.

Для скорлупы характерно участие в организации пищевого поведения: пищепоиска, пищенавренности, пищезахвата и пищевлвдения; ряд трофических нарушений кожи, внутренних органов (например, гепатолентикулярная дегенерация) возникает при нарушениях функции скорлупы. Раздражения скорлупы приводят к изменениям дыхания, слюноотделения.

Бледный шар имеет преимущественно крупные нейроны Гольджи 1 типа. Связи бледного шара с таламусом, скорлупой, хвостатым ядром, средним мозгом, гипоталамусом, соматосенсорной системой и др. свидетельствуют об его участии в организации простых и сложных форм поведения.

Раздражение бледного шара с помощью вживленных электродов вызывает сокращение мышц конечностей, активацию или торможение  $\gamma$ -мотонейронов спинного мозга. У больных с гиперкинезами раздражение разных отделов бледного шара (в зависимости от места и частоты раздражения) увеличивало или снижало гиперкинез.

Стимуляция бледного шара в отличие от стимуляции хвостатого ядра не вызывает торможения, а провоцирует ориентировочную реакцию, движения конечностей, пищевое поведение (обнюхивание, жевание, глотание и т.д.).

Повреждение бледного шара вызывает у людей гипомимию, маскообразность лица, тремор головы, конечность (причем этот тремор исчезает в покое, во сне и усиливается при движениях), монотонность речи. При повреждении бледного шара наблюдается миоклония - быстрые подергивания мышц отдельных групп или отдельных мышц рук, спины, лица.

Ядра полосатого тела являются подкорковыми двигательными центрами, в состав экстропирамидной системы, регулирующие сложные автоматизированные двигательные акты. К экстропирамидной системе относят черное вещество и красные ядра ножек мозга. Полосатое тело регулирует процессы теплорегуляции и обмена углеводов. Кнаружи от чечевицеобразного ядра расположена тонкая пластинка серого вещества – ограда.

Ограда расположена в белом веществе полушария сбоку от скорлупы, между последней и корой островковой доли. Ограда содержит полиморфные нейроны разных типов. Она образует связи преимущественно с корой большого мозга. Глубокая локализация и малые размеры ограды представляют определенные трудности для ее физиологического исследования.

**Миндалевидное тело** (большая спайка мозга) находится в переднем отделе височной доли, входит в состав лимбической системы. К белому веществу полушария относятся внутренняя капсула и волокна, проходящие спайки /мозолистое тело, передняя спайка, спайка свода/ и направляющиеся к коре и базальным ядрам.

Внутренняя капсула – толстая изогнутая пластинка белого вещества. Внутренняя капсула делится на **3 отдела**: **1.** передняя ножка внутренней капсулы, **2.** задняя ножка внутренней капсулы, **3.** место соединения этих двух отделов – колена внутренней капсулы. В колоне внутренней капсулы располагаются корково-ядерные пути, идущие к двигательным ядрам черепных нервов. В пе-

реднем отделе располагаются корково-спинномозговые волокна, находящиеся в предцентральной извилине и идет к двигательным ядрам передних рогов спинного мозга. В задней ножке располагаются таламокортикальные волокна, идущие в кору постцентральной извилины. В состав этого проводящего пути соединяются волокна проводников всех видов общей чувствительности /большой температуры, осязания давления, проприоцентивной/. В задних отделах задней ножки располагаются слуховой и зрительный проводящие пути. Оба берут начало от подкорковых центров слуха и зрения и заканчиваются в соответствующих центрах.

Таким образом, базальные ядра головного мозга являются интегративными центрами организации моторики, эмоций, высшей нервной деятельности, причем каждая из этих функций может быть усилена или заторможена активацией отдельных образований базальных ядер.

**Мозолистое тело** представляет собой толстую изогнутую пластинку, состоящую из поперечных волокон.

В мозолистом теле разделяют: колена, клюв, между ними ствол, который переходит в валик. Волокна, проходящие в колонне, соединяют кору лобных долей правого и левого полушарий. Волокна ствола соединяют серое вещество теменных и височных долей. В валике соединяет кору затылочных долей.

Под мозолистым телом располагается свод, который состоит из двух дугообразно изогнутых тяжей, соединенных при помощи спайки. Свод состоит из тело, парного столба и парных ножек. Ножки, срастаясь с гипокампом образует бахромку.

**Боковой желудочек** – полость полушарий /I и II желудочки/ и сообщаются через межжелудочковое отверстие с III желудочком. В каждом желудочке разделяют центральную часть, от которой отходят слепо заканчивающиеся углубления. В другие доли полушария отходят три рога. Передний /лобный/ рог – в лобной доле. Задний /затылочный/ рог - в затылочной доле и нижний /височный/ рог – в височной доле. Боковые желудочки, как и другие желудочки головного мозга, и центральный канал спинного мозга изнутри выстланы слоем эпендимоцитов – клетки, относящиеся к макроглии. Эпендимные клетки принимают активное участие в образовании спинномозговой жидкости и регуляции ее состава.

Ромбовидная ямка представляет собой ромбовидной формы вдавление, длинная ось которого направлена вдоль мозга. Ромбовидная ямка ограничена с боков в своем верхнем отделе верхними мозжечковыми, в нижнем – нижними мозжечковыми ножками.

## 5. Онто- и филогенез головного мозга.

Головной мозг развивается из расширенного отдела мозговой трубки, задний отдел превращается в спинной из переднего мозга. В процессе роста в переднем отделе мозговой трубки посредством перетяжек образуются три мозговых пузыря: передний, средний и задний /ромбовидный/. Из переднего мозга образуется промежуточный и конечный мозг. Из заднего пузыря образуется

продолговатый и задний мозг /мост и мозжечок/. Средний мозг не разделяется и за ним сохраняется прежнее название. У новорожденного масса головного мозга весит 370 – 400 гр. В течение первого года жизни она удваивается, а к 6 годам увеличивается в 3 раза. Затем происходит медленное прибавление массы, заканчивающееся в 20 – 29 летнем возрасте.

У ланцетника нет переднего мозга. У круглоротых передний мозг в зачаточном состоянии. У костных рыб передний мозг мало развит. Земноводные имеют малоразвитые полушария, на поверхности которых нет нейронов. Кора больших полушарий появляется у пресмыкающихся. У птиц отсутствуют борозды. У млекопитающихся образуется настоящая кора. Большие полушария развиваются из конечного мозгового пузыря нервной трубки, поэтому этот отдел называется конечным.

## 6.Оболочки головного и спинного мозга.

Головной мозг окружен тремя оболочками:

1. Наружная – твердая.
2. Средняя – паутинная.
3. Внутренняя – мягкая /сосудистая/.

**Твердая** – плотная соединительно-тканная пластинка, прочная, так как соединяется коллагеновыми и эластическими волокнами. Твердая оболочка дает в полость черепа выросты – отростки расположенные между отдельными частями головного мозга – защита от сотрясений. К этим выростам относят серп и намет мозжечка. Твердая оболочка образует синусы, осуществляющий отток венозной крови от мозга.

**Паутинная** – тонкая, прозрачная не проникает в щели и борозды. Она ложится над бороздами, образуя цистерны. От сосудистой паутинка отделена подпаутинным /субарахноидальным/ пространством, где содержится спинномозговая жидкость /внутри цистерн/.

**Мягкая оболочка** прилежит к веществу мозга, выстилая все углубления на его поверхности. В некоторых местах она проникает в желудочки мозга, где образует сосудистые сплетения. Сосуды этой оболочки участвуют в кровоснабжении мозга, а сосудистые сплетения – желудочков.

Мягкая оболочка состоит из соединительной ткани, образующей два слоя /внутренней и наружной/, между ними кровеносные сосуды.

Спинномозговая жидкость находится в желудочках мозга, центральном канале спинного мозга и в подпаутинном пространстве головного мозга. Общий V составляет 150 – 200 мл. Постоянно продуцируется в сосудистых сплетениях желудочков мозга и циркулирует из боковых желудочков через межжелудочковые отверстия в III желудочке, из него по водопроводу среднего мозга в IV желудочек. Из него поступает в центральный канал спинного мозга и в подпаутинное пространство. Спинномозговая жидкость прозрачная, бесцветная, слабощелочной реакции  $\text{pH} = 7,4$ , состоит из воды и сухого остатка – белки, углеводы, минеральные вещества, лимфоциты.

## 7. Строение ствола мозга – продолговатый мозг, задний мозг /мост и мозжечок/, средний мозг.

**Продолговатый мозг** находится между задним мозгом и спинным мозгом. Длина продолговатого мозга у взрослого человека составляет 25 мм. Имеет форму усеченного конуса или луковицы. В продолговатом мозге различают вентральную, дорсальную и 2 боковые поверхности, которые разделены бороздами. В отличие от спинного мозга он не имеет метомерного, повторяющегося строения. Серое вещество расположено в центре, а ядра по периферии.

Передняя поверхность разделена передней срединной щелью, по бокам расположены пирамиды, образованные пучками нервных волокон пирамидных путей, частично перекручиваются / перекрест пирамид/. Сбоку от пирамид с каждой стороны располагается олива, отделяется от пирамиды передней латеральной бороздой.

Задняя поверхность разделена задней срединной бороздой, по бокам расположены утолщения- тонкий и клиновидный, пучки задних канатиков спинного мозга. В этих утолщения расположены ядра этих пучков, от которых отходят волокна, формирующие перекрест на уровне продолговатого мозга.

Боковая поверхность – на ней по бокам с каждой стороны находятся передняя и задняя латеральные борозды. Все эти борозды являются продолжением одноименных борозд спинного мозга. Кзади от каждой пирамиды утолщения овальной формы – оливы, заполненные серым веществом. Между пирамидой и оливой в передней боковой борозде выходят из продолговатого мозга XII пара черепных нервов, а дорсальные оливы в задней боковой борозде – корешки IX, X, XI пары черепных нервов.

Верхняя часть задней поверхности имеет форму треугольника и образует дно IV желудочка. От продолговатого мозга к мозжечку идут две мозжечковые ножки, где проходят волокна заднего спинномозгового пути и другие нервные волокна.

В продолговатом мозге находятся оливы, связанные со спинным мозгом, экстрапирамидной системой и мозжечком – это тонкое и клиновидное ядра проприоцептивной чувствительности (ядра Голля и Бурдаха). Здесь же находятся перекресты нисходящих пирамидных путей и восходящих путей, образованных тонким и клиновидным пучками (Голля и Бурдаха), ретикулярная формация.

Продолговатый мозг за счет своих ядерных образований и ретикулярной формации участвуют в реализации вегетативных, соматических, вкусовых, слуховых, вестибулярных рефлексов. Особенностью продолговатого мозга является то, что его ядра, возбуждаясь последовательно, обеспечивают выполнение сложных рефлексов, требующих последовательного включения разных мышечных групп, что наблюдается, например, при глотании.

В продолговатом мозге расположены ядра следующих черепных нервов: пара VIII черепных нервов – преддверно-улитковый нерв состоит из улитковой и преддверной частей. Улитковое ядро лежит в продолговатом мозге;

пара IX – языкоглоточный нерв; его ядро образовано 3 частями – двигательный, чувствительный и вегетативный. Двигательная часть участвует в иннервации мышц глотки и полости рта, чувствительная – получает информацию от рецепторов вкуса задней трети языка; вегетативная иннервирует слюнные железы;

пара X – блуждающий нерв имеет 3 ядра: вегетативное иннервирует гортань, пищевод, сердце, желудок, кишечник, пищеварительные железы; чувствительное получает информацию от рецепторов альвеол легких и других внутренних органов и двигательное обеспечивает последовательность сокращения мышц глотки, гортани при глотании;

пара XI – добавочный нерв; его ядро частично расположено в продолговатом мозге.

пара XII – подъязычный нерв является двигательным нервом языка.ю его ядро большей частью расположено в продолговатом мозге.

**Сенсорные функции.** Продолговатый мозг регулирует ряд сенсорных функций: рецепцию кожной чувствительности лица – в сенсорном ядре тройничного нерва; первичный анализ рецепции вкуса – в ядре улиткового нерва; рецепцию слуховых раздражении – в верхнем вестибулярном ядре. В задне-верхних отделах продолговатого мозга проходят пути кожной, глубокой висцеральной чувствительности, часть из которых переключается здесь на второй нейрон (тонкое и клиновидное ядро). На уровне продолговатого мозга перечисленные сенсорные функции реализуют первичный анализ силы и качества раздражения, далее обработанная информация передается в подкорковые структуры для определения биологической значимости данного раздражения.

**Проводниковые функции.** Белое вещество продолговатого мозга состоит из коротких и длинных пучков нервных волокон. Короткие пучки осуществляют связь между ядрами продолговатого мозга, а также между ними и ядрами ближайших отделов головного мозга. Длинные пучки нервных волокон представляют собой восходящие и нисходящие пути спинного мозга. Такие образования головного мозга, как мост, средний мозг, мозжечок, таламус, гипоталамус и кора большого мозга, имеют двусторонние связи с продолговатым мозгом. Наличие этих связей свидетельствует от участия продолговатого мозга в регуляции тонуса скелетной мускулатуры, вегетативных и высших интегративных функций, анализе сенсорных раздражении.

**Рефлекторные функции.** Многочисленные рефлексы продолговатого мозга делят на жизненно важные и нежизненно важные, однако такое представление достаточно условно. Дыхательные и сосудодвигательные центры продолговатого мозга можно отнести к жизненно важным, т.к. в них замыкается ряд сердечных и дыхательных рефлексов.

Большая часть волокон пирамидного пути и переходят в боковой столб спинного мозга, меньшая, не перекрещенная часть переходит в передний столб спинного мозга.

**Мост /Варолиев мост/** располагается выше продолговатого мозга и выполняет сенсорные, проводниковые, двигательные, интегративные, рефлекторные функции. Имеет вид поперечного волокна, который вверху /спереди/ гра-

ничит со средним мозгом, а внизу /сзади/ - с продолговатым мозгом. Длина 20–30 мм. ширина 20–30 мм. По бокам мост суживаясь переходит в средние ножки мозжечка.

Мост состоит из передней /вентральной/ части, которая прилежит к скату черепа, и задняя /дорсальная/ часть покрывки моста обращена к мозжечку. В вентральной поверхности заложена базилярная /основная/ борозда, где лежит одноименная артерия.

Мост состоит из серого вещества внутри и белого вещества снаружи. Передняя часть в основном состоит из белого вещества, это продольные и поперечные волокна. В дорсальных отделах моста следуют восходящие чувствительные проводящие пути, а в вентральной – нисходящие пирамидные и экстрапирамидные пути. Здесь же имеются системы волокон, обеспечивающие двустороннюю связь с коры большого мозга с мозжечком. Непосредственно над трапециевидным телом залегают волокна медиальной петли и спинномозговой петли. Над трапециевидным телом ближе к срединной плоскости, находится ретикулярная формация, а еще выше – задний продольный пучок. Сбоку и выше медиальной петли залегают волокна латеральной петли. В задней части располагаются ядра: V пара /тройничного нерва/, отводящего /VI пара/, лицевого /VII пара/, преддверно-улиткового /VIII пара, а также волокна медиальной петли, идущий от продолговатого мозга, на которой расположена ретикулярная формация моста.

В передней части проходят проводящие пути:

1. пирамидный путь /корково-спинальный/.
2. пути от коры к мозжечку.
3. общий чувствительный путь, который идет от спинного мозга к зрительному бугру.
4. пути от ядер слухового нерва.

**Мозжечок** - помещается под затылочными долями полушария большого мозга и лежит в черепной ямке. Максимальная ширина – 11,5 см., длина – 3-4 см.. На долю мозжечка приходится около 11% от веса головного мозга. В мозжечке различают « полушария, а между ними – червь мозжечка. Поверхность мозжечка покрыта серым веществом или корой, которая образует извилины, отделенные друг от друга бороздами. В толще мозжечка располагается белое вещество, состоящие из волокон, обеспечивающие внутримозговые связи.

Кора мозжечка трехслойная, состоит из внешнего молекулярного слоя, ганглионарного /или слоя клеток Пуркинье/ и зернистого слоя. В коре содержится пять типов нейронов: зернистые, звездчатые, корзинчатые, клетки Гольджи и Пуркинье, которые имеют достаточно сложную систему связей. Между мозжечком и мостом с продолговатым мозгом расположен IV желудочек, заполненный спинальной жидкостью.

В молекулярном слое – 3 типа вставочных нейронов: корзинчатые, коротко- и длинно- звездчатые клетки.

В ганглионарном слое – клетки Пуркинье.

В зернистом слое – клетки зернистые - клетки Гольджи. Число зернистых клеток в 1 мм<sup>3</sup>. равно  $2,8 \times 10 \times 6$ . Аксоны зернистых клеток восходят к по-

верхности, Т-образно ветвятся, образуя параллельные волокна. Параллельные волокна формируют также возбуждающие синапсы на дендриты корзинчатых, звездчатых клеток и клеток Гольджи.

**Ядра мозжечка** – в глубине мозжечка над IV мозговым желудочком располагается – ядро шатра, пробковидное ядро, шаровидные ядра. Самым крупным ядром мозжечка является зубчатое ядро. Во всех 4 ядрах нейроны имеют сходное строение. От нейронов ядер мозжечка начинаются его проводящие пути.

**Проводящие пути.** Связь мозжечка с другими отделами осуществляется тремя парами ножек.

Нижние ножки мозжечка связывают мозжечок с продолговатым и спинным мозгом.

Средние ножки соединяют мозжечок с мостом.

Верхние ножки состоят из нервных волокон, проходящие в обоих направлениях.

Особенности связей мозжечка, с одной стороны – богатый спектр афферентной импульсации, а с другой стороны – наличие опосредованных таламусом связей с моторными системами позволяют ему выполнять сложную функцию коррекции движения. Таким образом, не имея прямого выхода на мотонейроны, мозжечок обеспечивает тонкую координацию деятельности моторных систем.

**IV желудочек** - в процессе развития представляет собой остатки полости ромбовидного мозгового пузыря. Внизу желудочек сообщается с центральным каналом спинного мозга, вверху переходит в мозговой водопровод среднего мозга, а в области крыши он связан тремя отверстиями с субарахноидальным пространством головного мозга. Передняя /вентральная/ стенка его – дно IV желудочка – называется ромбовидной ямкой. Нижняя часть образована продолговатым мозгом, а верхняя - мостом и перешейком. Задняя /дорсальная/ - крыша IV желудочка – образована верхним и нижним мозговыми парусами и дополняется сзади пластинкой мягкой оболочки мозга, высланной эпендимой. И этом участке находится большое количество кровеносных сосудов, и образуются сосудистые сплетения IV желудочка. Ромбовидная ямка имеет большое значение, здесь заложены черепные нервы /V – XII/.

**Ромбовидная ямка** представляет собой ромбовидной формы вдавление, длинная ось которого направлена вдоль мозга. Ромбовидная ямка ограничена с боков в своем верхнем отделе верхними мозжечковыми ножками, в нижнем – нижними мозжечковыми ножками.

**Средний мозг** в отличие от других отделов головного мозга устроен менее сложно. В нем выделяют крышу и ножки. Полостью среднего мозга является водопровод мозга. Верхней (передней) границей среднего мозга на его вентральной поверхности служат зрительные тракты и сосцевидные тела, на задней — передний край моста. На дорсальной поверхности верхняя (передняя) граница среднего мозга соответствует задним краям (поверхностям) таламусов, задняя (нижняя) — уровню выхода корешков блокового нерва (IV пара).

**Крыша среднего мозга**, представляющая собой пластинку четверохолмия,

расположена над водопроводом мозга. На препарате головного мозга крышу среднего мозга можно увидеть лишь после удаления полушария большого мозга. Крыша среднего мозга состоит из четырех возвышений — холмиков, имеющих вид полусфер, которые отделены друг от друга двумя пересекающимися под прямым углом бороздками. Продольная бороздка расположена в срединной плоскости и в своих верхних (передних) отделах образует ложе для шишковидного тела, а в нижних служит местом, откуда начинается уздечка верхнего мозгового паруса. Поперечная бороздка отделяет верхние холмики от нижних. От каждого из холмиков в латеральном направлении отходят утолщения в виде валика — ручка холмика. Ручка верхне-

го холмика располагается кзади от таламуса и направляется к латеральному коленчатому телу, а частью продолжается в зрительный тракт. Ручка нижнего холмика направляется к медиальному коленчатому телу.

У низших позвоночных верхнее двуххолмие крыши среднего мозга служит главным местом окончания зрительного нерва и является главным зрительным центром. У человека с переносом зрительных центров в передний мозг остающаяся связь зрительного нерва с верхним холмиком имеет значение только для двигательных и др. рефлексов. Аналогичное утверждение справедливо и для нижнего двуххолмия крыши, где оканчиваются волокна слуховой петли.

Таким образом, пластинку крыши среднего мозга можно рассматривать как рефлекторный центр для различного рода движений, возникающих под влиянием зрительных и слуховых раздражений.

**Ножки мозга.** Ножки мозга хорошо видны на основании мозга в виде двух толстых белых, продольно исчерченных валиков, которые выходят из моста, направляются вперед и латерально (расходятся под острым углом) к правому и левому полушариям большого мозга. Углубление между правой и левой ножками мозга получило название межножковой ямки. Дно ямки служит местом, где в ткань мозга проникают кровеносные сосуды. После удаления сосудистой оболочки на препаратах мозга в пластинке, образующей дно межножковой ямки, остается большое количество мелких отверстий, отсюда название этой серого цвета пластинки с отверстиями — заднее продырявленное вещество. На медиальной поверхности каждой из ножек мозга располагается продольная глазодвигательная борозда (медиальная борозда ножки мозга), из которой выходят корешки глазодвигательного нерва (III пара).

Ножки мозга находятся кпереди вентральнее от водопровода мозга. На поперечном разрезе среднего мозга в ножке мозга отчетливо выделяется своим темным цветом (за счет содержащегося в нервных клетках пигмента меланина) **черное вещество**. Оно простирается в ножке мозга от моста до промежуточного мозга. Черное вещество делит ножку мозга на два отдела: задний (дорсальный) — покрывку среднего мозга, и передний (вентральный отдел) — основание ножки мозга. В покрывке среднего мозга залегают ядра



среднего мозга и проходят восходящие проводящие пути. Основание ножки мозга целиком состоит из белого вещества, здесь проходят нисходящие проводящие пути.

**Водопровод среднего мозга** (Сильвиев водопровод) — узкий канал длиной около 1,5 см, соединяет полость III желудочка с IV и содержит спинномозговую жидкость. По своему происхождению водопровод мозга является производным полости среднего мозгового пузыря. На фронтальном разрезе среднего мозга видно, что крыша среднего мозга (холмики) состоит из серого вещества (серый и белый слои верхнего холмика и ядро нижнего холмика), которое снаружи покрыто тонким слоем белого вещества.

Вокруг водопровода среднего мозга расположено центральное серое вещество, в котором в области дна водопровода находятся ядра двух пар черепных нервов. На уровне верхних холмиков, под вентральной стенкой водопровода среднего мозга, вблизи средней линии, находится парное ядро глазодвигательного нерва, из которого осуществляется иннервация мышц глаза. Вентральнее его локализуется парасимпатическое ядро автономной нервной системы — добавочное ядро глазодвигательного нерва (ядро Якубовича). Волокна, отходящие от добавочного ядра, иннервируют гладкие мышцы глазного

яблока (мышцу, суживающую зрачок и ресничную мышцу). Кпереди и несколько

выше ядра III пары находится одно из ядер ретикулярной формации — промежуточное ядро, отростки клеток которого участвуют в образовании ретикулоспинномозгового пути и заднего продольного пучка.

На уровне нижних холмиков в вентральных отделах центрального серого вещества залегает парное ядро IV пары — ядро блокового нерва. Из мозга блоковый нерв выходит позади нижних холмиков, по сторонам от уздечки верхнего мозгового паруса. В латеральных отделах центрального серого вещества на протяжении всего среднего мозга располагается ядро среднемозгового пути тройничного нерва (V пара).

В покрывке самым крупным и заметным образованием на поперечном срезе среднего мозга является красное ядро, оно располагается несколько дорсальнее черного вещества, имеет удлинненную форму и простирается от уровня нижних холмиков до таламуса. Латеральное и выше красного ядра в покрывке ножки мозга на фронтальном срезе виден пучок волокон, входящих в состав медиальной петли. Между медиальной петлей и центральным серым веществом располагается ретикулярная формация.

Основание ножки мозга образовано нисходящими проводящими путями. Внутренние и наружные отделы основания ножек мозга образуют волокна корково-мостового пути, а именно медиальную (1/3) часть основания занимает лобно-мостовой путь, латеральную (1/5) часть — височно-теменно-затылочно-мостовой путь. Среднюю часть (2/3) основания ножки мозга занимают пирамидные пути.

Медиально проходят корково-ядерные волокна, латерально-корково-спинномозговые пути.

В среднем мозге расположены ядра черепных нервов (III и IV пары), обеспечивающие иннервацию произвольных и непроизвольных мышц глазного яблока, а также среднемозговое ядро V пары.

К экстрапирамидной системе относятся чёрное вещество, красное ядро, промежуточное ядро, обеспечивающие тонус мышц и управляющие автоматическими неосознанными движениями тела. Через средний мозг проходят восходящие (чувствительные) и нисходящие (двигательные) проводящие пути.

Нервные волокна, входящие в состав медиальной петли, являются отростками вторых нейронов путей проприоцептивной чувствительности. Медиальная петля формируется за счет внутренних дугообразных волокон. Последние являются отростками клеток ядер клиновидного и тонкого пучков и направляются из продолговатого мозга к ядрам таламуса вместе с волокнами общей чувствительности (болевой и температурной), образующими прилежащую к ней спинномозговую петлю. Кроме того, в покрышке среднего мозга проходят волокна от чувствительных ядер тройничного нерва, получившие название тройничной петли и направляющиеся также к ядрам таламуса.

Отростки нервных клеток некоторых ядер образуют в среднем мозге перекресты покрышки. Один из них—дорсальный перекрест покрышки, принадлежит волокнам покрышечно-спинномозгового пути, другой — вентральный перекрест покрышки — волокнам красноядерно-спинномозгового пути.

**Перешеек ромбовидного мозга.** Перешеек ромбовидного мозга представляет собой образования, сформировавшиеся на границе среднего и ромбовидного мозга.

К нему относятся верхние *мозжечковые ножки*, *верхний мозговой парус* и треугольник петли.

Верхний мозговой парус - тонкая пластинка белого вещества, натянута между верхними мозжечковыми ножками по бокам и мозжечком вверху. Впереди (вверху) верхний мозговой парус прикрепляется к крыше среднего мозга, где в бороздке между двумя нижними холмиками заканчивается уздечка верхнего мозгового паруса. По бокам от уздечки из ткани мозга выходят корешки

блокового нерва. Вместе с верхними мозжечковыми ножками верхний мозговой парус образует передне-верхнюю стенку крыши IV желудочка мозга. В боковых отделах перешейка ромбовидного мозга находится треугольник петли. Это серого цвета треугольник, границами которого являются: спереди - ручка нижнего холмика; сзади и сверху— верхняя мозжечковая ножка; сбоку — ножка мозга, которая отделена от перешейка латеральной бороздкой, имеющейся на наружной поверхности ножки мозга. В области треугольника, в глубине его, залегают волокна латеральной (слуховой) петли.

## 8. Строение и функции промежуточного мозга /таламус, эпиталамус, метаталамус и гипоталамус/.

**Промежуточный мозг** в процессе эмбриогенеза развивается из переднего мозгового пузыря. Образует стенки третьего мозгового желудочка. Промежуточный мозг расположен под мозолистым телом, состоит из таламуса, эпиталамуса, метаталамуса и гипоталамуса.

**Таламус (зрительный таламус)** представляет собой скопление серого вещества, имеющее яйцевидную форму. Таламус является крупным подкорковым образованием, через которое в кору больших полушарий проходят разнообразные афферентные пути. Нервные клетки таламуса группируются в большое количество ядер /до 40/. Топографически ядра разделяют на переднюю, заднюю, срединную, медиальную и латеральную группы. По функции таламические ядра можно дифференцировать на специфические, неспецифические, ассоциативные и моторные.

От специфических ядер информация о характере сенсорных стимулов поступает в строго определенные участки 3-4 слоев коры. Функциональной основной единицей специфических таламических ядер является «релейные» нейроны, которые имеют мало дендритов, длинный аксон и выполняют переключительную функцию. Здесь происходит переключение путей, идущих в кору от кожной, мышечной и других видов чувствительности. Нарушение функции специфических ядер приводит к выпадению конкретных видов чувствительности.

Неспецифические ядра таламуса связаны со многими участками коры и принимают участие в активизации ее деятельности, их относят к ретикулярной формации.

Ассоциативные ядра – основные структуры этих ядер являются мультиполярные, биполярные нейроны. Аксоны от нейронов ассоциативных ядер таламуса идут к 1 и 2 слоям, ассоциативных и частично проекционных областей, по пути отдавая в 4 и 5 слои коры, образуя ассоциативные контакты с пирамидными нейронами. Ассоциативные ядра связаны с ядрами полушарий головного мозга, гипоталамусом, средним и продолговатым мозгом. Ассоциативные ядра участвуют в высших интегративных процессах, однако, их функции изучены еще недостаточно.

К моторным ядрам таламуса относятся вентральное ядро, которое имеет вход от мозжечка и базальных ганглиев, и одновременно дает проекции в моторную зону коры больших полушарий. Это ядро включено в систему регуляции движений.

Таламус – структура, в которой происходит обработка и интеграция практически всех сигналов идущих в кору головного мозга, от нейронов спинного мозга, среднего мозга, мозжечка. Возможность получить информацию о состоянии множества систем организма позволяет ему участвовать в регуляции и определить функциональное состояние организма в целом. Это подтверждается уже тем, что в таламусе около 120 разно функциональных ядер.

Функциональная значимость ядер таламуса определяется не только их проекцией, на другие структуры мозга, но тем, какие структуры посылает к нему свою информацию. В таламусе приходят сигналы от зрительной, слуховой, вкусовой, кожной, мышечной системы, от ядер черепно-мозговых нервов, ствола, мозжечка, продолговатого и спинного мозгов. В связи с этим таламус фактически является подкорковым чувствительным центром. Отростки нейронов таламуса направляются отчасти к ядрам полосатого тела конечного мозга (в связи с этим таламус рассматривается как чувствительный центр экстрапирамидной системы), отчасти к коре большого мозга- таламокортикальные пути.

Таким образом, таламус является подкорковым центром всех видов чувствительности. Кроме обонятельного: к нему подходят и переключаются восходящие /афферентные/ проводящие пути, по которым передается информация из различных рецепторов. От таламуса идут нервные волокна к коре большого мозга, составляя таламокортикальные пучки.

**Гипоталамус** – филогенетический старый отдел промежуточного мозга, который играет важную роль в поддержании постоянства внутренней среды и обеспечении интеграции функций вегетативной, эндокринной и соматической систем. Гипоталамус участвует в образовании дна III желудочка. К гипоталамусу относятся зрительный перекрест, зрительный тракт, серый бугор с воронкой, сосцевидное тело. Структуры гипоталамуса имеют различные происхождения. Из конечного мозга образуется зрительная часть /зрительный перекрест, зрительный тракт, серый бугор с воронкой, нейрогипофиз/, из промежуточного мозга – обонятельная часть /сосцевидное тело и подбугорье/.

Зрительный перекрест имеет вид поперечно лежащего валика, образованного волокнами зрительных нервов (II пара), частично переходящими на противоположную сторону (образуют перекрест). Этот валик с каждой стороны латерально и кзади продолжается в зрительный тракт. Зрительный тракт ложится и сзади от переднего продырявленного вещества, погибает ножку мозга с латеральной стороны и заканчивается двумя корешками в подкорковых центрах зрения. Более крупный латеральный корешок подходит к латеральному коленачтатому телу, а более тонкий медиальный корешок направляется к верхнему холмику крыши среднего мозга.

К передней поверхности зрительного перекреста прилежит и срастается с ним относящаяся к конечному мозгу терминальная (пограничная, или конечная) пластинка. Она замыкает передний отдел продольной щели большого мозга и состоит из тонкого слоя серого вещества, которое в латеральных отделах пластинки продолжается в вещество лобных долей полушарий.

**Зрительный перекрест (хиазма)** – место в мозге, где встречаются и частично перекрещиваются зрительные нервы, идущие от правого и левого глаза.

Кзади от зрительного перекреста находится серый бугор, позади которого лежат сосцевидные тела, а по бокам – зрительные тракты. Книзу серый бугор переходит в воронку, которая соединяется с гипофизом. Стенки серого бугра образованы тонкой пластинкой серого вещества, содержащего серо-бугорные ядра. Со стороны полости III желудочка в область серого бугра и далее в во-

ронку вдается суживающееся книзу, слепо заканчивающееся углубление воронки.

Сосцевидные тела расположены между серым бугром спереди и задним продырявленным веществом сзади. Они имеют вид двух небольших, диаметром около 0,5 см каждый, сферических образований белого цвета. Белое вещество расположено только снаружи сосцевидного тела. Внутри находится серое вещество, в котором выделяют медиальные и латеральные ядра сосцевидного тела. В сосцевидных телах заканчиваются столбы свода. По своей функции сосцевидные тела относятся к подкорковым обонятельным центрам.

Цитоархитектонически в гипоталамусе выделяется три области скопления ядер: **передняя, средняя /медиальная/ и задняя.**

**В передней** области гипоталамуса находится супраоптическое (надзрительное) ядро и паравентрикулярные ядра. Отростки клеток этих ядер образуют гипоталамо-гипофизарный пучок, заканчивающийся в задней доле гипофиза.

В передней области сосредоточены нейросекреторные клетки, вырабатывающие вазопресин и окситоцин, которые поступают в заднюю долю гипофиза.

**В средней** области расположены дугообразные, серо-бугорные и другие поля, где вырабатываются рилизинг-факторы, а также тормозящие факторы или статины, поступающие в аденогипофиз, передающие эти сигналы в виде тропных гормонов периферической эндокринной железы. Рилизинг-фактор способствует высвобождению тирео, лютео, кортикотропина, пролактина. Статины тормозят выделение соматотропина, меланотропина, пролактина.

К ядрам **задней** области относятся рассеянные крупные клетки, среди которых имеются скопления мелких клеток, а также ядра сосцевидного тела. Ядра сосцевидного тела являются подкорковыми центрами обонятельных анализаторов.

В гипофизе залегают 32 пара ядер, которые являются звеньями экстропирамидной системы, а также ядра относятся к подкорковым структурам лимбической системы.

Под III желудочком расположены сосцевидные тела, относящиеся к подкорковым обонятельным центрам, серый бугор и зрительный перекрест, образованный перекрестом зрительных нервов. В конце воронки расположен гипофиз. В сером бугре залегают ядра вегетативной нервной системы.

Гипофиз имеет обширные связи, как со всеми отделами ЦНС, так и железами внешней секреции /система гипоталамус-гипофиз-надпочечник/. Благодаря этим обширным многофункциональным связям гипоталамус выступает в качестве высшего подкоркового регулятора обмена веществ и температуры тела, мочеобразования, функции желез.

Посредством нервных импульсов медиальная область гипоталамуса управляет деятельностью задней доли гипофиза, а посредством гормональных механизмов медиальный гипоталамус управляет передней долей гипофиза. Дело в том, что под влиянием различных афферентных импульсов, поступающих в медиальный гипоталамус начинают синтезироваться рилизинг-гормоны, которые через систему крови поступают в аденогипофиз. Они регулируют вы-

работку различных тропных гормонов в передней доле гипофиза. Каждый либидин ответственен за синтез и высвобождение в гипофизе строго определенного тропного гормона. Тропный гормон из передней доли гипофиза поступает в плазму крови регулирует синтез и поступление в кровь гормонов из периферических эндокринных желез. В результате увеличивается содержания того или иного гормона в крови. Каждому тропному гормону соответствует строго определенная периферическая железа. Единственный СТГ не имеет периферической железы, он белковый гормон, действующий непосредственно на ткани организма образуя гормон – рецепторный комплекс на поверхности клеточных мембран. Гормональная регуляция заключается в том, что при понижении содержания в плазме крови гормонов периферических эндокринных желез или же при действии какого-то стрессора, при физических нагрузках медиальный гипофиз увеличивает выброс ризизинг-гормонов в кровеносные сосуды. Ризизинг-гормоны с кровью поступают в аденогипофиз, увеличивая содержание тропных гормонов. Если содержание гормонов периферических эндокринных желез напротив повышено, то в медиальном гипоталамусе увеличивается образование и соответствующий выброс подавляющих гормонов /статинов/, которые тормозят секрецию тропных гормонов и уменьшает их содержание в плазме крови, т.е. идет регуляция по принципу отрицание обратной связи.

#### **Гипоталамус и поведение.**

Гипоталамус отвечает за эмоции поведение.

1. Гипоталамус участвует в регуляции пищеварении, поведении, которое тесно связано с уменьшением содержания глюкозы в крови. В свою очередь содержание глюкозы в крови контролирует / гормоны антагонисты  $\alpha$ - и  $\beta$ -глюкоза регулируют глюкогеном и гормонами мозгового слоя: адреналин и нордадреналин/
2. В гипоталамусе находятся терморцепторы, и это обеспечивает терморегуляцию организма.
3. В гипоталамусе расположены осморегуляторы, участвующие в регуляции осмотического давления и это связано с чувством жажды.
4. Гипоталамус участвует в регуляции половых гормонов.
5. Гипоталамус участвует в формировании оборонительных реакции – оборонительное поведение и бегство

Пищевое поведение сопровождается поиском пищи. При этом вегетативная

реакция несколько иная, увеличивается слюноотделение, повышается моторика и кровоснабжение кишечника, уменьшается мышечный кровоток, т.к. повышается активность парасимпатической нервной системы.

В гипоталамусе имеются области, отвечающие за те или иные поведенческие реакции, которые перекрываются между собой и поэтому морфологически выделяют области, которые бы четко отвечали строго определенным поведенческим реакциям. При нарушении боковых /латеральных/ областей гипоталамуса, где расположены ядра голода и насыщения, то возникает афагия /отказ от приема пищи/ и гиперфагия /чрезмерное потребление пищи/.

В гипоталамусе вырабатывается большое количество медиаторов: адреналин, нордадреналин – возбуждающие медиаторы, глицин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота – тормозящие медиаторы.

Гипоталамус занимает ведущее место в регуляции многих функции организма и прежде всего в постоянстве внутренней среды организма. Под его контролем находятся функции автономной нервной системы и эндокринных желез.

**Эпиталамус** /. Эпиталамическая область расположена дорсально по отношению к каудальным отделам зрительного бугра и занимает относительно небольшой объем. В ее состав входит треугольник поводков, образованный как расширение каудальной части мозговых полосок таламуса, и расположенные в его основании ядра поводков. Треугольники соединены комиссурой поводков в глубине которой проходит задняя комиссура. На поводках – парных тяжах, начинающихся от треугольника, подвешено непарное шишковидное тело, или эпифиз – коническое образование длиной около 6 мм. В передней части он связан с обеими комиссурами и лежащим в задней стенке III желудочка субкомиссуральным органом.

Ядра поводков сформированы двумя клеточными группами – медиальным и латеральными ядрами. Афферентами медиального ядра являются волокна мозговых полосок, проводящие импульсацию от лимбических образований конечного мозга (области перегородки, гипокампа, миндалина), а также от медиального ядра, бледного шара и гипоталамуса. Латеральное ядро получает входы от латеральной преоптической области, внутреннего сегмента бледного шара и медиального ядра. Эфференты медиального ядра, адресованные интерпедункулярному ядру среднего мозга, формируют отогнутый пучок. Эфференты латерального ядра поводков следуют в составе этого же пути, проходят межжировое ядро без переключений и адресуются компактной части черной субстанции, центральному серому веществу среднего мозга и ретикулярным ядрами среднего мозга.

Эпифиз, находится посередине под утолщенной задней частью мозгового тела, располагается в неглубокой борозде, отделяющие друг от друга верхние холмики крыши среднего мозга. Снаружи эпифиз покрыт соединительнотканной капсулой, содержащей большое количество кровеносных сосудов. От капсулы внутрь органа проникают соединительнотканые трабекулы, полразделяющие паренхиму эпифиза на дольки.

Эпифиз – является железой внутренней секреции и состоит из глиальных элементов и особых клеток пинеалцитов. Эпифиз иннервируется ядрами поводков, к нему подходят волокна мозговых полосок, задней комиссуры, а также проекции верхнего шейного симпатического ганглия. Аксоны, входящие в железу, ветвятся среди пинеалцитов, обеспечивая регуляцию их активности. К числу биологически активных веществ, вырабатываемых эпифизом, относятся мелотанин и вещества, играющие важную роль в регуляции процессов развития, в частности, полового созревания и деятельности надпочечников.

В шишковидном теле у взрослых людей, особенно в старческом возрасте, нередко встречаются причудливой формы отложения – песочные тела. Они и

придают эпифизу определенное сходство с еловой шишкой, чем и объясняется его название.

**Метаталамус** представлен латеральным и медиальным коленчатыми телами – парными образованиями. Они имеют продолговато-овальную форму и соединяется с холмиками крыши среднего мозга при помощи ручек верхнего и нижнего холмиков. Латеральное коленчатое тело находится возле нижнебоковой поверхности таламуса, сбоку от его подушки. Его легко можно обнаружить, следуя по ходу зрительного тракта, волокна которого направляются к латеральному коленчатому телу.

Несколько кнутри и сзади от латерального коленчатого тела, под подушкой, находится медиальное коленчатое тело, на клетках ядра которого заканчиваются волокна латеральной (слуховой) петли.

Метаталамус состоит из серого вещества.

Латеральное коленчатое тело, правое и левое является подкорковым, первичным центром зрения. К нейронам его ядра подходит нервное волокно зрительного тракта /от сетчатки глаза/. Аксоны этих нейронов идут в зрительную зону коры. Медиальное коленчатое тело правое и левое является подкорковым, первичным центром слуха.

**III желудочек** представляет узкую вертикальную щель, которая служит продолжением водопровода вперед в область промежуточного мозга. По бокам своей передней части III желудочек сообщается правым и левым межжелудочковыми отверстиями с боковыми желудочками, лежащими внутри полушарий. Спереди III желудочек ограничен тонкой пластинкой серого вещества – конечной пластинкой, которая представляет самую переднюю часть первоначальной стенки мозга, оставшейся посередине между двумя сильно выросшими полушариями. Соединяя оба полушария конечного мозга, эта пластинка и сама принадлежит ему. Непосредственно над ней располагается соединительный пучок волокон, идущих из одного полушария в другое в поперечном направлении; эти волокна связывают участки полушарий, имеющие отношение к обонятельным нервам. Это – передняя комиссура. Ниже конечной пластины полость III желудочка ограничена перекрестом зрительных нервов.

Боковые стенки III желудочка образованы медиальными сторонами зрительных бугров. На этих стенках проходит продольное углубление – подбугровая борозда. Назад она ведет к водопроводу Сильвия, вперед – к межжелудочковым отверстиям. Дно III желудочка построено из следующих образований (спереди назад): перекрест зрительных нервов, воронка, серый бугор, сосцевидные тела и заднее продырявленное пространство. Крышу образует эпэндема, входящая в состав сосудистых сплетений III и бокового желудочков. Над ней расположен свод и мозолистое тело.

## 9. Ретикулярная формация и лимбическая система.

**Ретикулярная формация** – описана В.М. Бехтеревым в 1898 году и Рамон-Кахалем в 1909 году как диффузное скопления разрозненных нервных элементов, пронизанное большим числом проходящих волокон. В стволе мозга



– продолговатый мозг, средний мозг и промежуточный мозг – между его специальными ядрами находятся скопления нейронов с отростками, образующую густую сеть, то есть ретикулярную формацию.

По структурно-функциональным критериям ретикулярная формация делится на 3 зоны:

1. медианную, расположенную по средней линии;
2. медиальную, занимающую медиальные отделы ствола;
3. латеральную, нейроны, которые лежат вблизи сенсорных образований;

**Медианная зона** – представлена элементами шва, состоящая из ядер. Нейроны этих ядер синтезируют медиатор – серотонин. Система ядер шва принимает участие в организации агрессивного и полового поведения, в регуляции сна.

**Медиальная /осевая/ зона** относятся мелкие нейроны, которые не ветвятся. В зоне располагается большое количество ядер. Встречаются также крупные мультиполярные с большим числом густо ветвящихся дендритов. Они образуют восходящие нервные волокна в кору больших полушарий, и нисходящие нервные волокна в спинной мозг. Восходящие пути связи медиальной зоны оказывают активирующее влияние /прямо или опосредовано через таламус/ на новую кору. Нисходящие пути оказывают тормозящее влияние.

**Латеральная зона** – к этой зоне относятся ретикулярные образования расположенные, а стволе мозга вблизи сенсорных систем, а также ретикулярные нейроны, лежащие внутри сенсорных образований. Основным компонентом этой зоны является группы ядер, которые примыкают к ядру тройничного нерва. Все ядра латеральной зоны /за исключением ретикулярного латерального ядра продолговатого мозга/ состоят из нейронов малой и средней величины и лишены крупных элементов. В этой зоне располагаются восходящие и нисходящие пути, обеспечивающей связь сенсорных образований с медиальной зоной ретикулярной формации и моторными ядрами ствола. Эта часть ретикулярной формации является более молодым и возможно прогрессивнее, с ее развитием связан факт уменьшения объема осевой ретикулярной формации в ходе эволюционного развития.

Таким образом, латеральная зона - совокупность элементарных интегративных единиц, сформированных вблизи и внутри специфических сенсорных систем.

Благодаря нисходящим влияниям ретикулярная формация оказывает тоническое влияние и на мотонейроны спинного мозга, что в свою очередь повышает тонус скелетной мускулатуры, совершенствует систему обратной афферентной связи. Благодаря этому любой двигательный акт совершается значительно эффективнее, осуществляет более точный контроль за движением, но чрезмерное возбуждение клеток ретикулярной формации может привести к дрожанию мышц.

В ядрах ретикулярной формации находятся центры сна и бодрствования, и стимуляция тех или иных центров приводит или к наступлению сна или к пробуждению. На этом основано применение снотворных. В ретикулярной формации расположены нейроны, реагирующие на болевые раздражения, иду-

щие от мышц или внутренних органов. В ней также расположены специальные нейроны, которые обеспечивают быструю реакцию на внезапные, неопределенные сигналы.

Ретикулярная формация тесно связана с корой больших полушарии благодаря этому формируется функциональная связь между внешними отделами ЦНС и стволом головного мозга. Ретикулярная формация играет важную роль в интеграции сенсорной информации, так и в контроле над деятельностью всех эффекторных нейронов /моторных и вегетативных/. Она имеет также первостепенное значение для активации коры больших полушарии, для поддержания сознания.

Таким образом, ретикулярная формация может оказывать на кору больших полушарии не только возбуждающее, но и тормозящее влияние, и кора больших полушарии также может оказывать влияние на клетки ретикулярной формации.

**Лимбическая система** это совокупность опрехционально связанных между собой, образований древней коры /гиппокамп, грушевидная доля/, старой коры /поясная извилина/ и подкорковых структур /миндалевидное ядра, область перегородки, ряд ядер таламуса и гипоталамуса.

В физиологии лимбическую систему называют висцеральным мозгом, в который поступает информация из рецепторов внутренних органов /интерорецепторы/, висцеральный мозг, т.е. структура ЦНС, связанная с регуляцией деятельности внутренних органов, поскольку перегородка, обонятельный мозг при их возбуждении изменяют активность вегетативных систем организма в соответствии с условиями окружающей среды.

Особенностью лимбической системы является то, что между ее структурами имеются простые двусторонние связи и сложные пути, образующие множество замкнутых кругов. Такая организация создает условия для длительного циркулирования одного и того же возбуждения в системе и, тем самым сохранения единого состояния и навязывание этого состояния другим системам мозга. Благодаря этому поток сенсорных возбуждений получает эмоциональную окраску и сопоставлению с памятью.

Гиппокамп расположен в глубине височных долей мозга, является основной структурой лимбической системы происходит консолидация памяти - переход с краткосрочной памяти в долговременную память.

Миндалины находятся в глубине височной доли мозга. Функции – обеспечивают оборонительное поведение, двигательные, вегетативные, эмоциональные реакции. При нарушении миндалин поведение резко меняется, утрачивается способность к социальному поведению.

Лимбическая система участвует в регуляции вегетативных функций, оказывает влияние на смену сна и бодрствование. Совместно с гиппокампом она обеспечивает процессы запоминания и долговременной памяти. Лимбическая система является высшим подкорковым регулятором поведенческих реакции, связанных с удовлетворением первичных потребностей /еда, питье, половая потребность/.

## 10. Кора головного мозга.

### Строение

Кора представляет собой филогенетически наиболее молодой и вместе с тем сложный отдел мозга, предназначенный для обработки сенсорной информации, формирования поведенческих реакции организма.

Кора больших полушарий делится на древнюю /обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный бугорок/, старую /часть лимбической системы/ и новую кору. Новая кора занимает 95-96% общей площади и 4-5 приходится на долю древней и старой коры. Толщина коры колеблется от 1,3 до 4,5 мм. Площадь коры увеличивается за счет борозд и извилин. У взрослого человека составляет 2200 см<sup>2</sup>

Кора состоит из серого и белого вещества, а также нейроглии. Количество нейронов 16-18 млрд. Глиальные клетки выполняют трофическую функцию.

По функциональному признаку нейроны коры делятся на 3 вида: **афферентные** /сенсорные/, к ним подходят нервные волокна афферентных путей, **ассоциативные** /вставочные/ - в пределах головного и спинного мозга, **эфферентные** /двигательные/, образует нисходящие /эфферентные/ проводящие пути, идущие от коры к разным ядрам головного и спинного мозга. К сенсорным клеткам относятся звездчатые клетки, входящие в 3 и 4 слоев сенсорных областей коры. К эфферентным нейронам относятся нейроны 5 слоя моторной зоны, которые представлены гигантскими пирамидными клетками Беца. К ассоциативным клеткам относятся веретенообразные и пирамидные клетки 3 слоя.

В связи с тем, что тела и отростки описанных выше нейронов имеют упорядоченное расположение, кора построена по экранному принципу, т.е. сигнал фокусируется не точка в точку, а на множество нейронов, что обеспечивает полный анализ раздражителя, а также возможность передачи сигнала в другие зоны коры, который заинтересованы в нем.

Кора состоит из 7 слоев.

- 1. Молекулярный слой** – мелкие нейроны и волокна. Сюда приходят афферентные таламокортикальные волокна от неспецифических ядер таламуса, регулирующие уровень возбудимости корковых нейронов.
- 2. Наружный зернистый слой** - мелкие нейроны форме зерен и мелкими пирамидными клетками.
- 3. Наружный пирамидный слой** – из пирамидных клеток разной величины. Функционально II и III слои коры объединяют нейроны, отростки которых обеспечивают кортико-кортикальные ассоциативные связи.
- 4. Внутренний зернистый слой** – звездчатые клетки /клеток- зерен/. Здесь оканчиваются афферентные таламокортикальные волокна, идущие от проекционных ядер таламуса.
- 5. Внутренний пирамидный слой** – крупные пирамидальные клетки. Наиболее пирамидальные клетки - клетки Беца, аксоны их идут в головной и спинной мозг.

**6. Полиморфный слой / мультиформный/** - многоформенные нейроны, имеющие треугольную и веретенообразную форму.

**7. Веретенообразные нейроны** – имеются в некоторых областях коры. Эти нейроны связывают все слои коры, их волокна поднимаются до 1 слоя.

Функциональной единицей коры является вертикальная колонка, состоящая из 7 клеток, они вместе реагируют на один и тот же раздражитель.

В коре выделяют 3 зоны, исходя из расположения нейронов:

1. Сенсорные зоны – входные участки коры, которые через восходящие нервные пути получают сенсорную информацию от большинства рецепторов тела.
2. Ассоциативные зоны – 1) связывают вновь поступающую сенсорную информацию с полученной ранее и хранящейся в блоках памяти, благодаря чему новые стимулы «узнаются», 2) информация от одних рецепторов сопоставляется с сенсорной информацией от других рецепторов, 3) участвуют в процессах запоминания, научения и мышления.
3. Двигательные зоны – выходные области коры. В них возникают двигательные импульсы, идущие к произвольным мышцам по нисходящим путям, которые находятся в белом веществе больших полушарий.

**Цитоархитектоника** это расположение нейронов в коре.

**Миелоархитектоника** это распределение волокон в коре головного мозга.

Начало разнокачественного строения коры больших полушарий положено в 1674 году киевским анатомом А.А.Бецом. Позже К.Бродман в 1903-09 г. выделил 52 цитоархетиктоники. О.Фогт и Ц.Фогт в коре выделили 150 миелоархитектонических полей. Сотрудниками института мозга созданы цитоархитектонические поля /И.Н.Филимонов, С.А.Саркисов.

### **Локализация функций в коре больших полушарий.**

И.П.Павлов рассматривал кору больших полушарий как сплошную восприимательную поверхность, как совокупность корковых концов анализаторов. Анализатор – сложный первичный механизм, который состоит из рецептора воспринимающего аппарата, проводников нервных импульсов и мозгового конца, где происходит анализ всех тех раздражений. И.П.Павлов показал, что различают ядро и рассеянные элементы. Ядро – место концентрации нейронов, где проецируются все структуры периферического рецептора, и происходит важный анализ и синтез и интеграция функции.

Рассеянные элементы могут располагаться по периферии ядра и на различном расстоянии от него. В них происходит более простой анализ и синтез.

Корковые концы анализатор осуществляют анализ и синтез сигналов, поступающих из внешней и внутренней среды, составляющих I сигнальную систему действительности. А II сигнальная система только у человека и связана с развитием членораздельной речи.

Рассмотрим некоторую локализацию ядер моторных анализаторов:

1. В коре постцентральной извилины (поля 1, 2, 3) и верхней теменной дольки (5 и 7) залегают нервные клетки, образующие ядро коркового анализатора общей **чувствительности** (температурной, болевой, осязательной) и про-

приоцептивной. Проводящие чувствительные пути, следующие в коре большого мозга, перекрещиваются либо на уровне различных сегментов спинного мозга (пути болевой, температурной чувствительности, осязания и давления), либо на уровне продолговатого мозга (пути проприоцептивной чувствительности коркового направления). Вследствие этого постцентральные извилины каждого из полушарий связаны с противоположной половиной тела. В постцентральной извилине рецепторные поля различных участков тела человека спроецированы таким образом, что наиболее высоко расположены корковые концы анализатора чувствительности нижних отделов туловища и нижних конечностей, а наиболее низко (ближе к латеральной борозде) проецируются рецепторные поля верхних участков тела и головы, верхних конечностей.

2. Ядро **двигательного** анализатора находится в основном в так называемой двигательной области коры, к которой относятся прецентральная извилина (поля 4 и 6) и парацентральная долька на медиальной поверхности полушария. В 5-м слое коры прецентральной извилины залегают пирамидные нейроны (клетки Беца), которые И.П.Павлов относит к вставочным и отметил, что эти клетки своими отростками связаны с подкорковыми ядрами, двигательными клетками ядер черепных и спинномозговых нервов. Причем в верхних участках прецентральной извилины и в парацентральной дольке расположены клетки, импульсы от которых направляются к мышцам самых нижних отделов туловища и нижних конечностей. В нижней части прецентральной извилины находятся двигательные центры, регулирующие деятельность мышц лица.

Таким образом, все участки тела человека спроецированы в прецентральной извилине «вверх ногами». В связи с тем, что пирамидные пути, бегущие начало от гигантопирамидных клеток, перекрещиваются либо на уровне мозгового ствола (корково-ядерные волокна), на границе со спинным мозгом, либо в сегментах спинного мозга (корково-спинномозговой путь), двигательные области каждого из полушарий связаны со скелетными мышцами противоположной стороны тела. Если мышцы конечностей изолированно связаны с одним из полушарий мышцы туловища, гортани и глотки имеют связь с двигательными областями обоих полушарий.

3. Ядро **зрительного** анализатора располагаются в затылочной доле полушария большого мозга (поля 17, 18, 19). Ядро зрительного анализатора правого полушария связано проводящими путями с латеральной половиной сетчатки правого глаза и медиальной половиной сетчатки левого глаза. В коре затылочной доли левого полушария проецируются соответственно рецепторы латеральной половины сетчатки левого глаза и медиальной половины сетчатки правого глаза. Как и для ядра слухового анализатора, только двустороннее поражение ядер зрительного анализатора приводит к полной корковой слепоте. Поражение поля 18, находящегося несколько выше поля 17, сопровождается потерей зрительной памяти, однако утраты зрения не отмечается. Наиболее высоко по отношению к двум предыдущим в коре затылочной доли находится поле 19, поражение которого сопровождается утратой способности ориентироваться в незнакомой окружающей обстановке.

4. В глубине латеральной борозды на обращенной к острову поверхности средней части верхней височной извилины находится ядро **слухового** анализатора (41, 42, 52). К нервным клеткам, составляющим ядро слухового анализатора каждого из полушарий, проходят проводящие пути от рецепторов как левой, так и правой стороны. В связи с этим одностороннее поражение этого ядра не вызывает полной утраты способности воспринимать звуки. Двустороннее поражение сопровождается корковой глухотой.

5. Ядро двигательного анализатора **артикуляции речи** (речедвигательный анализатор) располагается в задних отделах нижней лобной извилины (поле 44). Этот анализатор граничит с теми отделами предцентральной извилины, которые являются анализаторами движений, производимых при сокращении мышц головы и шеи. Это и понятно, так как в речедвигательном анализаторе осуществляется анализ движений всех мышц (губ, шеи, языка, гортани), принимающих участие в акте формирования устной речи. Повреждение участка коры этой области (поле 44) приводит к двигательной афазии, т.е. утрата способности к сокращению мышц, участвующие в речеобразовании. Более того при повреждении поля 44 не утрачивается способность к произношению звуков или к пению.

В центральных отделах нижней лобной извилины (поле 45) находится ядро речевого анализатора, связанного с пением. Поражение поля 45 сопровождается вокальной амузией – неспособностью к составлению и воспроизведению музыкальных фраз и аграмматизмом, когда утрачивается способность к составлению осмысленных предложений из отдельных слов. Речь таких людей состоит из не связанного по смысловому значению набора слов.

6. Ядро **слухового анализатора устной речи** тесно взаимосвязано с корковым центром слухового анализатора и располагается как и последний в области верхней височной извилины. Это ядро находится в задних отделах верхней височной извилины, на ее поверхности, обращенной в сторону латеральной борозды полушария большого мозга (поле 42).

Поражение ядра не нарушает слухового восприятия звуков, однако утрачивается способность понимать слова, речь. Функция этого ядра состоит в том, что человек не слышит и понимает речь другого человека, но и контролирует свою собственную.

В средней трети верхней височной извилины (поле 22) находится ядро коркового анализатора, поражение которого сопровождается наступлением музыкальной глухоты, когда музыкальные фразы воспринимаются как бессмысленный набор различных шумов. Этот корковый конец слухового анализатора относится к центрам второй сигнальной системы, воспринимающим словесное обозначение предметов, действий, явлений, т.е. воспринимающих сигналы сигналов.

7. В непосредственной связи с ядром зрительного анализатора находится ядро **зрительного анализатора письменной речи** (поле 39), расположенное в угловой извилине нижней теменной доли. Поражение этого ядра приводит к утрате способности воспринимать написанный текст, читать.

Различают в коре 3 оси группы полей, т.е. в каждой сенсорной зоне: первичное, вторичное и третичное.

Первичное поле – связаны с органами чувств и органами движения на периферии, они раньше созревают в онтогенезе, имеют наиболее крупные клетки. Это так называемые ядерные зоны анализаторов. Эти зоны осуществляют анализ раздражений, поступающих в кору от соответствующих рецепторов. Если разрушить ядерную зону наступает корковая слепота, глухота, двигательный паралич.

Вторичное поле - /периферические зоны анализаторов/, которые связаны с отдельными органами только через первичные поля. Они служат для обобщения и дальнейшей обработки поступающей информации. Если разрушить это поле человек видит, слышит, но не понимает смысла.

Третичное поле /зоны перекрытия анализаторов/. Оно занимает почти половину территории коры, и имеют обширные связи с другими отделами коры и неспецифическими системами мозга. Здесь в основном располагаются мелкие и разнообразные /звездчатые/ клетки. Здесь происходит высший анализ и синтез информации, в результате чего вырабатываются цели и задачи поведения. Согласно им происходит программирование двигательной деятельности. При врожденном недоразвитии третичных полей человек не в состоянии овладеть речью и даже простыми двигательными навыками.

Первичные и третичные поля есть у человека и животных, а третичное поле только у человека. Третичные поля созревают у человека позже других корковых полей. Для развития мозга и поле необходимо, чтобы больше информации поступало от зрительных, слуховых, мышечных рецепторов.

### **Онто- и филогенез коры.**

К 30 дням внутриутробного развития формируется кора. К 7–12 –му месяцам постнатального развития происходит созревание мозговых систем.

У новорожденного развиты филогенетически старые отделы мозга: мозжечок, мост а также промежуточный мозг. У новорожденных основные борозды и извилины /центральная, латеральная/ выражены хорошо, а ветви борозд и извилин слабо. Миелинизация афферентных волокон начинается в 2 месяца и заканчивается к 4 -5 годам, а эфферентные волокна несколько позже, в период от 4 -5 месяца до 7-8 лет. Соотношения борозд, извилин и швов, характерные для взрослого человека устанавливается у детей 6-8 лет.

## **11. Асимметрия полушарий большого мозга.**

Большие полушария представляют самый массивный отдел головного мозга. Полушария разделены по средней линии глубокой вертикальной щелью на правое и левое полушарии. Оба полушария соединены между собой с помощью мозолистого тела. В каждом полушарии выделяют доли: лобную, теменную, височную, затылочную и островок. Каждая доля мозга имеет функциональное значение. Левое и правое полушарии выполняют разную функцию, но совместно обеспечивают целенаправленное поведение.

Учение о межполушарной асимметрии возникло более 100 лет назад. В 1860-х годах французский исследователь П.Брока установил, что повреждение определенного участка коры вызывает афазию или расстройство речи. Этот участок находится у края лобной доли левого полушария, назван зоной Брока /зона 1./. Это зона контролирует осуществление речевых реакции.

В 1874 немецкий исследователь К. Вернике обнаружил в левом полушарии сенсорный /зона 2/ центр речи, поражение которого ведет к расстройству понимания речи. Центр Вернике расположен в височной доле. У человека с пораженным центром речь беглая, бессмысленная, т.е. больной не замечает своих дефектов.

После рассечения комиссурных связей двух полушарий, каждое полушарие функционирует самостоятельно, получая информацию, только справа или слева. Если больному с расщепленным мозгом в правую половину зрительного поля предъявить какой-либо предмет, то он может его назвать и взять правой рукой, то же самое со словом, т.е. используется левое полушарие, он не отличается от нормального человека. Дефект проявляется, когда стимулы возникают на левой стороне тела или в левой половине зрительного поля. Предмет, изображение которого проецируется в правое полушарие, больной назвать не может. Но он правильно выбирает его среди других, хотя не называет, т.е. правое полушарие не может обеспечить функцию названия предмета, но оно узнает.

**3** зона – моторная, расположена в передней центральной извилине правого и левого полушария. Это зона управляет мышцами лица, конечностей и туловища.

Правое – зрительно-пространственное.

Правое полушарие контролирует и регулирует сенсомоторные и двигательные функции левой половины тела, а левое полушарие – правой половины тела. С правым полушарием связаны музыкальные способности. Левое полушарие – речевое, обрабатывает информацию аналитически и последовательно, правое – одновременно и целостно. Человек с превалированием левополушарной функцией тяготеет к теории, имеет большой словарный запас, присуща двигательная активность, целенаправленность. Правополушарный человек тяготеет к конкретным видам деятельности, медлителен, неразговорчив, но тонко чувствует и переживает.

Асимметрия функций больших полушарий является генетически predetermined. Она выражается в преимущественном участии левой и правой половины мозга в качественно различном анализе внешних раздражителей.

Функция асимметрия может усиливаться при направленном вмешательстве за счет формирования устойчивой доминантной установки, но переучивание генетически запрограммированных асимметрических форм движений.

Исследование функциональной асимметрии мозга у детей показало, что первоначально обработка речевых сигналов осуществляется обоими полушариями и доминантность левого полушария формируется позже. Если у ребенка научившегося говорить, возникает поражение речевой области левого полушария, то у него развивается афазия, и через год речь восстанавливается. И тогда центр речи перемещается в зону правого полу-



шария. Такая передача речевой функции от левого полушария правому возможна лишь до 10 лет.

Специализация правого полушария в функции ориентации в пространстве возникает также не сразу: у мальчиков в возрасте от 6 лет, а у девочек – после 13 лет.

Д.Кимура полагает, что в эволюционном плане именно развитие руки как органа языка жестов, ее манипулятивных способностей и привело к развитию левого полушария. Позже данная функция у руки была передана голосовой мускулатуре.

Левое полушарие превосходит правое также и в способности понимать речь, хотя это различия менее выражены. Согласно моторной теории восприятия главным компонентом распознавания речевых звуков являются кинестетические сигналы, возникающие от мышц речевого аппарата при восприятии речевых сигналов. В этом особая роль принадлежит моторным системам левого полушария.

Речевые функции у правшей преимущественно локализованы в левом полушарии. И лишь у 5% лиц речевые центры в правом полушарии. У 70% леворуких центр речи также как и у праворуких в левом полушарии. У 15% леворуких центр речи в правом полушарии.

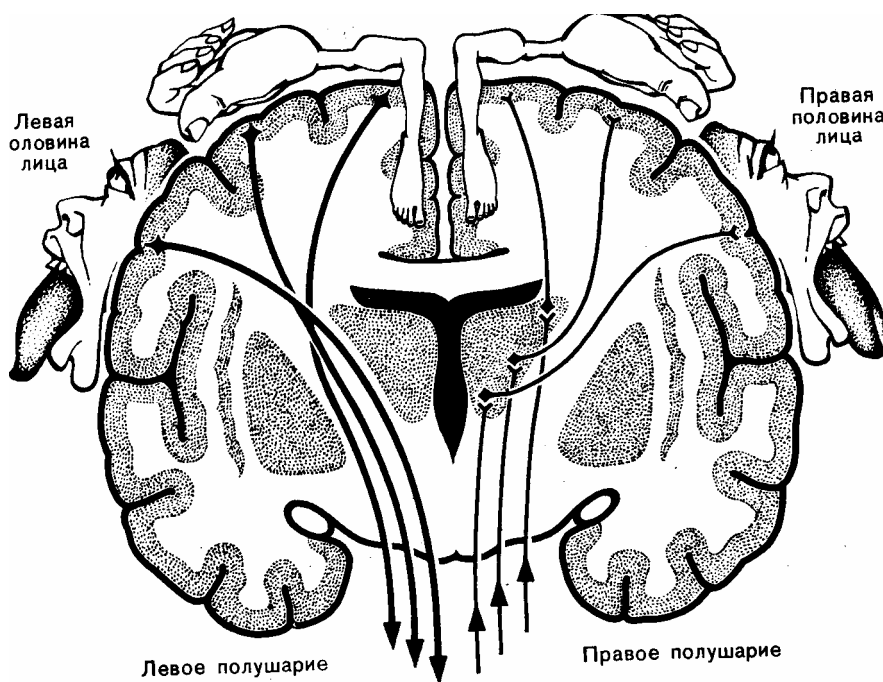


Рис.7

. Проекция человека в центральных извилинах.

Функциональная асимметрия обнаружена не у всех людей, примерно у одной трети она не выражена, т.е. полушарии не имеют четкой функциональной специализации.

Выделяют несколько видов функциональных асимметрий:

1. Моторная асимметрия – неодинаковость двигательной активности рук, ног, лица, половин тела, управляемой каждым полушарием мозга.

2. Сенсорная асимметрия – неравнозначность восприятия каждым из полушарий объектов, расположенных слева и справа от средней плоскости тела.
3. Психическая асимметрия – специализация полушарии мозга в отношении различных форм психической деятельности.

Соотношение активности двух полушарии может быть различным. На этом основании И.П.Павловым были выделены специфические человеческие типы ВНД: художественный, мыслительный и средний.

Художественный тип характеризуется преобладанием активности I сигнальной системы над вторым. У них преобладает «правополушарное» образное мышление.

Мыслительный тип – преобладает II сигнальная система над первым, т.е. «левошарное» абстрактное мышление.

4. При рассечении мозолистого тела, происходит раздвоение личности. Выстраиваются две модели поведения на одну и ту же ситуацию. В процессе эволюции у человека происходит разделение функций правого и левого полушарии. Морфологически полушария принципиально не отличаются. Правое лишь на 5 гр. больше левого, но в левом полушарии больше серого вещества. Левое полушарие отвечает за речь, письмо, чтение, счет, сознательное абстрактное мышление. Правое – узнавание предметов, цвет, форма, различие голосов.

Сознание человека базируется на совместной деятельности двух полушарии, хотя одно из них является доминантным. Левое полушарие принимает переработанную информацию, аналитическую и последовательную с привлечением фактов, логики. Правое полушарие перерабатывает информацию одновременно и целостно, не рассматривая при этом отдельные части, элементы, входящие в состав предмета или явления. Правое полушарие следит за всеми изменениями окружающей среды, за изменением настроения, то левое полушарие анализирует эти изменения, оно ответственно за выбор цели, которое мы ставим перед собой на будущее. В правое полушарие объединяется вся информация, приходящая из соматосенсорной зоны, сообщающая относительное положение тела в пространстве, и эта информация соединяется с информацией, поступающая из зрительных и слуховых зон коры, благодаря чему мы имеем точное представление о собственном теле во время передвижения тела в пространстве. В левое полушарие данная информация соединяется с памятью и это нам позволяет осмысленно интерпретировать зрительные, слуховые и тактильные ощущения /сообщение от рецепторов кожи, мышц, суставов/, что позволяет вырабатывать определенную линию поведения.

В левом полушарии находятся два центра: центр Брока и центр Вернике. Центр Брока располагается в лобной доле левого полушария. Этот центр прилегает к двигательной зоне коры. Это моторный центр речи и он управляет мышцами языка, челюстей и глотки. Благодаря этому произносятся звуки. Если поврежден этот центр, то возникает афазия, затрудняются и двигательные акты. После инсультов этот центр парализуется, при этом понимание речи, чтение и письмо не нарушаются, и больной осознает свой дефект.

Центр Вернике расположен в верхнезаднем участке левой височной доле. Это сенсорный центр речи, благодаря этому происходит понимание речи, ее осмысливание. Именно в этой зоне расположен основной нервный субстрат, который определяет построение устной речи, ее форму, смысл и содержание. При повреждении этой зоны возникает афазия Вернике, когда понимание речи сильно затруднено, речь беглая, бессмысленная, чтение, письмо нарушены и больной не осознает бессмысленность своей речи.

Центр Брока и центр Вернике соединены между собой нервными волокнами, образуя дугообразный пучок. В начале в зоне Брока под влиянием приходящих импульсов строится детальная и координированная программа локализации – как и в какой последовательности должны действовать мышцы губ, язычка и глотки. Отсюда импульсы поступают в моторную зону коры, которые управляет деятельностью всех мышц. Из моторной зоны импульсы поступают к соответствующим мышцам. Звучание слова улавливается слуховой зоной коры, но чтобы понять смысл необходимо, чтобы возбужденные сигналы обязательно прошли через зону Вернике, которая прилегает к слуховой зоне височной области. Здесь звуки истолковываются как речь. Если же слово воспринимается не через звук, а глазами /при чтении/, то в этом случае информация из первичной зрительной коры, также должно поступать в центр Вернике. Поскольку устная речь возникает в процессе эволюции раньше чем письменная, дети начинают говорить и понимать речь раньше, чем научатся читать и писать.

Дислексия – нарушение способности у детей к чтению. Это может быть результатом перенесенных травм, особенно до 1 года жизни, результат нарушения зрительно – пространственного восприятия. Они не могут воспринимать слова как целое. Они не могут отличать схожие слова, теряются, если их просят произнести незнакомое слова. Чаще всего у таких детей нестабильность глазо-доминанты. У большинства людей один глаз, также как и рука является господствующим. нестабильность глазо-доминантности может привести к нарушению движения глаз и тогда человеку очень трудно следить за порядком расположения букв и слов на странице.

Глазо-доминантная нестабильность может быть следствием нестабильности контроля со стороны полушарии головного мозга, когда ни одно из полушарии не берет на себя доминантную роль контроля за движением глаз.

Девочки начинают говорить и читать раньше мальчиков. У мужчин поражение левого полушария вызывает афазию в 3 раза чаще, чем у женщин и приводит к большому ухудшению вербальной способности. У женщин специализация полушарий выражена в меньшей степени. Это закладывается в пренатальном /дородовом/ периоде. Уже на 3 месяце внутриутробного развития у плода мужского пола значительно возрастает концентрация мужского полового гормона тестостерона. Он образуется у женского плода в меньших концентрациях, поскольку поступает из организма матери. Тестостерон влияет на скорость развития полушарии, как бы замедляет рост левого полушария и способствует быстрому развитию правого полушария ответственного за пространственную способность.

### **Патологические изменения I и II сигнальной системы.**

У человека в отличие от животных могут быть специфические формы появления неврозов и это зависит от того какая сигнальная система вовлечена в патологический процесс.

1. Истерия - преобладает I сигнальная система, вокруг все раздражает, повышенная чувствительность к внешней обстановке - раздражителей, т.е. раздражители, которые являются для всех окружающих подпороговыми, для больного пороговым или же сверхпороговыми, на что формируется сильный процесс возбуждения, доходящий до истерики. В результате чего может произойти перенапряжение силы возбуждения. Все это отрицательно сказывается на умственную и физическую работоспособность, на всех видах внутреннего торможения.
2. Психостения – преобладает II сигнальная система. Эти люди разочарованы в жизни, бедны в эмоциях, склоны к пустому мудрствованию. Их замыслы бесплодны, нереальны, оторваны от жизни.
3. Невротения – в нервный процесс вовлечены I и II сигнальные системы в равной степени. Для них характерно вялость, слабость, депрессия, но не может от них избавиться.

### **Устранение неврозов и восстановление работоспособности корковых клеток.**

1. Устранение факторов, вызывающих невроз и отдых.
2. Тренировка процессов возбуждения и торможения.
3. Прием лекарственных препаратов.
4. Сон и отдых. Соматические клетки восстанавливаются через 6 часов, нервные клетки через 11 часов. Учитель должен учитывать типологические особенности ВНД, на основе которого и должен определяться индивидуальный подход к процессу воспитания и обучения. Все это позволит устранить перенапряжение нервных процессов и правильно определить объем и характер работы, особенно для холериков и меланхоликов. Это типы наиболее распространенные.

## **12. Проводящие пути головного и спинного мозга.**

В нервной системе импульсы, возникающие при воздействии на рецепторы, передаются по отросткам нейрон к их телам. Это осуществляется благодаря синапсам, которые осуществляют функцию смыкателя или размыкателя нейрон. Импульсы передаются только в одном направлении – от рецептора через вставочный нейрон к эфференту Это обусловлено морфофункциональными особенностями синапсов, которые проводят возбуждение только от пресинаптической мембраны к постсинаптической..

**Проводящие пути** это совокупность нервных волокон, проходящих в определенных зонах белого вещества головного и спинного мозга, объединенных общностью морфологического строения и функции.

В спинном и головном мозге выделяют по строению и функции три группы проводящих путей.

Ассоциативные пути соединяют участки серого вещества различные функциональные центры /кора мозга, ядра/ в пределах одной половины мозга. Выделяют короткие и длинные ассоциативные волокна. Короткие волокна соединяют близлежащие участки серого вещества и располагаются в пределах одной доли мозга – внутридолевые пучки волокон.

Длинные ассоциативные волокна связывают участки серого вещества, расположенные на значительном расстоянии друг от друга, обычно в различных зонах. К ним относятся верхний продолговатый пучок, соединяющий кору лобной доли с теменной и затылочной, нижний продолговатый пучок, связывающий серое вещество височной доли с затылочной долей. В спинном мозге ассоциативные волокна связывают между собой нейроны, расположенные в различных сегментах и образуют собственные пучки спинного мозга /межсегментарные пучки/, которые располагаются вблизи серого вещества. Короткие пучки перекидываются через 2 – 3 сегмента, а длинные пучки соединяют далеко расположенные сегменты спинного мозга.

Коммиссуральные /спаечные / нервные волокна связывают нервные центры /серое вещество/ правого и левого полушария большого мозга, образуют мозолистое тело /коммиссура/, спайку свода и переднюю спайку, т.е. коммиссуральные волокна проходят из одного полушария в другое. В мозолистом теле располагаются волокна, соединяющие новые, более молодые отделы мозга. В белом веществе полушария волокна мозолистого тела расходятся веерообразно, образуя лучистость мозолистого тела.

Проекционные волокна соединяют нижележащие отделы с базальными ядрами и корой, и наоборот, кору головного мозга, базальные ядра с ядрами мозгового ствола и со спинным мозгом. При помощи проекционных нервных волокон, достигающих кору большого мозга картины внешнего мира как бы проецируются на кору как на экран, где происходит высший анализ поступивших импульсов и сознательная их оценка.

Выделяют проекционные восходящие и нисходящие пути.

Восходящие проекционные пути /афферентные, чувствительные/ - импульсы идут в головной мозг, к его подкорковым и высшим центрам, идущие от органов чувств, опорно-двигательного аппарата, внутренних органов и сосудов. По характеру проводимых импульсов восходящие проекционные пути на 3 группы:

1. Экстероцептивные пути – импульсы поступают от органов чувств /зрения, слуха, вкуса, обоняния/, кожных покровов /болевые, температурные, осязания, давления/.

2. Проприоцептивные пути – импульсы поступают от органов движения, несут информацию о положении частей тела, о размахе движения.

3. Интероцептивные пути – импульсы поступают от внутренних органов, сосудов /хемо-, баро-, механорецепторы/.

**Экстероцептивные проводящие пути.** Проводящие пути долевой и температурной чувствительности – латеральный /боковой/ спинно-таламический путь.

Все восходящие пути состоят из 3 нейронов:

I нейроны располагаются в органах чувств и заканчиваются в спинном мозге или в стволовой части мозга.

II нейроны располагаются в ядрах спинного мозга или головного мозга и заканчиваются в ядрах таламуса, гипоталамуса. Эти нейроны образуют центростремительные восходящие пути.

III нейроны лежат в ядрах промежуточного мозга для кожной и мышечно-суставной чувствительности в ядрах таламуса, для зрительных импульсов - в коленчатом теле, для обонятельных импульсов – в сосцевидных телах. Отростки нейронов заканчиваются на клетках соответствующих корковых центрах /зрительной, слуховой, обонятельной и общей чувствительности/.

Рецепторы первого /чувствительного/ нейрона, воспринимающие раздражения располагаются в коже и слизистой оболочках, а его тело лежит в спинномозговых узлах, а центральный отросток в составе заднего корешка направляется в задний рог спинного мозга. Аксон второго нейрона, тело которого лежит в заднем роге направляется на противоположную сторону спинного мозга. Через его переднюю серую спайку аксон входит в боковой канатик, где включается в состав латерального спинно-таламического пути, который поднимается до продолговатого мозга. Пучок располагается позади оливы, проходит в покрывку моста и покрывке среднего мозга. Аксоны заканчиваются, образуя синапсы на клетках, расположенных в таламусе /III нейрон/. Аксоны III нейрона достигают коры полушарии, его постцентральной извилины /IУ слой коры/, где находится корковый конец общей чувствительности, проводящий путь осязания и давления, передний спинно-таламический путь. Импульсы от кожных рецепторов /рецепторы воспринимающие чувство давления и осязания/ поступают к клеткам коры в постцентральную извилину – место общей чувствительности. Тело I нейрона лежит в спинномозговом узле, а центральные отростки в составе заднего корешка спинных нервов направляются в задний рог спинного мозга, где заканчиваются синапсами на клетках второго нейрона. Аксоны II нейрона переходят на противоположную сторону спинного мозга /через переднюю серую спайку/ входят в передний канатик и в его составе направляется вверх к головному мозгу. Не все волокна переходят на противоположную сторону. Часть их идет в составе заднего канатика спинного мозга.

**Проприорецептивные проводящие пути.**

Рецепторы /I нейрона / располагаются в мышцах, сухожилиях, связках, суставных капсулах. Тело I нейрона в спинномозговом узле, их аксоны в составе заднего корешка, не входя в задний рог, направляются в задний канатик, а затем уходят в продолговатый мозг к тонкому и клиновидному ядрам, где заканчиваются синапсами на телах II нейронов. Аксоны II нейронов, выходящих из этих ядер, переходят на противоположную сторону, образуя медиальную петлю, проходят через покрывку моста и покрывку среднего мозга и заканчивают-

ся в таламусе на телах третьих нейронов. Аксоны III нейронов направляются в кору постцентральной извилины, где заканчиваются в IV слое коры.

Другая часть волокон III нейронов на выходе из тонкого и клиновидного ядер направляется в нижнюю мозжечковую ножку и заканчивается в коре червя. Третья часть, переходит на противоположную сторону, направляется через нижнюю мозжечковую ножку к коре червя противоположной стороны.

### **Интерорецептивные проводящие пути.**

В кору большого мозга поступают импульсы по прямым восходящим путям и из подкорковых центров. Кора /при участии сознания/ управляет двигательными функциями организма непосредственно через пирамидные пути /производит движение/. Пирамидный путь называется потому, как свое начало берет от больших пирамидных клеток коры. Нисходящий пирамидный путь является эфферентным.

Пирамидные пути имеют двухнейронное строение. Первые нейроны это большие пирамидные клетки, расположены в двигательной зоне коры. Вторые нейроны входят в состав двигательных ядер черепных нервов в стволе головного мозга и двигательных ядер передних рогов спинного мозга. Они называются периферическими мотонейронами.

К пирамидным путям относятся главный двигательный /пирамидный/, корково-ядерный, латеральный и передний корково-спинно-мозговые экстрапирамидные пути.

Главный двигательный /пирамидный/ путь – это путь начинается от клеток V слоя коры предцентральной извилины, где расположено тело первого нейрона. Центральные отростки этих нейронов идут к двигательным ядрам черепных нервов и передним рогам спинного мозга, а от них к скелетным мышцам. В зависимости от направления и расположения волокон пирамидный путь делится на 3 части: корково-ядерный путь, идущий к ядрам черепных нервов, латеральный и передний корково-спинно-мозговые /пирамидные/ пути, идущий к ядрам передних рогов спинного мозга.

Корково-ядерный путь начинается от клеток, залегающих в нижней трети предцентральной извилины, которое проходят через колесо внутренней капсулы, основание ножек мозга. Волокна этого пути переходят на противоположную сторону к двигательным ядрам черепных нервов: III и IV пар – в среднем мозге, V, VI, VII – в мосту, IX, X, XI, XII – в продолговатом мозге, где заканчивается синапсами на их нейронах. Аксоны двигательных нейронов указанных ядер выходят из мозга в составе соответствующих черепных нервов и направляются к скелетным мышцам человека.

Экстрапирамидные проводящие пути осуществляют связь со стволом мозга и с корой больших полушарий. Кора контролирует и управляет экстрапирамидной системой. Кора является началом экстрапирамидных путей, а заканчивается в двигательных ядрах мозгового ствола и передних рогов спинного мозга. Кора оказывает свое влияние через мозжечок, красные ядра, ретикулярную формацию, вестибулярные ядра.

В кортико-мосто-мозжечковые пути входят 2 нейрона. Тело клетки первого нейрона лежит в коре лобной, височной, теменной и затылочной долей. Их

отростки корково-мостовые волокна, направляются к внутренней капсуле и проходят через нее. Аксоны заканчиваются синапсами на клетках соответствующих ядер моста своей стороны /вторые нейроны/. Аксоны этих нейронов образуют пучки поперечных волокон моста, переходящие на противоположную сторону и через среднюю мозжечковую ножку направляются в полушарие мозжечка противоположной стороны. Мозжечок связан с красным ядром /в поддержании мышечного тонуса/ и вестибулярным аппаратом.

Таким образом, проводящие пути головного и спинного мозга объединяют организм в одно целое, обеспечивают согласованность его действий.

### **13. Вегетативная /автономная/ нервная система.**

Вегетативная нервная система является частью нервной системы, которая обеспечивает иннервацию внутренних органов и железистых эпителий.

Особенности вегетативной нервной системы:

1. Не подчиняется воле человека. Импульс по вегетативной нервной системе передается через два следующих друг за другом нейрона.
2. Возбуждение из ЦНС передается через два следующих друг за другом нейрона.
  - а/. 1-й нейрон лежит в ЦНС.
  - б/. 2-й нейрон лежит в ганглии.
  - в/. скорость проведения нервного импульса медленнее, чем в соматической нервной системе.
  - г/. обладает способностью к регенерации.

Вегетативные нервные волокна образуют нервные стволы или следуют в составе черепных и спинномозговых нервов. В них располагаются вегетативные узлы, где происходит передача возбуждения от центрального нейрона к периферическому нейрону. Вегетативные нервные волокна делятся на предузловые /предганглионарные/ и послеузловые /постганглионарные/. Предузловые покрыты миелиновой оболочкой и выходят из головного и спинного мозга в составе корешков соответствующих черепных и спинномозговых нервов. Послеузловые волокна не имеют миелиновой оболочки, и нервный импульс передают к тканям, железам и гладкой мускулатуре.

Вегетативная нервная система делится на парасимпатическую и симпатическую нервную системы.

**Парасимпатическая нервная система** представлена двумя отделами: центральным и периферическим.

Центральный отдел представлен парасимпатическими ядрами глазодвигательного /средний мозг/, лицевого /мост/, языкоглоточного и блуждающего /продолговатый мост/ черепных нервов, а также крестцовыми парасимпатическими ядрами, расположенными в II, III и IV крестцовых сегментах спинного мозга.

Периферический отдел представлен ядрами и волокнами, входящими в состав III, VII, IX и X пар черепных и тазовых нервов.



Парасимпатическая нервная система имеет 2 нейрона в узле, лежащим в управляемом органе:

1. Первый нейрон лежит в продолговатом мозге или в крестцовой части спинного мозга.

2. Большое функциональное значение имеет блуждающий нерв, образован Х парой черепно-мозговых нервов /идет от продолговатого мозга/.

Парасимпатические нервные окончания выделяют ацетилхолин /АХ/. Самое большое количество парасимпатических волокон проходит в составе блуждающего нерва. Они берут начало от заднего ядра блуждающего нерва, расположенного в продолговатом мозге на дне IV желудка. Он содержит большое скопление нервных клеток, на которых происходит переключение предганглионарных волокон на постганглионарные. Вместе с этим парасимпатические нервные волокна, идущие в составе блуждающего нерва, также достигают органов и заканчиваются в интрамуральных узлах, т.е. в узлах, расположенных в стенках органов.

**Симпатическая нервная система** представлена центральным и периферическим отделами.

Центральный отдел представлен вегетативным ядром, лежащим в боковых промежуточных столбах от VIII шейного до II поясничного сегментов.

Периферический отдел представлен симпатическим столбом, расположенным по бокам на протяжении I шейного позвонка до копчика. Симпатические волокна прерываются в околопозвоночных узлах симпатического ствола и в предпозвоночных узлах, находятся на некотором расстоянии от позвоночника, например в узлах солнечного сплетения.

Топографически симпатический ствол делится на четыре раздела: шейный, грудной, поясничный и крестцовый. Узлы симпатического ствола за исключением шейного отдела связаны белыми соединительными ветвями со спинномозговыми нервами. По этим ветвям предганглионарные волокна, расположенные в боковых рогах спинного мозга, достигают узлов симпатического ствола. От нервных клеток узлов симпатического ствола отходят постганглионарные волокна, которые идут к иннервируемым органам тройным путем: в составе спинномозговых нервов, в которые они попадают по серым соединительным ветвям, по ходу кровеносных сосудов или в виде обособленности нервов, отходящих от симпатического ствола.

Шейный отдел представлен 3 узлами: верхним, средним и нижним.

Часть нижнего шейного узла сливается с 1 грудным, образуя шейно-грудной /звездчатый/ узел. От верхнего шейного узла, отходят ветви, осуществляющие синоптическую иннервацию органов, кожи и сосудов головы и шеи. От среднего шейного узла отходит ветвь к сердцу.

Грудной отдел представлен цепью из 10 – 12 узлов. От них отходит большое количество веточек, образующих сплетение в толще плевры, на кровеносных сосудах, а также принимающих участие в формировании пищеварительного, легочного, сердечного, аортального и других ветвей.

От грудного симпатического узла отходят два крупных нерва – большой и малый внутренностные нервы, участвующие в иннервации органов брюшной

полости. Большой и малый внутренностные нервы направляются в чревное /солнечное/ сплетение, расположенное на уровне первого поясничного позвонка одноименной артерии.

Чревное сплетение является самым крупным симпатическим сплетением. Ветви его иннервируют кровеносные сосуды брюшной полости, желудок, кишечник, печень, поджелудочную железу, селезенку, надпочечники.

Поясничный отдел состоит из 3 – 5 узлов. Узлов от каждого из них идут аортальные ветви, образующие аортальное сплетение, которое участвует в иннервации органов брюшной полости и сосудов.

Крестцовый отдел состоит из 4 узлов, расположенных на тазовой поверхности крестца. Правый и левый симпатические стволы сближаются и образуют непостоянный непарный копчиковый узел. от узлов крестцового отдела симпатического ствола отходят висцеральные ветви, принимающие участие в образовании сплетений таза, которые обеспечивают симпатическую иннервацию сосудов, желез, органов данной области.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### ЗАНЯТИЕ № 1

ТЕМА: Нервная клетка, строение и функция.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить строение и функции нейрона, нервных волокон и синапса. Ознакомиться с методикой изучения данной темы в средней школе.

ЛИТЕРАТУРА: 1. Сапин М.Р., Билич Г. Л. Анатомия человека. М., 1989.

2. Анатомия человека. 2 тома. /Под ред. Сапина М.Р. М., 993/.

3. Липченко В.Я., Самусов Р.П. Атлас нормальной анатомии. М., 1965.

4. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М., 2 тома

5. Мозг. /Под ред П.В.Симонова, М., 1984./

6. Морфология нервной системы. отв. ред.В.И.Бабминдра 1986.

#### ПЛАН ЗАНЯТИЯ

I. Строение нервной клетки, функция.

2. Самостоятельная работа студентов при активной консультации преподавателя.

а). Изучить строение нейрона по таблицам.

б). Рассмотреть и зарисовать микропрепараты: биполярные, вставочные, двигательные нейроны, по характеру выделяемого ими медиатора; по электрофизиологическим свойствам /возбуждающие и тормозные/.

в). Рассмотреть и зарисовать нервные волокна: миелиновые и безмиелиновые.

г). Рассмотреть и зарисовать строение синапса.

#### ОБОРУДОВАНИЕ.

1. Таблицы: нервная клетка, синапс, нервные волокна.

2. Микропрепараты: нервная клетка.

## ВОПРОСЫ.

1. Строение и функция нервных клеток.
2. Нейроглия: макро и микроглия. Астроциты, олигодендроциты, эпендимоциты.
3. Нервная ткань и ее строение.
4. Нервные волокна: миелиновые и безмиелиновые волокна.
5. Строение синапса, свойства и их функция. Медиаторы.

В начале занятия с помощью таблиц и препаратов рассмотреть различные нейроны, нервные волокна и синапс.

Под микроскопом рассматривают нейроны, нервные волокна, особенности миелиновых нервных волокон.

## З А Н Я Т И Е № 2

ТЕМА: Спинной мозг, топография, строение, функции.

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Изучить строение и функции спинного мозга, места отхождения и выхода спинномозговых нервов, области их иннервации; понять рефлекторный характер деятельности нервной системы, усвоить понятие о рефлексе, простой и сложной рефлекторной дуге, цепи нейронов и нервных центрах, ознакомиться с методикой изучения данной цепи в средней школе.

Литература: смотреть I занятие.

## ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Общий обзор строения спинного мозга, его оболочек, нервных сплетений.
2. Самостоятельная работа студентов при активной консультации преподавателя:
  - а). Изучить макро-микроскопическое строение спинного мозга, по таблицам влажным препаратам, муляжам.
  - б). Рассмотреть и зарисовать микропрепараты: поперечный срез спинного мозга, межпозвоночный ганглий.
  - в). Разбор самостоятельной работы студентов.

## ОБОРУДОВАНИЕ

- 1.Таблицы: Спинной мозг /вид спереди и сзади/, Схема сегментов спинного мозга, Поперечный разрез спинного мозга, Схема рефлекторной дуги.
2. МИКРОПРЕПАРАТЫ: Спинной мозг, межпозвоночный ганглий.

## ВОПРОСЫ

1. Какое строение имеет нейрон, спинной мозг. Сегмент спинного мозга.
2. Как расположены в спинном мозге серое и белое вещество.
3. Нервные центры, их расположение в спинном мозге и функция.
4. Сколько существует различных типов нейронов в спинном мозге. Какие функции они выполняют.
5. Спинномозговые нервы, как они образуются, на какие ветви распадаются,
6. Какие четыре парных сплетения образуют передние ветви спинномозговых нервов.
7. Какими спинномозговыми нервами образовано шейное сплетение, каковы его главные ветви и области иннервации.
8. Какими спинномозговыми нервами образовано крестцовое сплетение, каковы его главные ветви и области иннервации.
9. Онто- и филогенез спинного мозга.
10. Оболочки спинного мозга. Спинномозговая жидкость, кол-во, функция.

### ЗАНЯТИЕ № 3

ТЕМА: Отделы головного мозга и функция.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить строение и функции: продолговатый мозг, мост /Варолиев мост/, мозжечок, IV желудочек, ретикулярная формация. Ознакомиться с методикой изучения данной темы в средней школе.

ЛИТЕРАТУРА: смотреть I занятие.

#### ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Обзор строения и функций выше перечисленных отделов головного мозга и их функция.
2. Самостоятельная работа по теме занятия:
  - а). Изучить макроскопическое строение отделов головного мозга по влажным препаратам, муляжам, таблицам.
  - б). Зарисовать отделы мозга на срединном продольном разрезе головного мозга: ствол, продолговатый мозг, мост, IV желудочек.

#### ОБОРУДОВАНИЕ

1. Модели: головной мозг /разборная модель/; череп человека,
2. Влажные препараты: головной мозг /сагитальный разрез/; мозговой ствол со вскрытым IV желудочком.
3. Таблицы: основание мозга, головной мозг /сагитальный разрез/ стволовая часть мозга.
4. Микропрепарат: мозжечок.

#### ВОПРОСЫ

1. Строение и функция продолговатого мозга.
2. Ядра продолговатого мозга, их функция.
3. Какие структуры относят к перешейку ромбовидного мозга.

4. Строение и функция моста: ядра, проводящие пути, борозды.
5. Строение и функции мозжечка, Кора, серое и белое вещество.
6. Ядра мозжечка. Проводящие пути.
7. Возрастные особенности мозжечка.
8. Строение и функция ретикулярной формации.

## З А Н Я Т И Е № 4

ТЕМА: Отделы головного мозга и функции.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить строение и функции среднего промежуточного мозга, III желудочек.

Литература: смотреть I занятие.

### ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Обзор строения и функции выше перечисленных отделов головного мозга и их функция.
2. Самостоятельная работа студентов:
  - а). Изучить макроскопическое строение отделов головного мозга по влажным препаратам, муляжам и таблицам.
  - б). Зарисовать средний мозг на поперечном разрезе на уровне верхних холмиков.
  - в). Зарисовать промежуточный мозг и III желудочек на срединном продольном разрезе головного мозга,

### ОБОРУДОВАНИЕ

1. Модели: головной мозг /разборная модель/; череп человека.
2. Влажные препараты: головной мозг /сагитальный разрез/.
3. Таблица: а/. головной мозг /сагитальный разрез/  
б/. Средний мозг. Поперечный разрез на уровне верхних холмиков.  
в/. Головной мозг на срединном продольном разрезе головного мозга.

### ВОПРОСЫ

1. Строение и функция среднего мозга.
2. Какие скопления серого вещества /ядра/ расположены в среднем мозге.
3. Водопровод /Сильвиев водопровод/. Центральное серое вещество.
4. Строение и функция таламуса /зрительный бугор/, эпителиума. Ядра,
5. Строение и функция метаталамуса и гипоталамуса.  
Ядра, их функция
5. Чем образован III желудочек, его значение.

## ЗАНЯТИЕ № 5

ТЕМА: Отделы головного мозга и функция.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить строение и функции больших полушарий, кора больших полушарий.

Литература: смотреть I занятие.

### ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Обзор строения и функции больших полушарий, кору больших полушарий.
2. Самостоятельная работа студентов.
  - а) Изучить доли, борозды и извилины головного по муляжам.
  - б) Зарисовать доли головного мозга.
  - в) изучить строение коры головного мозга по таблицам.
  - г) зарисовать схему строения коры большого мозга.
  - д) зарисовать оболочку головного мозга.

Оборудование: модели: головной мозг разборная модель, череп человека, влажные препараты: головной мозг (сагиттальный разрез).

Микропрепараты: кора полушарий.

#### Таблицы:

1. Головной мозг.
2. Кора больших полушарий.
3. Оболочки головного мозга.

#### Вопросы

1. Большие полушария, строение и функция.
2. Доли, борозды и извилины, их значение
3. Белое вещество головного мозга. Какие волокна в нём проходят. Каково их значение. Базальные ядра.
4. Назовите основные поля больших полушарий и их значение
5. Боковые желудочки (I и II), их значение.
6. Микроскопическое строение коры головного мозга.
7. Локализация функций в коре полушарий большого мозга. Корковые ядра анализаторов.

## ЗАНЯТИЕ № 6

ТЕМА: Проводящие пути головного и спинного мозга.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: изучить проводящие пути головного и спинного моз-

га.

Литература: смотри I занятие.

### ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Общий обзор строения и функции проводящих путей головного и спинного мозга.

Самостоятельная работа по теме:

- а) Изучение строения проводящих путей головного и спинного мозга по таблицам.
- б) Зарисовать схему пирамидных путей.
- в) Зарисовать схему проводящих путей проприоцептивной чувствительности коркового направления.

### Оборудование.

1. Модели: головной мозг (сагиттальный разрез), спинной мозг.
2. Таблицы: головной мозг (сагиттальный разрез), спинной мозг, проводящие пути головного и спинного мозга.

### Вопросы.

1. Проводящие пути, их строение.
2. Нервные волокна: ассоциативные, комиссуральные и проекционные.
3. Нисходящие проекционные пути: пирамидные и экстрапирамидные.
4. Восходящие проекционные пути: экстрарецептивные, проприоцептивные, интероцептивные.
5. Развитие головного мозга в филогенезе и онтогенезе.

## ЗАНЯТИЕ № 7

ТЕМА: Периферическая нервная система.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить строение и функции периферической нервной системы. Рассмотреть черепно-мозговые нервы.

Литература: смотри I занятие.

### ПЛАН ЗАНЯТИЯ.



1. Общий обзор строения и функции ПНС (12 пар черепных и 31 пара спинномозговых нервов)
2. Самостоятельная работа по теме:
  - а) Изучить строение ПНС по таблицам.
  - б) Изучить строение периферических нервов (нервных стволов) по препаратам.

#### Оборудование.

1. Модели: головной мозг, череп человека, позвоночник человека.
2. Влажные препараты: головной мозг (сагиттальный разрез)

#### Таблицы.

1. Головной мозг.
2. Спинной мозг
3. ПНС.
4. Выход черепных нервов на основании мозга

#### Вопросы.

1. Строение ПНС.
2. Черепные нервы, их строение в зависимости от функции и расположения.
3. Строение и функции обонятельных нервов / I пара /
4. Особенности строения и функции нервов, обеспечивающих движение глазного яблока / глазодвигательный, блоковой, отводящий нервы/.
5. Строение и функции тройничного нерва. Ветви тройничного нерва, их формирование.
6. Назовите ветви лицевого нерва. Какие из этих ветвей отходят от основного ствола нерва в толще пирамиды височной кости. Какие двигательные ветви отходят от лицевого нерва. Как называется каждая из них и какие мышцы иннервируют.
7. Строение и функции отводящего преддверноулиткового нервов.
8. Перечислите ветви языкоглоточного нерва. Какая из ветвей этого нерва содержит преганглионарные парасимпатические волокна, иннервирующие околоушную и слюнную железы.
9. Строение блуждающего нерва, перечислить ветви, отходящие от него в головном, шейном и грудном отделах.
10. Из каких корешков формируется добавочный нерв. Какие ветви отходят от него. Строение подъязычного нерва, иннервация.

11. Из каких корешков формируются спинномозговые нервы. На какие ветви они делятся /передняя, задняя, менингеальная, соединительная/
12. Как называются задние ветви спинномозговых нервов в разных отделах тела. Какие органы они иннервируют.
13. Формирование шейного сплетения, его основные ветви.
14. Плечевое сплетение и его характеристика. Образование мышечно-кожного нерва.
15. Назовите межрёберные нервы, особенности их образования и топография ветвей, зоны иннервации.
16. Ветви поясничного сплетения /мышечные, подвздошно-подчревный, подвздошно-паховый, бедренно-половой, латеральный, кожный нерв бедра, запирательный, бедренный, подкожный/.
17. Крестцовое сплетение, его расположение. Длинные и короткие ветви крестцового сплетения и зоны иннервации.

## **ЗАНЯТИЕ № 8**

**ТЕМА:** Вегетативная нервная система (ВНС).

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Изучить строение, топографию и функции ВНС. Усвоить части ВНС, расположение их центров в различных отделах головного и спинного мозга, усвоить понятие о рефлексах, простой и сложной рефлексорной дуге. Современные представления о рефлексорном кольце; ознакомиться с методикой изучения данной темы в средней школе.

**Литература:** смотреть I занятие.

### **ПЛАН ЗАНЯТИЯ.**

1. Общий обзор и строение ВНС. Топография и функции.
2. Самостоятельная работа студентов:
  - а) Изучить строение ВНС по таблицам и муляжам.
  - б) Разбор самостоятельной работы студентов.
  - в) Рассмотреть предузловой (преганглионарный) и послеузловой (постганглиональный) нервные волокна по таблицам.

Оборудование.

**Микропрепараты:** 1. Миелиновые нервные волокна.

2. Безмиелиновые нервные волокна.

Таблицы.

1. Схема строения ВНС.
2. Рефлекторная дуга.

#### Вопросы.

1. Общая характеристика ВНС и её составных частей.
2. Назовите центры (ядра) ВНС. Указать где из этих ядер располагается.
3. Топография симпатической нервной системы, особенности формирования симпатического ствола и его характеристика.
4. Какие нервы отходят от шейного, грудного и брюшного отделов симпатического ствола. Куда эти ветви направляются.
5. Топография, формирование головного и крестцового отделов ВНС.
6. Узлы входящие в состав парасимпатической части ВНС (ресничный, поднижнечелюстной, подъязычный, ушной, тазовые узлы).
7. Рефлекс, рефлекторная дуга: простая и сложная.
8. Современные представления о рефлекторном кольце.

### **ЗАНЯТИЕ № 9**

ТЕМА: Итоговое занятие по теме: Анатомия ЦНС.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Систематизировать знания по анатомии мозга.

#### Вопросы:

1. Строение и функция нервной клетки.
2. Нейроглия: макро- и микроглия. Астроциты, олигодендроциты, эпендимоциты.
3. Нервная ткань и её строение.
4. Нервные волокна: миелиновые и безмиелиновые.
5. Строение синапса, свойства и их функция. Медиаторы.
6. Строение спинного мозга. Сегмент спинного мозга.
7. Как расположены в спинном мозге серое и белое вещество.
8. Нервные центры, их расположение в спинном мозге и функции.
9. Сколько существует различных типов нейронов в спинном мозге. Какие функции они выполняют.
10. Спинномозговые нервы, как они образуются, на какие ветви распадаются.
11. Какие четыре парных сплетения образуют передние ветви спинномозговых нервов.
12. Какими спинномозговыми нервами образовано шейное сплетение, каковы

- его главные ветви и области иннервации.
13. Какими спинномозговыми нервами образовано крестцовое сплетение, каковы его главные ветви и области иннервации.
  14. Онто- и филогенез спинного мозга.
  15. Оболочки спинного мозга. Спинномозговая жидкость, количество, функция.
  16. Строение и функция продолговатого мозга.
  17. Ядра продолговатого мозга, их функция.
  18. Какие структуры относят к перешейку ромбовидного мозга.
  19. Строение и функция моста: ядра, проводящие пути, борозды.
  20. Строение и функция мозжечка. Кора, серое и белое вещество.
  21. Ядра мозжечка. Проводящие пути.
  22. Возрастные особенности мозжечка.
  23. Строения и функция ретикулярной формации.
  24. Строение и функция среднего мозга.
  25. Какие скопления серого вещества (ядра) расположены в среднем мозге.
  26. Водопровод (Сильвиев водопровод). Центральное серое вещество.
  27. Строение и функция таламуса (зрительный бугор), эпителиума. Ядра.
  28. Строение и функция метаталамуса и гипоталамуса. Ядра, их функция.
  29. Чем образован III желудочек, его значение.
  30. Большие полушария, строение и функция.
  31. Доли, борозды и извилины их значение.
  32. Белое вещество головного мозга. Какие волокна в нём проходят. Каково их значение. Базальные ядра.
  33. Назовите основные поля больших полушарий и их значение.
  34. Проводящие пути, их строение.
  35. Нервные волокна: ассоциативные, комиссуральные и проекционные.
  36. Нисходящие проекционные пути: пирамидные и экстра пирамидные.
  37. Восходящие проекционные пути: экстра рецептивные, проприоцептивные, интероцептивные.
  38. Развитие головного мозга в фило- и онтогенезе.
  39. Строение периферической нервной системы.
  40. Черепные нервы, их строение в зависимости от функции и расположения.
  41. Строение и функции обонятельных нервов (I пара)
  42. Особенности строения и функции нервов, обеспечивающих движение глазного яблока.
  43. Строение и функции тройничного нерва. Ветви тройничного нерва, их формирование.
  44. Назовите ветви лицевого нерва. Какие из этих ветвей отходят от основного ствола нерва в толще пирамиды височной кости. Какие двигательные ветви

отходят от лицевого нерва. Как называется каждая из них и какие мышцы иннервируют.

- 45.Строение и функции отводящего и преддверноулиткового нервов.
- 46.Перечислите ветви языкоглоточного нерва. Какая из ветвей этого нерва содержит преганглиопарные парасимпатические волокна, иннервирующие околоушную и слюнную железы.
- 47.Строение блуждающего нерва, перечислить ветви, отходящие от него в головном, шейном и грудном отделах.
- 48.Из каких корешков формируется добавочный нерв. Какие ветви отходят от него. Строение подъязычного нерва, иннервация.
- 49.Как называются задние ветви спинномозговых нервов в разных отделах тела. Какие органы они иннервируют.
- 50.Формирование шейного сплетения, его основные ветви.
- 51.Плечевое сплетение и его характеристика. Образование Мышечно-кожного нерва.
- 52.Назовите межрёберные нервы. Особенности их образования и топография ветвей, зоны иннервации.
- 53.Ветви поясничного сплетения. Мышечные, подвздошно-подчревный, подвздошно-паховый, бедренно-половой, латеральный, кожный нерв бедра, запирательный, бедренный, подкожный.
- 54.Крестцовое сплетение, его расположение. Длинные и короткие ветви крестцового сплетения и зоны иннервации.
- 55.Общая характеристика ВНС и её составных частей.
- 56.Назовите центры (ядра) ВНС. Указать где каждое из этих ядер располагается.
- 57.Топография симпатической нервной системы, особенности формирования симпатического ствола и его характеристика.
- 58.Какие нервы отходят от шейного, грудного и брюшного отделов симпатического ствола. Куда эти ветви направляются.
- 59.Топография, формирование головного и крестцового отделов ВНС.
- 60.Узлы, входящие в состав парасимпатической части ВНС (ресничный, поднижнечелюстной, подъязычный, ушной, тазовые узлы).
- 61.Рефлекс, рефлекторная дуга: простая и сложная.
- 62.Современные представления о рефлекторном кольце.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сапин М.Р. , Билич Г.Л. Анатомия человека. М., Высшая школа, 1989. –С. 405-483
2. Анатомия человека. 2-х томах. Под ред. Сапина М.р., М., Медицина. 1993. – С. 268-471
3. Липченко В.Я., Самусов Р.П. Атлас нормальной анатомии. М., Медицина. 1985.
4. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М., Медицина. Т. 1-3.1978-1981.
5. Основы физиологии человека. Б.И.Ткаченко. Санкт-Петербург. 1994. 2 том, – С. 3-47.
6. Физиология человека. Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. М., Медицина. 2001. –С.51-63.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мозг. Под ред. П.В.Симонова, М., Мир. 1984. –278с.
2. Морфология нервной системы. Отв.ред. Б.П.Бабминдра. Ленинград. 1986. – 160с.
3. Гистология, цитология и эмбриология. Под.ред.Волковой О.В., Ю.К.Елецкого. - М., медицина. 1996. – С. 105-123.
4. Невропатология. Л.О.Бадалян. М., Провещение, 1987. – 303 с.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Строение нервной ткани. (Клеточная теория. Развитие и гистогенез нервной ткани. Серое и белое вещество. Глия. Дегенерация и регенерация нервной ткани.).	4
2. Нервная клетка. (Анатомическое строение нервной клетки. Миелиновая оболочка нервной клетки. Ядро нейрона, цитоплазма, вещество Ниссля, нейрофибриллы, митохондрии и другие включения. Размножение клеток. Синапс нервной клетки.).	18
3. Топография и строение спинного мозга.	36
Большие полушария: доли, борозды, извилины. Серое и белое вещество. Полости полушарий.	41
4. Онто - и филогенез головного мозга.	48
5. Оболочки головного и спинного мозга.	48
6. Строение ствола мозга - продолговатый мозг, задний мозг /мост и мозжечок, средний мозг.	49
7. Строение и функции промежуточного мозга /таламус, эпителиум, метаталамус, гипоталамус/.	56
8. Ретикулярная формация и лимбическая система.	61
9. Кора головного мозга /строение, локализация функции в коре больших полушарий, онто и филогенез коры больших полушарий/.	63
10. Асимметрия полушарий большого мозга.	68
11. Проводящие пути головного и спинного мозга.	73
12. Вегетативная /автономная/ нервная система.	76
13. Лабораторно-практические занятия	78
15. Рекомендуемая литература	89
16. Оглавление	90