МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет естественных наук

АНАТОМИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И НЕРВНОЙ СИСТЕМ

Курс лекций (часть 2)
(для студентов КРИ)

Новосибирск
2016

Курс лекций «Анатомия сердечно-сосудистой и нервной систем» содержит материалы последних восьми лекций (с № 14 по № 21) по анатомии, читаемых студентам КРИ. Они посвящены двум большим разделам дисциплины. В лекциях изложены современные представления о строении и функциях сердца, артерий, вен и лимфатических сосудов, спинного и головного мозга, в рамках изложения сенсорных систем дано краткое описание органов чувств. В конце каждой лекции дается список вопросов для самоконтроля. Материал структурирован в соответствии с учебной программой дисциплины. Используется современная анатомическая терминология (Рим, 1999). Настоящий курс лекций предназначен для студентов 3-го курса биологического отделения совместного Китайско-российского института (КРИ) Хэйлунцзянского университета (г. Харбин, КНР), изучающих анатомию в рамках направления «Биология».

Составитель:
доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии ФЕН НГУ Л.А. Обухова

Рецензент:
доктор биологических наук, профессор Л. В. Шестопалова

© Новосибирский государственный университет, 2016

Оглавление

Лекции №№ 14 – 15 Сердечно-сосудистая система.....4
Лекция № 16 Лимфатическая система.....17
Лекция № 17 Эндокринные железы.....24
Лекции №№ 18 – 21 Нервная система.....33
Список основной литературы.....81

Лекции №№ 14 – 15
Сердечно-сосудистая система

Сердечно-сосудистая система состоит из **сердца, кровеносных сосудов** (артерий, вен, кровеносных капилляров) и **лимфатических сосудов**.

Сердце обеспечивает движение крови по кровеносным сосудам, состоит из четырех камер – правого предсердия и правого желудочка, левого предсердия и левого желудочка.

В кровеносной системе различают артерии, вены и сосуды микроциркуляторного русла. **Артерии** несут кровь от сердца к органам, **вены** несут кровь от органов к сердцу.

Обмен между кровью и клетками обеспечивают **сосуды микроциркуляторного русла** (артериолы, венулы, капилляры).

В сердечно-сосудистой системе выделяют два круга кровообращения:

1. **малый**, или **легочный**, **круг кровообращения –** движение крови от правого желудочка к легким и от легких к левому предсердию;
2. **большой,** или **телесный, круг кровообращения** – движение крови от левого желудочка к телу и от тела к правому предсердию.

Сердце

Сердце располагается в грудной полости. Положение его асимметрично – две трети расположены слева от срединной линии, одна треть – справа. Сердце заключено в околосердечную сумку (перикард). Размеры сердца: продольный размер (от верхушки до основания) составляет примерно 12 см, поперечный размер – 8-9 см, переднезадний размер – 6 см. Масса сердца составляет в среднем 300 г у мужчин; 250 г – у женщин.

Сердце имеет **верхушку**, **основание**, четыре **поверхности** (грудино-реберную, диафрагмальную и две легочные) и два **края** (правый и левый).

Грудино-реберная поверхность обращена вперед, к задней поверхности грудины и хрящей ребер, на ней видны правый желудочек, небольшая часть левого желудочка, ушки предсердий и крупные сосуды, отходящие от сердца – аорта и легочный ствол. **Диафрагмальная поверхность** обращена вниз, на ней видны все камеры сердца. Боковые поверхности сердца, обращенные к легким, называются **легочными поверхностями**; различают правую легочную поверхность и левую легочную поверхность.

На основании сердца располагаются крупные кровеносные сосуды: аорта, легочный ствол, легочные вены, верхняя и нижняя полые вены.

Камеры сердца на поверхности разделены бороздами. Между предсердиями и желудочками проходит **венечная борозда**. В ней расположены венечный синус и ветви венечных артерий, спереди венечная борозда прикрыта аортой и легочным стволом.

Желудочки разделены **двумя межжелудочковыми бороздами – передней межжелудочковой бороздой,** проходящей по передней поверхности сердца, и **задней межжелудочковой бороздой,** проходящей по диафрагмальной поверхности. Межжелудочковые борозды встречаются на верхушке сердца, образуя вырезку верхушки сердца. Предсердия отделены друг от друга неглубокой **межпредсердной бороздой.**

Строение камер сердца

Правое предсердие имеет дополнительную полость – **правое ушко**, которое располагается с правой стороны от восходящей аорты.

Внутри сердца правое предсердие отделено от левого **межпредсердной перегородкой.** На перегородке имеется углубление – **овальная ямка**, представляющая собой заросшее овальное отверстие, существовавшее в сердце плода. Овальная ямка ограничена **краем.**

На верхней стенке правого предсердия располагается **отверстие верхней полой вены;** сзади и снизу – **отверстие нижней полой вены,** вдоль нижнего края этого отверстия расположена складка полулунной формы – **заслонка нижней полой вены**. Во внутриутробном периоде эта заслонка направляет ток крови через овальное отверстие. Между отверстиями полых вен на верхней стенке правого предсердия имеется **межвенозный бугорок**, который хорошо выражен в сердце плода и служит для направления тока венозной крови из верхней полой вены к правому желудочку.

Часть правого предсердия, в которую впадают полые вены, называется **синусом полых вен.** Синус полых вен имеет гладкие стенки. Правое ушко имеет сложный рельеф на внутренней поверхности – **гребенчатые мышцы**. Эти мышцы являются производными миокарда правого предсердия, представляют собой продольные, параллельно расположенные валики, в целом напоминающие гребенку. Сверху гребенчатые мышцы заканчиваются **пограничным гребнем**. На наружной поверхности предсердия этому гребню соответствует **пограничная борозда.**

Ниже отверстия нижней полой вены располагается **отверстие венечного синуса,** снабженное тонкой полулунной складкой – **заслонкой венечного синуса.** Вокруг отверстия венечного синуса в стенке правого предсердия видны точечные отверстия **наименьших вен сердца**, которые самостоятельно открываются в полость правого предсердия.

Правое предсердие сообщается с правым желудочком посредством **правого предсердно-желудочкового отверстия.**

В правом предсердно-желудочковом отверстии находится **трехстворчатый клапан**. Клапан имеет три створки – переднюю, заднюю и перегородочную. Каждая

створка представляет собой складку внутренней оболочки сердца (эндокарда), имеет треугольную форму с закругленными углами. Основания створок прикрепляются к фиброзному кольцу, расположенному по окружности предсердно-желудочкового отверстия, свободные края обращены в просвет желудочка и посредством **сухожильных хорд** прикрепляются к **сосочковым мышцам.** От каждой сосочковой мышцы идут сухожильные хорды к двум соседним створкам клапана.

Правый желудочек по форме напоминает перевернутую трехгранную пирамиду.

Внутри сердца правый желудочек отделяется от левого **межжелудочковой перегородкой**, которая состоит из двух частей – бóльшей нижней **мышечной части** и меньшей верхней **перепончатой части.**

Помимо сосочковых мышц на внутренней поверхности правого желудочка видны выступающие в просвет тяжи – **мясистые трабекулы**, которые также являются производными миокарда желудочка.

Ток крови в правом желудочке направляется от правого предсердно-желудочкового отверстия вперед и вниз почти до верхушки сердца, затем поворачивает вверх и влево, переходя в **артериальный конус**, имеющий форму воронки и заканчивающийся **отверстием легочного ствола**. Внутренняя стенка артериального конуса гладкая.

В отверстии легочного ствола имеется **клапан легочного ствола**, состоящий из трех, расположенных по кругу, полулунных заслонок. Между стенкой легочного ствола и полулунными заслонками имеются небольшие карманы – **луночки полулунных заслонок**. На середине свободного края каждой заслонки имеется утолщение – **узелок полулунной заслонки**, способствующий более плотному смыканию заслонок при закрытии клапана.

Левое предсердие так же, как и правое, имеет дополнительную полость – **левое ушко**, которое располагается с левой стороны от легочного ствола. В области левого ушка имеются гребенчатые мышцы; оставшаяся часть левого предсердия имеет гладкие стенки.

В левое предсердие открываются легочные вены, по две от каждого легкого, **отверстия легочных вен** располагаются сверху и сзади. В левом предсердии имеется небольшое количество отверстий наименьших вен сердца.

Левое предсердие сообщается с левым желудочком посредством **левого предсердно-желудочкового отверстия.**

В левом предсердно-желудочковом отверстии находится **двустворчатый клапан.** Клапан имеет две створки треугольной формы – переднюю и заднюю. Основания створок прикрепляются к фиброзному кольцу, расположенному по краю отверстия. На внутренней поверхности левого желудочка имеется много мясистых трабекул и две сосочковые

мышцы – передняя и задняя, по числу створок клапана. От сосочковых мышц к свободным краям створок клапанов тянутся сухожильные хорды.

Из левого желудочка выходит аорта. Часть левого желудочка, ближайшая к отверстию аорты, называется **преддверием аорты**, стенка его гладкая.

В отверстии аорты находится **клапан аорты,** состоящий из трех полулунных заслонок. Между стенкой аорты и заслонками имеются **луночки**, на свободных краях заслонок посередине находятся **узелки полулунных заслонок.**

Строение стенки сердца

Стенка сердца состоит из трех слоев: эндокарда, миокарда и эпикарда.

Эндокард выстилает полость сердца изнутри, он значительно толще в левой половине сердца. По своему строению он напоминает строение стенки артерии. Поверхность эндокарда выстлана эндотелием, расположенным на базальной мембране, глубже располагается подэндотелиальный слой, за ним следует мышечно-эластический слой, самый глубокий слой эндокарда – наружный соединительнотканный. Производными эндокарда являются створчатые и полулунные клапаны сердца, а также заслонки нижней полой вены и венечного синуса.

Миокард образован сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью, состоящей из **кардиомиоцитов**. Между мышечными элементами миокарда располагаются прослойки соединительной ткани, кровеносные сосуды и нервы. Различают **сократительные кардиомиоциты**, обеспечивающие сердечные сокращения, **проводящие кардиомиоциты**, входящие в состав проводящей системы сердца, и **секреторные (эндокринные) кардиомиоциты предсердия**, которые вырабатывают гормон (предсердный натрийуретический пептид), усиливающий выведение натрия почками.

В сердце выделяют фиброзный (или мягкий) скелет, который состоит из фиброзных колец и фиброзных треугольников:

1) **правое фиброзное кольцо** располагается по окружности правого предсердно-желудочкового отверстия;

2) **левое фиброзное кольцо** располагается по окружности левого предсердно-желудочкового отверстия;

3) **правый фиброзный треугольник** располагается между правым предсердно-желудочковым отверстием, левым предсердно-желудочковым отверстием и отверстием аорты;

4) **левый фиброзный треугольник** располагается между левым предсердно-желудочковым отверстием и отверстием аорты.

Мягкий скелет служит опорой для клапанов и волокон миокарда.

В сердце различают миокард предсердий и миокард желудочков, которые разделены фиброзными кольцами. **Миокард предсердий** состоит из двух слоев: поверхностного, циркулярного, общего для обоих предсердий, и глубокого, продольного, раздельного для каждого из них. Круговые мышечные пучки охватывают устья вен, впадающих в предсердия, и действуют наподобие сфинктеров. Продольные волокна начинаются от фиброзных колец, образуют гребенчатые мышцы. **Миокард желудочков** состоит из трех слоев. **Наружный косой слой** начинается от фиброзных колец, волокна его идут вниз, у верхушки сердца подворачиваются внутрь, образуя **завиток сердца**, и возвращаются назад к кольцам как **внутренний косой слой**. Между этими двумя слоями располагается средний циркулярный слой. Косые слои являются общими для обоих желудочков, циркулярный слой – отдельный для каждого желудочка.

Эпикард – наружная оболочка сердца**.** Он представляет собой висцеральный листок серозного перикарда, имеет строение, характерное для серозных оболочек.

Перикард, или околосердечная сумка – это замкнутый фиброзно-серозный мешок, отграничивающий сердце от соседних органов. В перикарде выделяют два слоя – **фиброзный** и **серозный**. Серозный перикард состоит из двух пластинок – париетальной и висцеральной. Париетальная пластинка срастается с фиброзным перикардом, у основания сердца она переходит в висцеральную пластинку. Висцеральная пластинка окружает сердце и срастается с ним, образуя его наружный слой – эпикард. Между париетальной и висцеральной пластинками серозного перикарда имеется небольшое пространство – **перикардиальная полость**, в ней содержится небольшое количество серозной жидкости, благодаря которой устраняется трение при сердечных сокращениях.

Проводящая система сердца

Клетки сердечной мышцы способны сокращаться самостоятельно, без внешних стимулов. Импульсы к сокращению зарождаются в самом сердце. Это свойство называется **автоматизмом** и обусловлено проводящей системой сердца.

Проводящая система сердца образована **проводящими кардиомиоцитами,** состоит из узлов и пучков:

1. **Синусно-предсердный узел** (по автору – узел Киса-Флека) – водитель ритма I порядка, генерирует импульсы с частотой 60-80 ударов в минуту. Располагается в стенке правого предсердия между терминальным гребнем и отверстием верхней полой вены.

2. **Предсердно-желудочковый узел** (по автору – узел Ашоффа – Тавары) – водитель ритма II порядка, генерирует импульсы с частотой 40-50 ударов в минуту. Он

начинает генерировать собственный ритм, если водитель ритма первого порядка выходит из строя. Располагается в нижней части межпредсердной перегородки.

3. **Предсердно–желудочковый пучок** (по автору – пучок Гиса) начинается от предсердно-желудочкового узла, связывает миокард предсердий и желудочков, проходит в перепончатой части межжелудочковой перегородки; в мышечной части межжелудочковой перегородки делится на две ножки: правую и левую. **Правая ножка** разветвляется в миокарде правого желудочка, **левая ножка** переходит в левый желудочек через межжелудочковую перегородку и разветвляется в его миокарде. Предсердно–желудочковый пучок является водителем ритма III порядка, он начинает генерировать импульсы с частотой 30-40 ударов в минуту, если из строя выходят водители ритма первого и второго порядков, такая частота сердечных сокращений может поддерживать циркуляцию крови, но человек может находиться только в лежачем положении.

4. **Волокна Пуркинье** – концевые разветвления проводящей системы сердца, генерируют импульсы с частотой 20 ударов в минуту. Такая частота сокращений не может обеспечить эффективную циркуляцию крови.

Работа сердца

Сердце ритмично сокращается 60-80 раз в минуту. Сокращение сердца называется **систолой**, расслабление – **диастолой.** Сердечный цикл – это один удар сердца. Сердечный цикл состоит из трех фаз.

1 фаза (продолжительность 0,11 секунды) – сокращение наполненных кровью предсердий (систола предсердий); желудочки в это время расслаблены, трехстворчатый и двустворчатый клапаны открыты, желудочки наполняются кровью; при сокращении предсердий отверстия впадающих в них вен сжимаются и кровь в них обратно не проходит.

2 фаза (продолжительность 0,32 секунды) – сокращение желудочков (систола желудочков); предсердия при этом расслабляются; створки двустворчатого и трехстворчатого клапанов сначала поднимаются (как бы всплывают над кровью, заполнившей желудочки), а затем захлопываются, препятствуя возврату крови в предсердия; чтобы створки клапанов не выворачивались в предсердие, их удерживают сухожильные хорды.

3 фаза (продолжительность 0,4 секунды) – пауза (диастола всего сердца); кровь из вен наполняет предсердия. Затем цикл повторяется.

Кровеносные сосуды сердца

Сердце получает кровь из двух **венечных артерий** – правой и левой. Обе артерии отходят от аорты ниже свободных краев полулунных заслонок аортального клапана,

поэтому во время систолы левого желудочка, когда заслонки прижаты к стенке аорты, кровь в них не поступает. Во время диастолы левого желудочка синусы аорты заполняются кровью и открывают ей доступ к сосудам сердца.

Ветви правой и левой венечных артерий, соединяясь друг с другом, образуют два артериальных кольца, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: поперечной (в венечной борозде) и продольной (в межжелудочковых бороздах).

Левая венечная артерия снабжает кровью левый желудочек, левое предсердие, переднюю часть межжелудочковой перегородки, переднюю стенку правого желудочка, узлы проводящей системы сердца.

Правая венечная артерия снабжает кровью правый желудочек, правое предсердие, заднюю часть межжелудочковой перегородки, узлы проводящей системы сердца.

Венозная кровь оттекает от сердца тремя путями:

1) в **венечный синус**, расположенный в венечной борозде на диафрагмальной поверхности сердца, он обеспечивает основной отток крови; в него впадают пять вен – большая вена сердца, малая вена сердца, средняя вена сердца, задняя вена левого желудочка, косая вена левого предсердия;

2) в **передние вены сердца,** которые располагаются на передней поверхности правого желудочка, они впадают прямо в правое предсердие;

3) в **наименьшие вены сердца** – это мелкие вены, открывающиеся точечными отверстиями в правое и левое предсердия, частично в желудочки.

Сосуды малого круга кровообращения

Легочный ствол начинается от правого желудочка; на уровне межпозвоночного диска между IV и V грудными позвонками он делится на правую и левую **легочные артерии.** Легочная артерия входит в ворота соответствующего легкого, внутри легкого разделяется на ветви вплоть до капилляров.

Из каждого легкого выходят две **легочные вены** – верхняя и нижняя. Верхняя легочная вена правого легкого собирает кровь от верхней и средней долей, нижняя – от нижней, в левом легком верхняя легочная вена собирает кровь от верхней доли, нижняя – от нижней. Легочные вены выходят через ворота легких и впадают непосредственно в левое предсердие.

Сосуды большого круга кровообращения

Артерии

Аорта начинается от левого желудочка сердца, заканчивается на уровне нижнего края IV поясничного позвонка, где она разделяется на две общие подвздошные артерии. В

аорте выделяют несколько частей:

1) восходящая аорта
2) дуга аорты
3) нисходящая аорта делится на грудную и брюшную части.

От **восходящей аорты** отходят две **венечные артерии** – правая и левая, снабжающие кровью сердце.

От дуги аорты отходят три ветви:1) **плечеголовной ствол**, 2) **левая общая сонная артерия**, 3) **левая подключичная артерия**. Плечеголовной ствол, в свою очередь, делится на правую общую сонную и правую подключичную артерии.

Общая сонная артерия не имеет ветвей, разделяется на наружную и внутреннюю сонные артерии.

Наружная сонная артерия снабжает кровью область шеи и наружную часть головы. От нее отходят верхняя щитовидная, язычная, лицевая, затылочная, задняя ушная, восходящая глоточная, поверхностная височная и верхнечелюстная артерии.

Внутренняя сонная артерия на шее ветвей не отдает, входит в полость черепа и снабжает кровью переднюю часть головного мозга, глаз и его вспомогательные органы, верхнюю часть лица. На основании мозга соединяется (анастомозирует) с ветвями позвоночной артерии.

Подключичная артерия снабжает кровью область шеи, спинной и головной мозг, стенки и органы грудной полости, мышцы плечевого пояса. Одна из ее ветвей – **позвоночная артерия** – входит в полость черепа, снабжает кровью заднюю часть головного мозга и спинной мозг. Ветви внутренней сонной и позвоночной артерий анастомозируют и образуют **артериальный круг** (по автору – Виллизиев круг) на основании головного мозга.

Продолжением подключичной артерии является **подмышечная артерия**. Она располагается в подмышечной ямке, отдает ветви к стенкам грудной полости, костям, суставам, мышцам пояса верхней конечности и плеча.

Плечевая артерия является продолжением подмышечной артерии, она снабжает кровью плечевую кость, плечевой и локтевой суставы, мышцы плеча.

На уровне локтевого сустава плечевая артерия разделяется на свои конечные ветви – **лучевую и локтевую артерии**. Они снабжают кровью локтевой сустав, кости и мышцы предплечья, кости, суставы, мышцы кисти. На кисти лучевая и локтевая артерии соединяются и образуют две **ладонные дуги – поверхностную и глубокую.** От ладонных дуг отходят пястные и пальцевые артерии.

Грудная аорта отдает две группы ветвей: 1) **пристеночные** для стенок грудной

полости; 2) **внутренностные** для органов грудной полости. К пристеночным ветвям относятся задние межреберные артерии, идущие в межреберных промежутках, и верхние диафрагмальные артерии, разветвляющиеся на верхней поверхности диафрагмы. К внутренностным ветвям относятся пищеводные, бронхиальные, перикардиальные, средостенные артерии. Они снабжают кровью соответствующие органы.

Брюшная аорта также отдает пристеночные и внутренностные ветви. К **пристеночным ветвям** относятся нижние диафрагмальные артерии и поясничные артерии; пристеночные ветви снабжают кровью стенки брюшной полости.

Внутренностные ветви разделяют на две группы – **парные** и **непарные**, идущие соответственно к парным и непарных органам брюшной полости. К парным внутренностным ветвям относятся **почечные артерии**, **средние надпочечниковые артерии**, **яичниковые** (у женщин) или **яичковые** (у мужчин) **артерии.**

Непарных внутренностных ветвей брюшной аорты три: чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия, нижняя брыжеечная артерия. **Чревный ствол** отдает ветви к желудку, печени, поджелудочной железе, двенадцатиперстной кишке, селезенке.

Верхняя брыжеечная артерия отдает ветви к поджелудочной железе, двенадцатиперстной кишке, тощей кишке, подвздошной кишке, слепой кишке и червеобразному отростку, восходящей ободочной кишке, поперечной ободочной кишке (бóльшей ее части).

Нижняя брыжеечная артерия снабжает кровью поперечную ободочную кишку (меньшую ее часть), нисходящую ободочную кишку, сигмовидную кишку, верхнюю часть прямой кишки.

На уровне четвертого поясничного позвонка происходит бифуркация (раздвоение) аорты на правую и левую общие подвздошные артерии. **Общая подвздошная артерия** ветвей не дает и на уровне крестцово-подвздошного сустава разделяется на внутреннюю подвздошную и наружную подвздошную артерии. **Внутренняя подвздошная артерия** снабжает кровью стенки и органы малого таза – мочевой пузырь, прямую кишку, внутренние половые органы. **Наружная подвздошная артерия** отдает ветви к стенкам малого таза и к передней брюшной стенке, переходит на бедро и получает название бедренной артерии.

Бедренная артерия снабжает кровью область бедра (кости, суставы, мышцы); в нижней трети бедра переходит на его заднюю поверхность в подколенную ямку и становится подколенной артерией.

Подколенная артерия отдает ветви к коленному суставу и окружающим мягким тканям; делится на **переднюю** и **заднюю большеберцовые артерии**, которые снабжают

кровью кости, суставы, мышцы голени и стопы. На стопе их ветви анастомозируют друг с другом, образуя две подошвенные дуги, которые в отличие от ладонных дуг располагаются перпендикулярно друг к другу (это обусловлено особенностями биомеханики стопы).

Вены

В большом круге кровообращения выделяют 4 системные вены: 1)венечный синус, 2) верхнюю полую вену, 3) нижнюю полую вену, 4) воротную вену. Системные вены (кроме воротной вены) впадают в правое предсердие и собирают кровь от больших областей (кроме венечного синуса, который собирает кровь только от сердца).

Верхняя полая вена собирает венозную кровь от головы, шеи, верхней конечности, от стенок и органов грудной полости (за исключением сердца). Верхняя полая вена образуется в результате слияния правой и левой плечеголовных вен; имеет один постоянный приток – непарную вену.

Непарная вена располагается справа от средней линии, собирает венозную кровь от стенок и органов грудной полости. Слева ей соответствуют две вены – **полунепарная** и **добавочная полунепарная**, обе впадают в непарную вену.

Плечеголовная вена (их две: правая и левая) образуется в результате слияния внутренней яремной вены и подключичной вены. Она собирает венозную кровь от органов шеи, стенок и органов грудной полости. Внутренняя яремная и подключичная вены располагаются под прямым углом друг к другу, поэтому место их слияния называется **венозным углом**. В венозные углы впадают **лимфатические протоки** – в левый венозный угол впадает **грудной проток**, в правый венозный угол – **правый лимфатический проток.**

Внутренняя яремная вена собирает венозную кровь от головы и шеи, имеет две группы притоков: внечерепные и внутричерепные. **Внечерепные притоки** собирают венозную кровь от мягких тканей лица, от полости рта, от полости носа, от органов шеи.

Внутричерепные притоки внутренней яремной вены представлены **синусами твердой мозговой оболочки.** Синусы – это своеобразные венозные сосуды, образованные листками твердой мозговой оболочки и костями черепа, стенки их не спадаются, поэтому отток венозной крови из полости черепа не зависит от уровня внутричерепного давления. В синусы твердой мозговой оболочки впадают вены головного мозга, вены мозговых оболочек, вены костей черепа, глазные вены, вены от внутреннего уха.

Подключичная вена является продолжением подмышечной вены, не имеет постоянных притоков. Сливаясь с внутренней яремной веной, образует плечеголовную вену.

Подмышечная вена собирает венозную кровь от пояса верхней конечности, стенок грудной и брюшной полостей; является продолжением плечевой вены.

Вены свободной верхней конечности делят на глубокие и поверхностные. **Глубокие вены** соответствуют артериям, сопровождают их обычно в количестве двух, называются **венами-спутницами** и имеют те же названия, что и артерии – лучевые, локтевые, плечевые.

Поверхностные вены лежат под кожей, не имеют аналогов среди артерий.

На кисти от капиллярных сетей на кончиках пальцев начинаются ладонные и тыльные пальцевые вены, на уровне головок пястных костей пальцевые вены соединяются и образуют тыльные пястные вены, которые также соединяются друг с другом, образуя **тыльную венозную сеть кисти**. От тыльной венозной сети кисти начинаются две подкожные вены руки: медиальная и латеральная. **Медиальная подкожная вена** идет по медиальной стороне предплечья, затем впадает в **плечевую вену**. **Латеральная подкожная вена** идет сначала вдоль латеральной поверхности предплечья, затем плеча, впадает в **подмышечную вену**. В области локтевого сустава подкожные вены соединяет **срединная вена локтя**.

Нижняя полая вена собирает венозную кровь от нижних конечностей, от стенок и органов малого таза, от стенок и парных органов брюшной полости, от печени. Образуется в результате слияния двух общих подвздошных вен.

Притоки нижней полой вены делят на **пристеночные** (собирают кровь от стенок брюшной полости) и **внутренностные –** печеночные вены, почечные вены, правая надпочечниковая вена, правая яичковая (у мужчин) и яичниковая (у женщин) вены; левая надпочечниковая и левая яичковая/яичниковая идут по кратчайшему пути, впадают в левую почечную вену.

Общая подвздошная вена (парная) образуется в результате слияния наружной и внутренней подвздошных вен. **Внутренняя подвздошная вена** собирает кровь от стенок и органов малого таза. Вокруг мочевого пузыря, прямой кишки, внутренних половых органов образуются венозные сплетения, из них кровь оттекает во внутреннюю подвздошную вену. **Наружная подвздошная вена** собирает венозную кровь от стенок таза и брюшной полости, является продолжением бедренной вены.

Вены свободной нижней конечности делят на глубокие и поверхностные. **Глубокие вены**, как и на нижней конечности, сопровождают артерии и имеют те же названия – передние и задние большеберцовые, подколенная, бедренная. **Поверхностные вены** имеют самостоятельный ход. На тыльной поверхности пальцев стопы проходят **тыльные пальцевые вены**; соединяясь, они образуют **тыльные плюсневые вены,**

которые также соединяются между собой и образуют **тыльную венозную дугу стопы**. От нее берут начало две подкожные вены ноги – большая и малая.

Большая подкожная вена ноги начинается у медиального края стопы, идет вверх по медиальной поверхности голени, далее – по переднемедиальной поверхности бедра, впадает в **бедренную вену**.

Малая подкожная вена ноги начинается у латерального края стопы, поднимается вверх по заднелатеральной поверхности голени, впадает в **подколенную вену.**

Воротная вена печени собирает венозную кровь от всех непарных органов брюшной полости (от желудка, от тонкой кишки, от толстой кишки, от поджелудочной железы, от желчного пузыря, от селезенки) и приносит ее в печень.

Кровь, поступающая в печень по воротной вене, отдает питательные вещества и проходит детоксикацию. От печени кровь оттекает по печеночным венам, которые впадают в нижнюю полую вену.

Бассейны сбора венозной крови полых вен и воротной вены не изолированы друг от друга, между ними есть анастомозы.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите большой и малый круги кровообращения. Где они начинаются и где заканчиваются?
2. Где располагается сердце? Назовите его средние размеры и массу.
3. Опишите внешнее строение сердца. Покажите части сердца на препарате.
4. Назовите камеры сердца. Как они отделяются друг от друга на поверхности сердца?
5. Как отделяются предсердия и желудочки внутри сердца?
6. Как называется дополнительная полость правого предсердия?
7. Где располагается овальная ямка и что она собой представляет?
8. Назовите отверстия правого предсердия. Какие вены впадают в правое предсердие? Как оттекает кровь из правого предсердия?
9. Где находятся гребенчатые мышцы?
10. Какой клапан находится в правом предсердно-желудочковом отверстии? Как он устроен?
11. Что такое сухожильные хорды и сосочковые мышцы? Какие функции они выполняют?
12. Куда поступает кровь из правого желудочка?
13. Какой клапан располагается в отверстии легочного ствола? Как он устроен?
14. Как называется дополнительная полость левого предсердия?

15. Какие вены впадают в левое предсердие, сколько их? Куда оттекает кровь из левого предсердия?

16. Какой клапан располагается в левом предсердно-желудочковом отверстии? Как он устроен?

17. Куда поступает кровь из левого желудочка?

18. Какой клапан располагается в отверстии аорты? Как он устроен?

19. Как называются слои стенки сердца?

20. Что такое мягкий скелет сердца? Назовите его компоненты.

21. Назовите узлы и пучки проводящей системы сердца. Какую функцию она выполняет?

22. Какие артерии снабжают сердце кровью? Как происходит венозный отток от сердца?

23. Назовите артерии и вены малого круга кровообращения?

24. Назовите части аорты. Где она начинается и где заканчивается? Что такое бифуркация аорты?

25. Какие ветви отходят от восходящей аорты?

26. Какие ветви отходят от дуги аорты?

27. Какую область снабжает кровью наружная сонная артерия? Назовите ее ветви первого порядка.

28. Какую область снабжает кровью внутренняя сонная артерия?

29. Какие артерии образуют артериальный круг на основании мозга?

30. Перечислите магистральные артерии верхней конечности. «Проведите» кровь от аорты до большого пальца правой (левой) руки.

31. Какую область снабжает кровью грудная часть нисходящей аорты? Какие группы ветвей от нее отходят?

32. Приведите классификацию ветвей брюшной аорты.

33. «Проведите» кровь от левого желудочка сердца до печени, желудка, тонкой кишки, толстой кишки, почки, яичка и яичника.

34. Какие артерии снабжают кровью стенки и органы малого таза?

35. Назовите магистральные артерии нижней конечности. «Проведите» кровь от аорты до пальцев стопы.

36. Назовите системные вены большого круга кровообращения.

37. От какой части тела собирает кровь верхняя полая вена? Из каких вен она образуется? Какие имеет притоки?

38. Какие вены собирают кровь от стенок и органов грудной полости?

39. Как образуются плечеголовные вены? Что такое венозные углы? Что в них впадает?

40. Назовите внечерепные и внутричерепные притоки внутренней яремной вены.

41. Назовите вены верхней конечности. «Проведите» кровь от кожи большого пальца (мизинца) руки.

42. От какой части тела собирает кровь нижняя полая вена? Из каких вен она образуется? Назовите притоки нижней полой вены.

43. Какие вены собирают кровь от стенок и органов малого таза?

44. Назовите вены нижней конечности? «Проведите» кровь от большого пальца (от мизинца) стопы до правого предсердия.

45. От каких органов собирает венозную кровь воротная вена? Куда она впадает?

46. «Проведите» кровь от желудка, тонкой кишки, толстой кишки, печени, поджелудочной железы, почки до правого предсердия.

Лекция № 16
Лимфатическая система

Лимфатическая система – это специализированная часть сердечно-сосудистой системы; она состоит из лимфатических сосудов и лимфатических узлов. **Лимфа** – это биологическая жидкость, циркулирующая в лимфатической системе.

Функции лимфатической системы

Одна из главных функций – **дренажная** (дренаж – осушение, сбор и отведение жидкости); лимфатическая система выполняет функцию посредника между замкнутым кровеносным руслом и тканями организма, лимфатические сосуды резорбируют (всасывают, поглощают) и отводят из межклеточного вещества тканевую жидкость, крупномолекулярные вещества, продукты метаболизма, различные токсические вещества, целые клетки, обломки разрушенных клеток, инородные частицы, в том числе инфекционные агенты.

С дренажной функцией тесно связана **транспортная функция**: по лимфатическим сосудам вместе с лимфой перемещаются клетки иммунной системы (лимфоциты, фагоциты, антиген-представляющие клетки), антигенный материал, антитела, иммунные комплексы. Очевидно, что сброс «необработанной» лимфы в кровеносное русло привел бы к эндогенной интоксикации организма, поэтому по ходу лимфатических сосудов располагаются «биологические фильтры» – лимфатические узлы. Внутри лимфатических

узлов лимфа течет по системе синусов (они являются частью лимфатического русла), часть ее «просачивается» через лимфоидную паренхиму, как сквозь сито. Лимфатические капилляры тонкой кишки ответственны за всасывание и транспорт жиров и жирорастворимых витаминов.

Помимо транспорта лимфы лимфатические узлы выполняют **иммунную функцию**, они входят в состав лимфоидной (иммунной) системы. На территории лимфатических узлов развертывается иммунный ответ на различные антигены (бактерии, вирусы, грибы, простейшие), приносимые лимфой. Еще одна важная функция лимфатических узлов – **детоксикационная функция**, лимфатические узлы, подобно печени, обезвреживают различные токсические вещества, содержащиеся в лимфе.

Лимфатические узлы поддерживают постоянство жидкостной среды в регионе сбора лимфы, **регулируют региональный кровоток и лимфоток**. Внутри лимфатических узлов может происходить обмен жидкостью между венозным и лимфатическим руслами. При затруднении венозного оттока часть жидкости сбрасывается в лимфатические русло, и, наоборот, при затруднении оттока лимфы часть жидкости сбрасывается в венозное русло.

Структурные компоненты лимфатической системы

1. Лимфа
2. Прелимфатические пути
3. Лимфатические капилляры
4. Лимфатические сосуды, стволы и протоки.
5. Лимфатические узлы.

Характеристика лимфы

Лимфа (от латинского слова *lympha* – чистая вода) – это прозрачная, слегка опалесцирующая жидкость, циркулирующая в лимфатической системе. Количество лимфы составляет 50 г/кг массы тела. В сутки в организме человека образуется около 2 литров лимфы.

Лимфа состоит из плазмы и форменных элементов.

Плазма лимфы

- по концентрации солей близка к плазме крови;
- концентрация белков меньше, чем в крови;
- концентрация липидов выше, чем в крови (лимфа содержит триглицериды, фосфолипиды, жирные кислоты, жирорастворимые витамины);
- содержит факторы свертывания, т.е. лимфа способна свертываться;
- имеет щелочную реакцию (pH 7,4-9,2).

Химический состав крови и лимфы

Кровь	Лимфа
• Na 130-157 ммоль/л • K 3,5-5,5 ммоль/л • Ca 2,5 ммоль/л • Mg 0,7-1,5 ммоль/л • Cl 97-108 ммоль/л • Белок общий 65-85 г/л • Альбумины 35-50 г/л • Глобулины 23-35 г/л • Липиды 3,5-8 г/л	• Na 126 ммоль/л • K 4,9 ммоль/л • Ca 2,4 ммоль/л • Mg 0,8 ммоль/л • Cl 109 ммоль/л • Белок общий 20-60 г/л • Альбумины 15-40 г/л • Глобулины 10-16 г/л • Липиды – до приема пищи – 3 г/л; через 4-6 часов после приема пищи – 25-40 г/л

Форменные элементы лимфы

- лимфоциты
- моноциты (макрофаги)
- дендритные клетки (вуалевидные)
- эозинофильные гранулоциты
- нейтрофильные гранулоциты
- тканевые базофилы
- эритроциты в норме отсутствуют; появляются в лимфе при повреждении тканей

Количество форменных элементов в лимфе значительно меньше, чем в крови

Клеточный состав крови и лимфы

- Лимфа: лейкоциты (2-6)×10^9/л; эритроциты – 0.
- Кровь: лейкоциты (4-8,8)×10^9/л; эритроциты (4-5)×10^{12}/л

Формула лимфы и крови

Кровь	Лимфа
Лимфоциты 19-37%	Лимфоциты 90%
Моноциты 3-11%	Моноциты 5%
Нейтрофилы 60-70%	Нейтрофилы 1%
Эозинофилы 0,5-5%	Эозинофилы 1,5 – 2%
Базофилы 1%	Базофилы 0,5 %

Тромбоциты (180-320)×10^9/л	Прочие – 2% Тромбоциты (50-350)×10^9/л

Лимфатическое русло

Лимфатическое русло включает пути транспорта лимфы и состоит из прелимфатических путей, лимфатических капилляров, посткапилляров, лимфатических сосудов, стволов и протоков. К лимфатическому руслу относят также синусы лимфатических узлов.

Прелимфатические (несосудистые) пути транспорта жидкости – это направленное движение тканевой жидкости в интерстициальном пространстве в сторону лимфатических капилляров.

Лимфатические капилляры – это слепо начинающиеся микрососуды, структура которых максимально приспособлена к поглощению жидкости, макромолекул, различных частиц и клеток.

Лимфатические капилляры отличаются рядом структурных особенностей. Они имеют более широкий и неправильный просвет по сравнению с кровеносными капиллярами. Эндотелиальные клетки в них сильно уплощены, по очертаниям напоминают дубовый лист. Цитоплазма эндотелиальных клеток сильно истончена, имеет многочисленные цитоплазматические везикулы. Лимфатические капилляры не окружены перицитами. Базальная мембрана истонченная, иногда прерывистая, поэтому лимфатические капилляры находятся в более тесной связи с тканями, чем кровеносные капилляры. Лимфатические капилляры имеют якорные филаменты (волокна, состоящие из белка фибриллина), которые радиально распространяются в окружающую соединительную ткань, фиксируя эндотелиальные клетки капилляров к белкам внеклеточного матрикса. Система якорных филаментов высоко чувствительна к изменениям давления жидкости в интерстициальном пространстве. При его повышении происходит радиальное натяжение якорных филаментов и стенки капилляра, открытие межклеточных контактов, усиление дренажа. Эндотелий лимфатических капилляров отличается от эндотелия кровеносных капилляров также своими молекулярными маркерами.

Лимфатические посткапилляры. Лимфатические капилляры сливаются в более крупные сосуды, которые называют посткапиллярами. Они характеризуются тем, что в их стенке чередуются различные участки – одни из них сходны по строению стенки с

капиллярами, другие уже имеют мышечную оболочку. Первые выполняют абсорбирующую функцию, вторые участвуют в продвижении лимфы. И те, и другие имеют якорные филаменты. Ретроградному току лимфы препятствуют тонкие, но хорошо развитые клапаны.

Лимфатические сосуды. Посткапилляры собираются в более крупные лимфатические сосуды, которые имеют толстую стенку с непрерывным слоем гладкомышечных клеток. В них также имеются клапаны. По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы.

Лимфатические стволы. Лимфатические сосуды сливаются в более крупные коллекторы – лимфатические стволы, которые собирают лимфу от больших частей тела:

- парные **поясничные стволы** собирают лимфу от нижних конечностей;
- **кишечные стволы** (1-3) собирают лимфу от брюшной полости;
- парные **бронхо-средостенные** стволы собирают лимфу от органов грудной полости;
- парные **подключичные стволы** собирают лимфу от верхних конечностей;
- парные **яремные стволы** собирают лимфу от головы и шеи.

Лимфатические протоки. Лимфатические стволы сливаются в протоки – **грудной** и **правый лимфатический**, которые сбрасывают лимфу в левый и правый венозные углы соответственно.

Грудной проток – главный лимфатический коллектор, по которому транспортируется ¾ лимфы; он состоит из брюшной, грудной и шейной частей; начинается в поясничной области в результате слияния двух поясничных стволов; начальный отдел грудного протока расширен, носит название **цистерны грудного протока.** Стенки цистерны сращены с диафрагмой, которая при дыхательных движениях сжимает грудной проток и способствует току лимфы. На протяжении грудного протока и у места его впадения в левый венозный угол имеются клапаны. Стенка грудного протока имеет хорошо выраженную мышечную оболочку, ее сокращения способствуют продвижению лимфы.

Правый лимфатический проток впадает в правый венозный угол, образуется в результате слияния правых подключичного, яремного и бронхо-средостенного стволов.

Факторы лимфотока

В лимфатической системе нет сердца, поэтому лимфа движется за счет целого ряда других факторов.

На уровне лимфатических капилляров действует **сила лимфообразования**, новые порции тканевой жидкости, поступающие в капилляры, проталкивают дальше уже находящуюся в них лимфу. Недавно в лимфатических капиллярах была описана **первичная клапанная система**, тогда как классические внутрисосудистые клапаны получили название **вторичной клапанной системы**. Первичные клапаны образуются в местах соединений эндотелиальных клеток «внахлест» (по типу рыбьей чешуи или черепицы), когда одна эндотелиальная клетка соединяется с другой клеткой, несколько перекрывая ее. Одна створка такого клапана фиксируется к коллагеновым волокнам межклеточного вещества, другая створка остается нефиксированной и может прогибаться в просвет лимфатического капилляра, если давление в нем ниже, чем давление окружающей интерстициальной жидкости. При этом межклеточное соединение открывается, образуя щель, что позволяет интерстициальной жидкости проникнуть в просвет лимфатического капилляра. Когда давление в капилляре превысит давление интерстициальной жидкости, соединение закрывается, препятствуя обратному току лимфы в интерстиций.

На уровне лимфатических сосудов главным фактором лимфотока является сокращение стенки лимфатических сосудов, которое подобно сердцу пульсовым толчком продвигает лимфу. Здесь действуют также другие факторы: вторичная клапанная система, пульсация артерий, сокращения скелетных мышц, сокращения диафрагмы, присасывающее действие грудной клетки и вен шеи на вдохе.

Лимфатические узлы

Лимфатические узлы – специализированные многофункциональные лимфоидные органы, представляющие собой общее звено между лимфатической и лимфоидной (иммунной) системами. Лимфатические узлы, с одной стороны, являются частью лимфатического русла, через них течет лимфа, с другой стороны – это вторичные лимфоидные органы.

Лимфатический узел состоит из соединительнотканной стромы и лимфоидной паренхимы. Снаружи он окружен соединительнотканной **капсулой**, которая образует небольшое вдавление – **ворота лимфатического узла** для прохождения сосудов и нервов. От капсулы и ворот вглубь узла отходят перегородки (трабекулы). У лимфатических узлов различают **приносящие** и **выносящие лимфатические сосуды**; приносящие лимфатические сосуды приносят лимфу, они проходят сквозь капсулу и открываются в **подкапсульный** (краевой) **синус**, далее лимфа течет внутри узла по **корковым** и **мозговым лимфатическим синусам**, покидает лимфатический узел по выносящим лимфатическим сосудам, выходящим из ворот.

Паренхима лимфатического узла состоит из **коркового** и **мозгового вещества**. В корковом веществе различают поверхностную и глубокую кору. В поверхностной коре располагаются **первичные** и **вторичные лимфоидные узелки** (в литературе их часто называют также **лимфоидными фолликулами**), между ними – **межузелковая зона**. Во вторичном лимфоидном узелке выделяют **герминативный центр** и **мантийную зону. Глубокая кора состоит** из диффузной лимфоидной ткани, в ней выделяют центральную и периферическую части. **Мозговое вещество** состоит из мозговых тяжей и мозговых синусов.

Лимфатические узлы являются местом встречи антигена (как правило, связанного с антигенпредставляющими клетками) с лимфоцитами, на их территории развертывается иммунный ответ. В лимфатических узлах, стимулированных антигеном, формируются вторичные лимфоидные узелки. Здесь происходят пролиферация, селекция, дифференцировка В-клеток, в результате образуются клетки иммунологической памяти и предшественники плазматических клеток. Клетки памяти запоминают контакт с антигеном, они являются долгоживущими, при повторной встрече с антигеном они обеспечивают более быстрый и эффективный иммунный ответ. Плазматические клетки располагаются в мозговых тяжах, их функция – продукция антител. Антитела связываются с антигенами и нейтрализуют их.

Закон Масканьи – лимфа перед впадением в кровеносное русло должна пройти, как минимум, через один лимфатический узел. Из этого закона есть исключения – сосуды от ряда органов могут впадать в грудной проток, минуя лимфатические узлы. Биологический смысл этого исключения не совсем ясен, но имеет большое клиническое значение – создаются условия для быстрого распространения опухолевых клеток, инфекции, токсинов.

Закономерности расположения лимфатических узлов

На конечностях и туловище лимфатические узлы располагаются в два слоя, выделяют **поверхностные узлы**, расположенные над собственной фасцией, и **глубокие узлы**, расположенные под собственной фасцией.

На конечностях узлы располагаются на сгибательных поверхностях и в ямках (подмышечной, локтевой, подколенной, в паховой области).

В грудной и брюшной полостях выделяют **париетальные** (пристеночные) и **висцеральные** (внутренностные) лимфатические узлы. Париетальные узлы располагаются по ходу кровеносных сосудов. Висцеральные узлы паренхиматозных органов находятся в области ворот органа. Лимфатические узлы трубчатых органов располагаются в их брыжейках.

Лимфа на пути следования проходит через один или несколько лимфатических узлов, поэтому выделяют узлы первого, второго, третьего и иногда последующих порядков.

У человека насчитывается от 500 до 1000 лимфатических узлов, образующих более 100 региональных групп.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет лимфатическая система?
2. Назовите компоненты лимфатической системы.
3. Что такое лимфа? Дайте характеристику лимфы. Сравните химический состав плазмы лимфы и плазмы крови. Сравните клеточный состав лимфы и крови.
4. Из каких компонентов состоит лимфатическое русло? Расположите в правильном порядке пути оттока лимфы от органов до вен шеи.
5. Назовите лимфатические стволы. От каких областей тела они собирают лимфу?
6. Назовите лимфатические протоки. От каких областей тела они собирают лимфу? Куда они впадают?
7. Назовите факторы лимфотока.
8. Опишите общий план строения лимфатического узла. Какие функции выполняют лимфатические узлы?
9. О чем гласит закон Масканьи? Бывают ли исключения из этого закона?
10. Назовите закономерности расположения лимфатических узлов в теле человека.

Лекция № 17
Эндокринные железы

Эндокринные железы, или железы внутренней секреции, (название происходит от греческих слов *éndon* – внутри, *krínō* – отделяю) имеют ряд структурно-функциональных особенностей:

- ✓ синтезируют и секретируют биологически активные вещества – **гормоны**;
- ✓ не имеют выводных протоков;
- ✓ секретируют гормоны в интерстициальное пространство, кровеносное и лимфатическое русла;
- ✓ имеют богатое кровоснабжение;
- ✓ кровеносные капилляры фенестрированного и/или синусоидного типа*.

***Фенестрированные капилляры** имеют в эндотелиальной выстилке небольшие отверстия – фенестры (от латинского слова *fenestra* – окно), закрытые диафрагмой, которая тоньше клеточной мембраны. В

капиллярах **синусоидного типа** эндотелиальные клетки образуют прерывистый слой, они отделены друг от друга более широкими пространствами. Через стенку таких капилляров более легко проходят крупные молекулы.

Все гормоны имеют ряд общих свойств:

- переносятся по кровеносному и лимфатическому руслам или с интерстициальной жидкостью;
- эффективны в низкой концентрации;
- действуют на **органы-мишени**, удаленные от места их синтеза;
- действие гормонов **специфично**, они связываются с **рецепторами** клеток-мишеней.
- регулируют рост, развитие и функции различных клеток;

Гормоны имеют различную **химическую природу**, в частности:

- **пептиды** (либерины и статины, гормоны передней доли гипофиза, антидиуретический гормон, окситоцин, паратгормон, кальцитонин, инсулин, глюкагон).
- **производные аминов** (адреналин, норадреналин, тироксин, трийодтиронин).
- **стероиды** (половые гормоны, кортикостероиды).
- **производные жирных кислот** (простагландины).

Выделение гормонов происходит:

- ✓ если присутствует специфический метаболит в крови (например: глюкоза в крови для инсулина);
- ✓ если присутствует другой гормон (высвобождающий или тропный);
- ✓ при стимуляции со стороны симпатической нервной системы (выделение адреналина и норадреналина мозговым веществом надпочечников).

Классификация эндокринных желез

Эндокринные клетки могут образовывать отдельные органы – эндокринные железы, могут формировать компактные структуры в составе других органов, или могут располагаться в виде одиночных эндокринных клеток, как правило, внутри эпителиальной выстилки слизистых оболочек внутренних органов (дисперсная, или диффузная, эндокринная система).

К эндокринным железам относятся:

- ✓ гипофиз,
- ✓ шишковидная железа (эпифиз),
- ✓ щитовидная железа,
- ✓ околощитовидные железы,

- ✓ надпочечник.

Эндокринные структуры в составе других органов:

- ✓ островки поджелудочной железы,
- ✓ интерстициальные клетки Лейдига в яичке,
- ✓ зернистый слой фолликулов и желтое тело в яичнике,
- ✓ эпителиальные клетки в тимусе,
- ✓ юкстагломерулярный аппарат и интерстициальные эндокринные клетки в почке,
- ✓ эндокринные клетки в плаценте,
- ✓ эндокринные кардиомиоциты в правом предсердии.

Дисперсная эндокринная система представлена одиночными эндокринными клетками в слизистых оболочках внутренних органов (желудочно-кишечный тракт, дыхательные пути).

Эндокринные клетки на уровне тканей могут образовывать скопления (кластеры) или тяжи вблизи от капилляров; или формируют полые структуры – фолликулы.

Эндокринная система действует координированно с нервной системой. Важную роль в этом взаимодействии играет **гипоталамус** – часть промежуточного мозга. Гипоталамус является высшим центром эндокринной системы, здесь находятся эндокринные нейроны. Это клетки, с одной стороны являются нейронами (они способны генерировать и передавать нервные импульсы), с другой стороны, они синтезируют и выделяют в кровь гормоны.

Гормоны гипоталамуса можно разделить на две группы:

I – гормоны, регулирующие секрецию гормонов передней доли гипофиза, – либерины (рилизинг-гормоны) и статины (ингибирующие гормоны); вырабатываются в различных ядрах гипоталамуса; эти гормоны секретируются в кровеносное русло гипоталамуса, затем по воротной системе гипофиза достигают его передней доли и стимулируют (или тормозят) синтез и секрецию гормонов;

II – гормоны задней доли гипофиза, которые синтезируются в гипоталамусе, а в кровь выделяются в задней доле гипофиза, действуют сразу на органы-мишени (см ниже).

Гипофиз располагается в полости черепа – в ямке турецкого седла, состоит из двух долей:

- передняя доля – вырабатывает тропные гормоны, действующие на другие эндокринные железы или на клетки-мишени,
- задняя доля – временное хранение и выделение в кровь двух гормонов гипоталамуса (антидиуретического гормона и окситоцина).

Доли гипофиза имеют разное происхождение. Задняя доля имеет нейральное происхождение, развивается как часть промежуточного мозга, поэтому ее называют

нейрогипофизом. Передняя доля развивается из эктодермального эпителия первичной ротовой полости, имеет структуру железы, поэтому ее называют аденогипофизом.

Гормоны передней доли гипофиза:

- **фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)**: в яичнике сстимулирует рост фолликулов, стимулирует секрецию эстрогенов, в яичке стимулирует сперматогенез;
- **лютеинизирующий гормон** (ЛГ): в яичнике стимулирует секрецию прогестерона, необходим для овуляции, сохранения желтого тела, в яичке стимулирует секрецию тестостерона;
- **пролактин** стимулирует образование молока в молочной железе;
- **тиреотропный гормон** – стимулирует синтез и секрецию тиреоидных гормонов и рост щитовидной железы;
- **адренокортикотропный гормон** стимулирует синтез и секрецию гормонов коры надпочечников;
- **соматотропный гормон** или **гормон роста** усиливает синтез белка, рост, рост костей, увеличение массы мышц;
- **меланоцитстимулирующий гормон** регулирует функции пигментных клеток кожи.

Гормоны задней доли гипофиза:

– **антидиуретический гормон** (АДГ), или вазопрессин; действует на эпителий собирательных трубок почки, уменьшает выделение мочи; суживает кровеносные сосуды, регулирует питьевое поведение, регулирует температуру тела;

– **окситоцин** – ♀ усиливает выделение молока молочной железой, сокращения матки при родах, ♂ усиливает сокращения половых протоков при эякуляции.

Гормоны задней доли гипофиза вырабатываются в крупноклеточной части **паравентрикулярного** и **супраоптического ядер гипоталамуса**, затем они путем аксонального транспорта по гипоталамо-гипофизарному пучку переносятся в заднюю долю гипофиза и здесь выделяются в кровь.

Гипофиз образно называют «мастером» или «дирижером» эндокринной системы, потому что он обеспечивает механизмы, благодаря которым центральная нервная система регулирует и интегрирует широкий спектр функций организма, включая регуляцию активности других желез внутренней секреции.

Шишковидная железа (эпифиз) является частью промежуточного мозга, продуцирует гормон мелатонин, который выполняет множество функций:

– регулирует биологические ритмы,

– регулирует репродуктивную функцию,
– является частью антиоксидантной защиты организма,
– регулирует процессы старения,
– регулирует функции иммунной системы (противоопухолевая защита).
– *«Вместилище души» по Герофилу* .

Щитовидная железа располагается в передней области шеи, состоит из 2-х долей конической формы, соединенных перешейком, от перешейка отходит непостоянная пирамидальная доля. Щитовидная железа имеет красно-коричневый цвет, обусловленный обильным кровоснабжением. Масса около 25 г. Размеры: высота доли – 5 см, ширина (в наиболее широкой части) – 3 см, переднезадний размер – 2 см. Поперечный и вертикальный размеры перешейка – 1,25 см. У живого человека размеры определяют при ультразвуковом исследовании. У женщин железа несколько увеличивается при беременности и в первую фазу менструального цикла.

Щитовидная железа состоит из множества фолликулов; каждый фолликул представляет собой полый шар, стенка которого образована однослойным кубическим эпителием, однако высота эпителиальных клеток может меняться в зависимости от уровня функциональной активности железы, он становится плоским при низкой активности и столбчатым при высокой активности. Эпителиальные клетки фолликулов вырабатывают йод-содержащие гормоны – **тироксин** (содержит 4 атома йода, T_4) и **трийодтиронин** (содержит 3 атома йода, T_3). Гормоны сначала поступают в полость фолликула и хранятся там в связанной с белком тиреоглобулином форме (коллоид). По мере необходимости гормоны выделяются в кровь. Тиреоидные гормоны регулируют интенсивность основного обмена, рост и развитие, стимулируют углеводный и жировой обмены, усиливают эффекты симпатической системы.

В щитовидной железе синтезируется еще один гормон – **кальцитонин**. Его вырабатывают парафолликулярные клетки (располагаются в составе фолликулярного эпителия, или образуют небольшие скопления между фолликулами). Кальцитонин снижает уровень кальция в крови.

Факторами регуляции функции щитовидной железы являются:

- для тироксина и трийодтиронина – тиреотропный гормон передней доли гипофиза,
- для кальцитонина – содержание кальция в крови.

Паращитовидные железы. У человека 4 паращитовидных железы, расположенных на задней поверхности щитовидной железы, по две с каждой стороны: верхняя и нижняя. Масса – 40 мг, размеры: 6х4х2 мм. Паращитовидные железы образуют только один гормон – паратиреоидный, или паратгормон. Он повышает уровень кальция в

крови, является антагонистом кальцитонина. Снижает уровень фосфата в крови. Факторы регуляции секреции – уровни кальция и фосфата в крови.

Надпочечник – парный орган, располагается в поясничной области над почками. Масса одного надпочечника 5 г. Поперечный размер левого надпочечника составляет 7,9 см; правого – 6 см. Левый надпочечник имеет полулунную форму, правый – трехгранную.

Надпочечник состоит из коркового и мозгового вещества. В корковом веществе различают три зоны – клубочковую, пучковую и сетчатую.

В **клубочковой зоне** вырабатываются гормоны **минералокортикоиды** (основной – **альдостерон**). Альдостерон действует на эпителий дистальных извитых канальцев в почках – усиливает реабсорбцию натрия, поддерживает баланс между Na и К; задержка натрия приводит к задержке воды в организме, в результате увеличивается объем циркулирующей крови и повышается артериальное давление. Факторы регуляции – ренин (фермент, который образуется юкстагломерулярным аппаратом почек) и ангиотензин (образуется в результате серии превращений, запускаемых ренином), стимулируют продукцию альдостерона.

В **пучковой зоне** вырабатываются гормоны **глюкокортикоиды** (наиболее активный – **кортизол**), глюкокортикоиды выполняют множество функций:

• усиливают образование глюкозы из аминокислот;

• тормозят транспорт и утилизацию глюкозы клетками;

• повышают уровень глюкозы в крови (диабетогенное действие),

• стимулируют расщепление белков (катаболическое действие на мышцы, кожу, кости, лимфоидную ткань);

• повышают уровень свободных аминокислот в крови;

• расщепляют жиры (липолитическое действие),

• тормозят образование жира;

• подавляют воспалительные и аллергические реакции, регулируют активность иммунной системы;

• повышают чувствительность нервной системы к звуковым, тактильным, обонятельным и вкусовым стимулам; влияют на эмоциональное состояние, ускоряют процессы старения центральной нервной системы.

Основной фактор регуляции – адренокортикотропный гормон передней доли гипофиза.

В **сетчатой зоне** вырабатываются **половые стероиды**, в частности, гормон дегидроэпиандростерон и его сульфат, которые влияют на процессы старения (замедляют его), ограничивают проявления стресса (стресс-лимитирующая система), регулируют

функции иммунной системы. У женщин после наступления менопаузы представляют основной источник половых гормонов.

В **мозговом веществе надпочечников** вырабатываются гормоны **адреналин** и **норадреналин** (вместе их называют катехоламинами). Их действие напоминает влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Они повышают артериальное давление, увеличивают частоту и силу сердечных сокращений, расширяют бронхи, расширяют зрачок, тормозят работу пищеварительной системы, повышают психическую активность.

Половые железы отвечают не только за образование половых клеток, они синтезируют и секретируют в кровь половые гормоны. Функции половых желез находятся под контролем гормонов гипоталамуса и гипофиза.

В гипоталамусе синтезируются два гормона, регулирующих функции половых систем:

- **гонадотропин-рилизинг гормон** стимулирует выделение фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов передней доли гипофиза;
- **пролактин-ингибирующий фактор** тормозит выделение пролактина передней долей гипофиза.

В передней доле гипофиза вырабатываются:

✓ **Фолликулостимулирующий гормон** (ФСГ)

– у женщин стимулирует продукцию эстрогенов фолликулярными клетками

– у мужчин стимулирует поддерживающие клетки в извитых семенных канальцах к продукции андроген-связывающего белка.

✓ **Лютеинизирующий гормон**

– у женщин стимулирует продукцию прогестерона фолликулярными клетками и желтым телом

– у мужчин стимулирует интерстициальные клетки (Лейдига) к секреции тестостерона

✓ **Пролактин** – стимулирует **продукцию** молока.

Гормон задней доли гипофиза **окситоцин** усиливает выделение молока молочной железой, стимулирует сокращения мышечной оболочки матки при родах.

В яичнике вырабатываются эстрогены, прогестерон, активин, ингибин, небольшое количество мужских половых гормонов.

Эстрогены (стероидные гормоны, наиболее активный – 17β эстрадиол), образуется фолликулярными клетками); эстрогены влияют на половые органы, молочную железу,

жировую ткань, костную ткань.

Функции эстрогенов:

1. До полового созревания блокируют секрецию гонадотропных гормонов гипофиза.
2. С наступлением половой зрелости обусловливают развитие **вторичных половых признаков, половое поведение.**
3. Подготавливает репродуктивную систему к беременности:
   - ✓ Яичник – усиливают пролиферацию фолликулярных клеток (рост фолликула), повышают экспрессию рецепторов к ФСГ на фолликулярных клетках, повышают экспрессию рецепторов к ЛГ на фолликулярных клетках (подготовка фолликула к овуляции), овуляции предшествует пик эстрадиола.
   - ✓ Матка – пролиферация клеток базального слоя эндометрия, восстановление функционального слоя, формирование новых маточных желез, врастание спиральных артерий из базального слоя; усиление секреции слизи железами шейки матки (феномен папоротника). Поддерживает нормальную структуру и функции миометрия. Ритмические сокращения миометрия. Гипертрофия миометрия во время беременности.
   - ✓ Влагалище – пролиферация эпителия слизистой оболочки, поддержание кислого pH среды.
   - ✓ Развитие молочных желез (отвечают за рост протоков).
4. Поддерживают беременность (совместно с другими гормонами).
5. Участвуют в родовой деятельности.
6. Влияют на распределение подкожного жира.
7. Анаболическое влияние на костную ткань.
8. Многостороннее влияние на обмен веществ.

Прогестерон (стероидный гормон, вырабатывается желтым телом), оказывает множественные эффекты на репродуктивные органы и молочные железы:

1) Переход эндометрия из пролиферативной фазы в секреторную; подготавливает эндометрий к имплантации эмбриона.
2) Сохранение беременности.
3) Снижает сократительную активность гладкомышечных клеток миометрия, повышает тонус шейки матки.
4) Ослабляет действие эстрогенов на эпителий слизистой оболочки влагалища.
5) Усиливает развитие концевых отделов молочных желез.

Активин (пептидный гормон), стимулирует пролиферацию фолликулярных

клеток, усиливает секрецию ФСГ передней долей гипофиза.

Ингибин (пептидный гормон), ингибирует секрецию ФСГ передней долей гипофиза.

Тестостерон (стероидный гормон) предшественник эстрогенов, вырабатывается хилусными клетками в мозговом веществе яичника, вызывает атрезию фолликулов.

Во время беременности формируется плацента, которая продуцирует ряд гормонов:

- **Эстрогены и прогестерон** – функции такие же, как и у яичниковых гормонов.
- **Хорионический гонадотропин человека** (ХГЧ) поддерживает активность желтого тела во время беременности.
- **Плацентарный лактоген человека** – развитие молочной железы во время беременности.

У мужчин мужской половой гормон **тестостерон** образуется интерстициальными клетками яичка (Лейдига). Его функции:

- ✓ Развитие первичных половых признаков (развитие гонады мужского типа).
- ✓ Развитие вторичных половых признаков (наружные половые органы, рост волос на теле, тембр голоса, развитие мышечной массы, половое поведение).
- ✓ Необходим для сперматогенеза.

Панкреатические островки (Лангерганса) представляют собой эндокринную часть поджелудочной железы. В островках выделяют четыре основных типа клеток, которые продуцируют различные гормоны:

- А-клетки – **глюкагон** (антагонист инсулина) повышает уровень глюкозы в крови за счет расщепления гликогена и образования глюкозы из неуглеводных предшественников.
- В-клетки – **инсулин**
  - ускоряет полимеризацию глюкозы с образованием гликогена,
  - ускоряет утилизацию глюкозы клетками, особенно в скелетных мышцах,
  - ускоряет утилизацию глюкозы в качестве источника энергии для клеточного дыхания,
  - ускоряет превращение глюкозы в жирные кислоты и жир с отложением запасов,
  - ускоряет поглощение клетками аминокислот и синтез белка,
  - замедляет образование глюкозы
- D-клетки – **соматостатин** подавляет выработку гормона роста.
- F или PP-клетки – **панкреатический полипептид**, подавляет внешнесекреторную функцию поджелудочной железы, стимулирует секрецию желудочного сока.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие железы называют эндокринными? Назовите структурные особенности эндокринных желез.
2. Назовите общие свойства гормонов. Химическая природа гормонов.
3. Приведите классификацию эндокринных желез.
4. Где находится гипоталамус? Какие гормоны в нем вырабатываются? Какие функции они выполняют?
5. Где располагается гипофиз? Какие доли выделяют в гипофизе?
6. Назовите гормоны передней доли гипофиза. Какие функции они выполняют?
7. Назовите гормоны задней доли гипофиза. Где они образуются? Как выделяются в кровь? Какие функции выполняют.
8. Где располагается эпифиз? Какие функции выполняет гормон эпифиза мелатонин?
9. Где располагается щитовидная железа? Из каких частей состоит, какие имеет размеры? Какие гормоны вырабатывает щитовидная железа? Какие функции выполняют гормоны щитовидной железы?
10. Где располагаются паращитовидные железы? Сколько их? Какие размеры они имеют? Какой гормон они вырабатывают? Какие функции выполняет паратгормон?
11. Где располагаются надпочечники? Какие размеры они имеют? Из каких частей состоит надпочечник?
12. Из каких зон состоит кора надпочечников? Какие гормоны вырабатываются в каждой зоне? Какие функции они выполняют?
13. Какие гормоны вырабатываются в мозговом веществе надпочечников? Какие функции они выполняют?
14. Где вырабатываются женские половые гормоны? Какие функции они выполняют?
15. Где вырабатываются мужские половые гормоны? Какие функции они выполняют?
16. Где находятся панкреатические островки? Какие типы клеток в них выделяют? Какие гормоны вырабатываются в панкреатических островках? Какие функции они выполняют?

Лекции №№ 18 – 21
Нервная система

Введение

«Деятельность нервной системы направляется, с одной стороны, на объединение, интеграцию работы всех частей организма, с другой – на связь организма с окружающей

средой, на уравновешивание системы организма с внешними условиями» (И. П. Павлов).

Нервная система выполняет следующие функции:

1) регулирует, интегрирует и координирует все жизненные процессы на уровне органов, систем и организма в целом;

2) обеспечивает восприятие, переработку и хранение информации (память), поступающей из внутренней среды организма и внешней среды;

3) регулирует двигательные функции организма;

4) отвечает за взаимодействие организма с внешней средой и приспособление к изменяющимся условиям существования;

5) сознательная и психическая деятельность.

Классификация нервной системы

По анатомическому принципу нервную систему делят на центральную и периферическую. **Центральная нервная система** включает головной мозг и спинной мозг, которые находятся в костных полостях – в черепе и позвоночном канале соответственно. **Периферическая нервная система** включает спинномозговые нервы (31 пара), черепные нервы (12 пар), нервные узлы, нервные сплетения.

По функциональному принципу выделяют **соматическую нервную систему,** которая управляет функциями, свойственными животным (локомоция, восприятие чувствительной информации из окружающего мира), и **вегетативную**, которая контролирует функции, свойственные и животным, и растениям (пищеварение, дыхание, выделение, размножение, обмен веществ, циркуляция биологических жидкостей).

Спинной и головной мозг состоят из нервной ткани. Нервная ткань состоит из нейронов и нейроглии.

Нейроны являются основными структурными компонентами нервной ткани, они выполняют специфические функции нервной системы. Нейроны получают информацию из внешней среды и от других нейронов; перерабатывают полученную информацию; передают ее другим нейронам и эффекторным клеткам.

Нейроглия относится к вспомогательным структурным компонентам нервной ткани, она обеспечивает существование и функционирование нервных клеток.

Нейрон состоит из тела и отростков – аксона и дендритов. **Аксон** проводит нервный импульс от тела клетки к периферии; аксон всегда один. **Дендриты** проводят нервный импульс к телу нервной клетки; их, как правило, несколько.

Точное количество нейронов в нервной системе неизвестно. По данным разных авторов их насчитывается $10^{11} – 10^{12}$.

Тело нейрона является метаболическим центром нервной клетки.

Цитоплазматическая мембрана нейрона содержит множество ионных каналов и насосов. Нейрон содержит крупное эухроматиновое ядро; хорошо выраженное ядрышко. В цитоплазме имеются: гранулярная эндоплазматическая сеть, многочисленные свободные рибосомы и полирибосомы, комплекс Гольджи, что свидетельствует о высокой активности синтеза белка. В цитоплазме много митохондрий, что указывает на высокий уровень потребления энергии клеткой. В ней имеются также лизосомы в умеренном количестве, пигментные гранулы, хорошо развитый цитоскелет, представленный нейрофибриллами. В теле клетки нейрофибриллы образуют сеть, в отростках расположены параллельно друг другу.

Существуют различные классификации нейронов.

По количеству отростков выделяют четыре основных типа нейронов

1. **Униполярные нейроны** – с одним отростком. В нервной системе человека встречаются редко (в сетчатке глаза и в коре мозжечка).

2. **Псевдоуниполярные нейроны** – от тела клетки отходит один короткий отросток, который Т-образно делится на два – центральный и периферический; периферический отросток выполняет функции дендрита, он воспринимает чувствительную информацию и проводит ее к телу нейрона, центральный отросток выполняет функции аксона, он проводит информацию от тела в центральную нервную систему. Псевдоуниполярные нейроны по функции являются **чувствительными,** располагаются в спинномозговых узлах и чувствительных узлах черепных нервов.

3. **Биполярные нейроны** имеют два длинных отростка – один аксон и один дендрит, по функции они являются **чувствительными** нейронами специализированных органов чувств – обоняния, зрения, слуха и равновесия.

4. **Мультиполярные нейроны** имеют один аксон и множество дендритов, к мультиполярным нейронам относятся **двигательные** нейроны передних рогов спинного мозга, **вегетативные** нейроны, **вставочные** нейроны.

По **форме клеточных тел** выделяют **пирамидные, звездчатые, грушевидные, веретеновидные** и другие нейроны.

По локализации в составе рефлекторной дуги нейроны делят на:

1) чувствительные (афферентные);
2) ассоциативные (вставочные);
3) двигательные (эфферентные).

По длине аксона:

• Проекционные нейроны имеют длинный аксон, проводят импульс на дальние расстояния.

- Интернейроны (вставочные) имеют короткий аксон, проводят импульс на ближние расстояния.

По характеру выделяемого медиатора различают нейроны:

- холинергические (медиатор – ацетилхолин);
- адренергические (медиатор – норадреналин);
- пептидергические (различные пептиды, например: вещество Р, энкефалины, эндорфины, холецистокинин и др.);
- серотонинергические (медиатор – серотонин);
- дофаминергические (медиатор – дофамин);
- ГАМКергические (медиатор – гамма-аминомасляная кислота).

Список медиаторов постоянно пополняется.

Существует особая группа нервных клеток, выполняющих секреторную функцию, – **эндокринные нейроны**. Например, нейроны паравентрикулярного и супраоптического ядер гипоталамуса вырабатывают антидиуретический гормон (действует на собирательные трубки почки, препятствует избыточному выделению воды, при его недостатке развивается несахарный диабет) и окситоцин (действует на гладкую мускулатуру матки, выводные протоки молочной железы, у мужчин на половые протоки).

Неотъемлемой частью нервной ткани являются **синапсы** – специализированные межклеточные контакты между нейронами, а также между нейронами и исполнительными элементами. Синапсы – это необходимое условие существования нервной системы.

Элементы синапса

1) Пресинаптическая часть:
   - пресинаптическая мембрана;
   - синаптический пузырек;
   - нейромедиатор;
2) Синаптическая щель.
3) Постсинаптическая часть:
   - постсинаптическая мембрана;
   - рецепторы.

Нервные волокна – это отростки нервных клеток, окруженные оболочками из нейроглиальных клеток.

По наличию (или отсутствию) миелиновой оболочки нервные волокна делят на миелиновые и безмиелиновые. Оба вида состоят из центрально расположенного осевого цилиндра (аксона) и оболочки из нейроглиальных клеток. Безмиелиновые волокна характеризуются низкой скоростью проведения импульса, они преобладают в

вегетативной нервной системе, а также проводят болевую и температурную чувствительность. Миелиновые волокна проводят нервные импульсы с большой скоростью. Миелиновая оболочка по длине волокна имеет прерывистый ход. Участки, покрытые миелиновой оболочкой, чередуются с небольшими участками, лишенными ее – это узловые перехваты. В области узлового перехвата аксон часто расширен, в его цитоплазматической мембране имеются многочисленные натриевые каналы, которых нет под миелиновой оболочкой. Распространение нервного импульса в миелиновом волокне происходит скачками – от перехвата к перехвату.

Существует прямая зависимость между диаметром аксона, толщиной миелиновой оболочки, расстоянием между узловыми перехватами и скоростью проведения нервного импульса.

Нервные окончания – это концевые отделы нервных волокон, их делят на рецепторы и эффекторы.

- **Рецепторы** – это нервные окончания периферических отростков чувствительных нейронов, обеспечивающие восприятие раздражений из внутренней и внешней среды и трансформацию энергии раздражения в нервный импульс.
- **Эффекторы** – это нервные окончания эфферентных нейронов соматической и вегетативной нервной систем, передающие нервный импульс на ткани рабочего органа.

Существуют различные классификации рецепторов.

В зависимости от природы раздражителя различают:

1) механорецепторы
2) хеморецепторы
3) фоторецепторы
4) терморецепторы
5) полимодальные рецепторы (рецепторы, воспринимающие раздражения разных видов – модальностей)

По локализации выделяют:

- **Экстероцепторы** располагаются на поверхности тела – в коже и слизистых оболочках, воспринимают различные раздражения из внешней среды.
- **Интероцепторы** располагаются во внутренних органах, воспринимают чувство боли, растяжения, химический состав веществ.
- **Проприоцепторы** располагаются в органах опорно-двигательного аппарата (мышцы, связки, суставные капсулы, надкостница, фасции) воспринимают прикосновение, давление, вибрацию, положение частей тела, ощущение движения, веса).

По структуре рецепторы делят на:

1. **Свободные** (освободившиеся от глиальных оболочек) нервные окончания воспринимают раздражения, связанные с повреждением тканей в большинстве являются ноцицепторами (*noci* – плохой, вредоносный).

2. **Несвободные** нервные окончания окружены глиальными клетками и соединительнотканными структурами; к ним относятся тельца Мейсснера, Пачини, Руффини, диски Меркеля, колбочки Краузе и ряд других.

Функции некоторых рецепторов:

- Тельца Мейсснера – прикосновение, дрожание (5 – 40 Герц).
- Тельца Пачини – вибрация (60 – 300 Герц).
- Тельца Руффини – растяжение.
- Клетки Меркеля – прикосновение, давление.
- Сухожильные органы Гольджи – растяжение.
- Нервно-мышечные веретена – растяжение, скорость растяжения.

Эффекторы (двигательные нервные окончания):

- Моторная бляшка (на волокнах поперечнополосатых скелетных мышц).
- Варикозные расширения (сердечная мышца, гладкие мышцы).
- Секреторные (в железах, например, в слезной или слюнных железах).

Нейроглия делится на глию центральной нервной системы и глию периферической нервной системы.

Глия центральной нервной системы делится на **макроглию** и **микроглию.**

1. **Макроглия** представлена тремя типами клеток.

- **Астроциты** выполняют трофическую, опорную, разграничительную, защитную, метаболическую, регуляторную функции.
- **Олигодендроглиоциты** образуют миелиновые оболочки в центральной нервной системе.
- **Эпендимоциты** выстилают желудочки головного мозга и центральный канал спинного мозга; они выполняют опорную и барьерную (нейро-ликворный барьер, гемато-ликворный барьер) функции; осуществляют ультрафильтрацию спинно-мозговой жидкости.

2. **Микроглия** выполняет функции фагоцитоза, выработки цитокинов, участвует в метаболических процессах; имеет костномозговое происхождение.

Глия периферической нервной системы

- **Шванновские клетки** образуют миелиновые оболочки в периферической нервной системе.

В центральной нервной системе макроскопически выделяют серое и белое

вещество.

- **Серое вещество** включает тела нейронов, дендриты, начальные сегменты аксонов, глиальные клетки. Нейроны в сером веществе образуют ядра, пластинки, колонки, слои.
- **Белое вещество** – миелинизированные нервные волокна. Волокна белого вещества образуют тракты, пучки, канатики.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите функции нервной системы.
2. На какие части делят нервную систему по анатомическому и функциональному принципам. Какие структуры относят к центральной нервной системе, какие к периферической?
3. Из каких элементов состоит нервная ткань?
4. Опишите общий план строения нейрона. Как называются отростки нейронов, сколько их, какие функции они выполняют?
5. Приведите классификации нейронов по форме тел, по количеству отростков, по положению в рефлекторной дуге, по характеру нейромедиатора.
6. Какие функции выполняют псевдоуниполярные нейроны, биполярные нейроны, мультиполярные нейроны?
7. Дайте определение синапса. Назовите элементы синапса.
8. Назовите характерные отличия миелиновых и безмиелиновых волокон.
9. Какая зависимость существует между толщиной аксона, толщиной миелиновой оболочки, расстоянием между узловыми перехватами и скоростью проведения нервного импульса.
10. Дайте определения понятий: рецепторы и эффекторы.
11. Приведите классификации рецепторов.
12. Какие функции выполняет нейроглия. Приведите классификацию глии.
13. Дайте определения понятий: серое вещество и белое вещество.

Спинной мозг

Спинной мозг располагается в позвоночном канале, начинается на уровне большого затылочного отверстия, заканчивается мозговым конусом на уровне 1(♂) – 2 (♀) поясничных позвонков (уровень локтевых суставов). От мозгового конуса тянется вниз тонкий соединительнотканный тяж – терминальная нить, длиной около 20 см.

Длина спинного мозга – 42 – 45 см, масса – 35 г, диаметр 12 мм.

Спинной мозг состоит из 31 сегмента (8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5

крестцовых, 1 копчиковый).

Сегмент – это участок спинного мозга, соответствующий одной паре спинномозговых нервов. Каждый сегмент иннервирует определенный участок тела, включающий группу скелетных мышц и участок кожи в виде поперечной полосы. Уровни сегментов спинного мозга отличаются от уровней соответствующих по счету позвонков, это обусловлено неравномерным ростом спинного мозга и позвоночного столба во внутриутробном периоде.

Спинной мозг имеет **шейное** (от C4 до T1) и **пояснично-крестцовое** (L1-S2-3) **утолщения**, которые иннервируют верхние и нижние конечности соответственно.

Спинной мозг двусторонне симметричен. Вдоль его передней поверхности проходит **передняя срединная щель**, вдоль задней поверхности – **задняя срединная борозда**. Латеральнее передней срединной щели проходит **передняя латеральная борозда**, из которой выходят передние корешки спинного мозга. Латеральнее задней срединной борозды проходит **задняя латеральная борозда**, в области которой в спинной мозг входят задние корешки спинного мозга.

Внутри спинного мозга находится узкий **центральный канал** (полость спинного мозга), заполненный спинномозговой жидкостью. В мозговом конусе центральный канал расширяется, образуя **терминальный желудочек.**

Спинной мозг покрыт тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой.

Твердая оболочка спинного мозга вверху прикрепляется к краям большого затылочного отверстия и продолжается в твердую оболочку головного мозга. Внизу образует замкнутый мешок, который заканчивается на уровне второго крестцового позвонка. **Паутинная оболочка** прилежит к внутренней поверхности твердой мозговой оболочки. **Мягкая оболочка** тесно прилежит к поверхности спинного мозга.

Между твердой оболочкой спинного мозга и стенкой позвоночного канала находится **эпидуральное пространство**, заполненное внутренними позвоночными венозными сплетениями и жировой тканью. Между твердой и паутинной оболочкой в норме нет пространства, они срастаются друг с другом.

Между паутинной и мягкой оболочками находится **подпаутинное пространство,** заполненное спинномозговой жидкостью. Вверху подпаутинное пространство спинного мозга продолжается в подпаутинное пространство головного мозга. Нижняя часть подпаутинного пространства расширена и носит название поясничной цистерны. В ней находятся передние и задние корешки от сегментов спинного мозга с L2 до Co1. Вместе эти корешки образуют конский хвост.

Оболочки защищают спинной мозг, образуют поддерживающий каркас для

артерий и вен синусов, содержат подпаутинное пространство, заполненное спинномозговой жидкостью, которая имеет важное значение для нормального функционирования мозга.

Внутреннее строение. Спинной мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество расположено в центре, белое – по периферии.

Серое вещество на поперечном разрезе имеет форму бабочки и состоит из **задних рогов** и **передних рогов**, в грудном и поясничном отделах (от Т1 до L2-3) имеется **боковой рог**.

Нейроны серого вещества спинного мозга образуют ядра и пластинки (Рикседа).

Задний рог содержит с I по VI пластинки. I пластинка называется иначе краевым ядром, II – студенистым веществом, III и IV пластинки содержат крупное собственное ядро заднего рога, в V и VI пластинках ядер нет.

К нейронам заднего рога подходят чувствительные волокна, проводящие болевую, температурную и грубую тактильную чувствительность от туловища и конечностей, а также чувствительные волокна от внутренних органов (в основном несущие ноцицептивную (болевую) информацию). К нейронам II пластинки подходят тонкие волокна, несущие только болевую чувствительность, поэтому данную пластинку образно называют «воротами боли». Нейроны заднего рога служат для замыкания спинальных рефлексов и для формирования восходящих проводящих путей.

VII пластинка находится в промежуточной зоне между задним и передним рогами, содержит три ядра:

1. Заднее грудное ядро (Кларка) – к нему подходят волокна от проприорецепторов мышц и сухожилий и кожных механорецепторов; аксоны нейронов ядра Кларка дают начало заднему спинно-мозжечковому пути.
2. Промежуточно-медиальное ядро к нему также подходят волокна от проприорецепторов и кожных механорецепторов, нейроны этого ядра принимают участие в формировании переднего спинно-мозжечкового пути.
3. Промежуточно-латеральное ядро – вегетативное симпатическое (висцеральное двигательное).

К нейронам VII пластинки подходят висцеральные чувствительные волокна (в основном от ноцицепторов).

В крестцовых сегментах спинного мозга S2-S4 в промежуточной зоне располагаются крестцовые парасимпатические ядра для иннервации тазовых органов.

Передний рог содержит VIII и IX пластинки.

VIII пластинка состоит из вставочных нейронов (интернейронов). К ним подходят

волокна от нейронов соседних пластинок, от нейронов VIII пластинки противоположной стороны, нисходящие волокна из различных центров головного мозга. Интернейроны VIII пластинки влияют на активность альфа- и гамма-мотонейронов, расположенных в IX пластинке.

IX пластинка – состоит из альфа- и гамма-мотонейронов и интернейронов, содержит двигательные ядра.

X пластинка (или спинномозговое поле X) располагается вокруг центрального канала, в ней выделяют заднюю и переднюю серые спайки. Функция – анализ болевой и температурной чувствительности.

В шейных сегментах, между задним и передним рогами находится ретикулярная формация спинного мозга.

Белое вещество спинного мозга состоит из трех канатиков – заднего (между задней срединной бороздой и задней латеральной бороздой), бокового (между передней латеральной и задней латеральной бороздами), переднего (между передней срединной щелью и передней латеральной бороздой).

В белом веществе выделяют:

- **Краевой тракт Лиссауэра** – место вхождения в задний рог волокон заднего (чувствительного) корешка.
- **Собственные пучки**, которые осуществляют связи между нейронами в пределах одного сегмента, а также вышележащих и нижележащих сегментов; имеются в каждом кантике.
- **Проводящие пути**: **восходящие** и **нисходящие** связывают спинной мозг с головным мозгом.

Задний канатик содержит следующие проводящие пути:

1) тонкий пучок (Голля)
2) клиновидный пучок (Бурдаха)

Оба пучка проводят мышечно-суставное чувство (проприоцептивную чувствительность), сложные виды тактильной чувствительности и чувство вибрации в кору головного мозга («сознательная чувствительность»). Первый – от нижних конечностей и нижней половины туловища, имеется на всем протяжении спинного мозга; второй – от верхних конечностей и верхней половины туловища, имеется только в верхней части спинного мозга, от шестого шейного сегмента).

Боковой канатик состоит из восходящих и нисходящих путей.

***нисходящие пути*:**

1. латеральный корково-спинномозговой (пирамидный) путь – сознательный

двигательный путь, начинается от пирамидных нейронов коры больших полушарий, заканчивается на мотонейронах передних рогов спинного мозга, обеспечивает произвольные движения.

2. красноядерно-спинномозговой путь – начинается от красного ядра в среднем мозге, заканчивается на мотонейронах (и интернейронах) передних рогов спинного мозга, дополняет пирамидный путь, влияет на характер произвольных движений.

3. латеральный ретикулярно-спинномозговой, латеральный вестибулярно-спинномозговой, оливо-спинномозговой пути контролируют тонус мышц, поддержание позы и равновесие тела.

4. гипоталамо-спинномозговой путь соединяет ядра гипоталамуса с сегментарными центрами вегетативной нервной системы.

восходящие пути:

1. передний спинно-мозжечковый путь (Говерса)

2. задний спинно-мозжечковый путь (Флексига)

Проводят мышечно-суставное чувство в мозжечок («бессознательная проприоцептивная чувствительность»).

3. латеральный спинно-таламический путь – проводит болевую, температурную, грубую тактильную чувствительность в кору головного мозга; в настоящее время рассматривается как часть антеро-латеральной системы.

Передний канатик содержит в основном нисходящие проводящие пути.

1. Передний пирамидный путь (функции такие же, как у латерального пирамидного пути).

2. Передний спинно-таламический путь (функции такие же, как у одноименного латерального пути)

3. Медиальный продольный пучок обеспечивает сочетанный поворот головы и глаз.

4. Крыше-спинномозговой путь отвечает за старт-рефлекс (настораживание, вздрагивание в ответ на внезапные зрительные, слуховые, тактильные раздражения).

5. Ретикулярно-спинномозговой путь (см. аналогичный путь в боковом канатике).

6. Вестибулярно-спинномозговой путь (см. аналогичный путь в боковом канатике).

Функции спинного мозга.

I. **Чувствительная** (сенсорная) – спинной мозг принимает первичную чувствительную информацию от рецепторов кожи, скелетных мышц и сухожилий

(**соматосенсорная функция**) и от рецепторов внутренних органов (**висцеросенсорная функция**); обрабатывает и передает большую часть сенсорной информации в головной мозг.

II. **Двигательная** (моторная).

1) в передних рогах спинного мозга находятся соматические моторные нейроны, иннервирующие скелетную мускулатуру (**соматомоторная функция**);

2) в боковых рогах спинного мозга находятся висцеральные моторные нейроны, иннервирующие (после переключения в вегетативных ганглиях) внутренние органы и кровеносные сосуды (**висцеромоторная функция**).

III. **Рефлекторная** функция.

Соматосенсорные волокна, входящие в спинной мозг, влияют (прямо или через вставочные нейроны) на двигательные нейроны, которые вызывают быстрые непроизвольные сокращения скелетных мышц – **спинальные рефлексы** (рефлекс на растяжение, сгибательный рефлекс отдергивания, или болевой рефлекс, перекрестный разгибательный рефлекс).

IV. **Проводниковая** функция.

Спинной мозг обеспечивает двусторонние связи с головным мозгом, через него проходят восходящие и нисходящие проводящие пути.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите внешнее строение спинного мозга. Где он располагается?
2. Что такое сегмент спинного мозга? Сколько сегментов в спинном мозге в целом и в каждом его отделе?
3. Назовите оболочки спинного мозга и пространства между ними. Какие функции выполняют оболочки? Чем заполнены пространства?
4. Опишите внутреннее строение спинного мозга. Где располагается полость спинного мозга, как она называется? Как называются части серого вещества? Какие структуры образует в спинном мозге белое вещество?
5. Сколько пластинок Рикседа выделяют в сером веществе спинного мозга? Сколько их в заднем роге, переднем роге, промежуточном веществе?
6. Какие ядра выделяют в сером веществе спинного мозга?
7. Какие функции выполняют нейроны заднего рога, переднего рога, промежуточного вещества?
8. Что такое собственные пучки спинного мозга? Какие функции они выполняют?
9. Где находится краевой тракт Лиссауэра? Что он собой представляет? Какие функции выполняет?

10. Назовите основные проводящие пути спинного мозга и их функции.
11. Назовите функции спинного мозга.

Головной мозг

Головной мозг (cerebrum, encephalon) включает следующие отделы.

1. Продолговатый мозг.
2. Мост.
3. Мозжечок.
4. Средний мозг.
5. Промежуточный мозг.
6. Конечный мозг.

Продолговатый мозг, мост и средний мозг вместе образуют **ствол головного мозга**. Мозжечок не относится к стволу головного мозга.

Продолговатый мозг имеет небольшие размеры: длина – 25-30 мм, наибольшая ширина – 20 мм, толщина – 15 мм. Масса – около 6 г (0,5% от общей массы мозга). Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга, границу между ними определяют по трем ориентирам – 1) по уровню большого затылочного отверстия, 2) по уровню выхода корешков первой пары спинномозговых нервов и 3) по перекресту пирамид. Передняя граница продолговатого мозга на вентральной поверхности проходит вдоль заднего края моста, на дорзальной поверхности границей между продолговатым мозгом и мостом служат мозговые полоски четвертого желудочка.

Продолговатый мозг имеет вентральную и дорзальную поверхности.

На вентральной поверхности располагаются:

- **передняя срединная щель**, являющаяся продолжением передней срединной щели спинного мозга;
- по бокам срединной щели располагаются **пирамиды,** которые состоят из толстых миелинизированных волокон пирамидного тракта, в нижних отделах продолговатого мозга 80% волокон переходят на противоположную сторону, образуют перекрест пирамид;
- **олива** – возвышение, напоминающее по форме оливку, внутри оливы находится ядро;
- между пирамидой и оливой проходит **передняя латеральная борозда** – место выхода подъязычного нерва (XII пары черепных нервов);
- позади оливы располагается **задняя латеральная борозда** – место выхода языкоглоточного, блуждающего и добавочного нервов (IX, X, XI пар черепных нервов).

Дорзальная поверхность продолговатого мозга имеет различное строение в верхней и нижней частях. Нижняя часть имеет форму трубки, на ней располагаются:

1. **задняя срединная борозда**, которая является продолжением одноименной борозды спинного мозга;
2. **тонкий и клиновидный пучки** – продолжаются из спинного мозга;
3. **бугорки тонкого и клиновидного ядер** – небольшие булавовидные возвышения на концах тонкого и клиновидного пучков, содержат одноименные ядра, на нейронах которых переключаются волокна тонкого и клиновидного пучков;
4. **задвижка** – тонкая пластинка, прикрывающая вход в центральный канал спинного мозга.
5. латеральнее клиновидного пучка (ниже уровня задвижки) располагается **тройничный бугорок**, соответствующий расположению спинномозгового ядра и спинномозгового тракта тройничного нерва.
6. спереди и латерально от бугорков тонкого и клиновидного ядер находится **веревчатое тело** – волокнистая структура, состоящая из проводящих путей, связывающих спинной и продолговатый мозг с мозжечком; в верхнем отделе продолговатого мозга к нему присоединяется **околоверевчатое тело**, состоящее из волокон, связывающих вестибулярные ядра с мозжечком; вместе они образуют **нижнюю мозжечковую ножку**.

Верхняя часть дорзальной поверхности продолговатого мозга составляет нижний треугольник **ромбовидной ямки**. По средней линии здесь проходит **срединная борозда,** сбоку от нее располагается **срединное возвышение**. В нижнем углу ромбовидной ямки видны два маленьких треугольника – **треугольник подъязычного нерва**, в котором находится ядро подъязычного нерва, и **треугольник блуждающего нерва**, в котором находится дорзальное ядро блуждающего нерва.

На поперечных разрезах продолговатого мозга выделяют три части:

- **крышу**, которая располагается над полостью четвертого желудочка (она образована нижним мозговым парусом и сосудистым сплетением);
- **покрышку**, которая располагается ниже дна четвертого желудочка;
- **основание** – вентральная часть продолговатого мозга (включает пирамиды и оливы).

Между покрышкой и основанием нет четкой анатомической границы.

Продолговатый мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество представлено ядрами, белое вещество – проводящими путями.

Группы ядер серого вещества

1. **Тонкое и клиновидное ядра**; на нейронах этих ядер переключаются

волокна тонкого и клиновидного пучков, аксоны нейронов тонкого и клиновидного ядер сначала направляются вниз и медиально, образуя внутренние дугообразные волокна, затем переходят на противоположную сторону, образуя чувствительный перекрест, затем поворачивают круто вверх и далее формируют компактный пучок волокон – **медиальную петлю**, которая проводит проприоцептивную, тонкую тактильную и вибрационную чувствительности в таламус.

2. **Ядра нижней оливы** соответствуют оливам на наружной поверхности; включают главное оливное ядро и два добавочных – медиальное и заднее. Главное оливное ядро имеет форму кармана с зубчатым контуром, верхне-медиальная часть ядра открыта – это его ворота; миелиновые волокна, окружающие ядро оливы, образуют оливный плащ. Ядра нижней оливы находятся в тесной структурной и функциональной связи с мозжечком, отвечают за равновесие тела, координацию движений, принимают участие в двигательном научении (олива регистрирует двигательные ошибки).

3. **Ядра ретикулярной формации** (в том числе **жизненно важные центры** – **дыхательный** и **сосудодвигательный**), при повреждении этих центров может произойти остановка сердца и дыхания.

4. **Ядра IX – XII пар черепных нервов** (языкоглоточного, блуждающего, добавочного и подъязычного), часть ядер VIII пары (преддверно-улитковый нерв), спинномозговое ядро V пары (тройничный нерв).

Белое вещество – через продолговатый мозг проходят все пути, связывающие спинной мозг с головным мозгом.

Восходящие пути:

1) **тонкий и клиновидный пучки** являются продолжением одноименных пучков спинного мозга, заканчиваются в продолговатом мозге на нейронах одноименных ядер;

2) **медиальная петля** образована аксонами нейронов тонкого и клиновидного ядер, формируется в продолговатом мозге;

3) **передний и задний спинно-мозжечковые пути**; являются продолжением одноименных пучков спинного мозга, через продолговатый мозг проходят транзитно;

4) **спинноталамические пути** в продолговатом мозге объединяются в один компактный пучок, который получает название **спинномозговой петли,** она проходит через продолговатый мозг транзитно.

Нисходящие пути:

1) **корково-спинномозговой путь** (пирамидный) – сознательный двигательный путь для мышц туловища и конечностей, через продолговатый мозг

проходит транзитно, на границе со спинным мозгом совершает перекрест и разделяется на два – передний и латеральный пирамидные пути, идущие в соответствующих кантиках спинного мозга;

2) **корково-ядерный путь** (пирамидный) – сознательный двигательный путь для мышц головы, идет от коры больших полушарий к нейронам двигательных ядер черепных нервов – языкоглоточного, блуждающего, добавочного и подъязычного;

3) **крыше-спинномозговой путь**; идет от крыши среднего мозга к двигательным нейронам передних рогов спинного мозга, отвечает за реализацию старт-рефлекса, через продолговатый путь проходит транзитно;

4) красноядерно-спинномозговой путь; дополняет пирамидный путь, через продолговатый мозг проходит транзитно;

5) **вестибулярно-спинномозговой путь**; начинается от вестибулярных ядер, расположенных в мосте и продолговатом мозге, заканчивается на нейронах передних рогов спинного мозга, контролирует тонус мышц и положение тела;

6) **оливо-спинномозговой путь** начинается от ядра нижней оливы, заканчивается на нейронах передних рогов спинного мозга, контролирует тонус мышц, равновесие тела;

7) **медиальный продольный пучок** обеспечивает сочетанный поворот головы и глаз, проходит транзитно;

8) **задний продольный пучок** соединяет ядра гипоталамуса с сегментарными центрами вегетативной нервной системы, расположенными в стволе мозга.

С продолговатым мозгом связаны четыре пары черепных нервов, их ядра располагаются в покрышке продолговатого мозга, корешки выходят на вентральной поверхности: подъязычный нерв (XII) пара – между пирамидой и оливой, добавочный нерв (XI пара), блуждающий нерв (X пара), языкоглоточный нерв (IX пара) – позади оливы.

Функции продолговатого мозга

1. **Чувствительные** функции

- Кожная чувствительность лица (спинномозговое ядро V пары черепных нервов).
- Первичный анализ вкусовой чувствительности (ядро одиночного пути – VII, IX и X пары черепных нервов).
- Первичный анализ слуховых и вестибулярных раздражений (ядра VIII пары черепных нервов).
- Переключение пути сознательной проприоцептивной чувствительности (ядра тонкого и клиновидного пучков), формирование медиальной петли.

2. **Двигательные** функции

• Иннервация мышц глотки, гортани, языка, шеи (двигательные ядра IX-XII пар черепных нервов).

3. **Проводниковые** функции

• Проходят все восходящие и нисходящие проводящие пути спинного мозга.

• Начинаются вестибулярно-спинномозговой, латеральный ретикулярно-спинномозговой и оливо-спинномозговой тракты, контролирующие тонус мышц, положение тела и координацию движений.

4. **Рефлекторные** функции

• Дыхательный и сосудодвигательный центры – рефлекторная регуляция дыхания и кровообращения.

• Защитные рефлексы (кашлевой, чихательный, рвотный и др. – ядра черепных нервов и ретикулярной формации).

• Рефлексы пищевого поведения (сосательный, глотательный – ядра черепных нервов и ретикулярной формации).

• Рефлексы поддержания позы и координации движений (вестибулярные ядра VIII пары черепных нервов, ядра оливы, ретикулярная формация, вестибулярно-спинномозговой, оливо-спинномозговой и ретикулярно-спинномозговой пути).

• Вегетативные рефлексы (сокращение гладких мышц желудка, тонкой и толстой кишок, желчного пузыря, регуляция работы сфинктеров, регуляция работы сердца, дыхания, просвета бронхов, секреции желез – вегетативные ядра черепных нервов).

Мост. Размеры моста: длина по средней линии – 2,5 см; ширина – 3 – 3,5 см; толщина – 2,5 см; масса – 16 -18 г. Мост имеет вентральную и дорзальную поверхности. На **вентральной поверхности** находятся следующие структуры:

✓ базилярная борозда проходит по средней линии, в ней располагается одноименная артерия;

✓ место выхода на основание мозга корешка отводящего нерва (VI пара) – между пирамидой продолговатого мозга и задним краем моста;

✓ место выхода на основание мозга корешка тройничного нерва (V пара) – на границе моста и средней мозжечковой ножки;

✓ средняя мозжечковая ножка состоит из волокон белого вещества, связывающих мост с мозжечком;

✓ мосто-мозжечковый угол – область, расположенная между мостом, продолговатым мозгом и мозжечком; здесь на основание мозга выходят корешки лицевого нерва (V пара) и преддверно-улиткового нерва (VIII пара);

✓ условная тройнично-лицевая линия, связывающая корешки тройничного и лицевого нервов, является границей между мостом и средней мозжечковой ножкой.

Дорзальная поверхность моста – это верхняя часть (верхний треугольник) ромбовидной ямки, сверху он ограничен верхними мозжечковыми ножками, снизу – мозговыми полосками четвертого желудочка. По средней линии здесь проходит срединная борозда, сбоку от нее находится срединное возвышение, в нижней части которого видно небольшое возвышение – **лицевой холмик** (в нем располагаются ядра отводящего и лицевого нервов). Выше и латеральнее лицевого холмика располагается **голубоватое место** – небольшая область, имеющая серо-голубую окраску, здесь находится **голубоватое ядро**, состоящее из пигментированных нейронов.

На поперечных разрезах моста выделяют:

1) **крышу**, которая образована верхним мозговым парусом;
2) **покрышку** – часть моста, расположенную ниже дна четвертого желудочка;
3) **основание** – вентральная часть моста.

Мост состоит из серого и белого вещества.

Группы ядер серого вещества:

1. **Ядра V – VIII пар черепных нервов;**
2. **Ядра ретикулярной формации** (регулируют цикл сон-бодрствование; в ретикулярной формации моста находится часть дыхательного центра);
3. **Слуховые ядра** (ядро верхней оливы, ядра трапециевидного тела, ядра латеральной петли – переключение слуховых путей);
4. **Собственные ядра моста** – переключение корково-мосто-мозжечкового пути, связывающего кору головного мозга с корой мозжечка.

Белое вещество моста состоит из проводящих путей, связывающих спинной мозг с головным и различные отделы головного мозга между собой.

Восходящие пути:

1) **медиальная петля** (проводит проприоцептивную, тонкую тактильную и вибрационную чувствительность в таламус) проходит через мост транзитно;
2) **тройничная петля** проводит все виды общей чувствительности (болевую, температурную, грубую и тонкую тактильную, проприоцептивную) от области головы в таламус;
3) **спинномозговая петля** (спинно-таламические пути) проводит грубую тактильную, болевую и температурную чувствительности от туловища и конечностей в таламус, проходит через мост транзитно.
4) **латеральная (слуховая) петля** проводит слуховую чувствительность,

соединяет слуховые ядра моста с подкорковыми центрами слуха, формируется в мосте;

5) **передний спинно-мозжечковый путь** проходит через мост транзитно (проводит проприоцептивную чувствительность в мозжечок).

Нисходящие пути:

1) **пирамидные пути**: корково-спинномозговой проходит через мост транзитно; корково-ядерный путь идет от коры больших полушарий к двигательным ядрам черепных нервов, часть его волокон заканчивается в мосте на двигательных ядрах тройничного, отводящего и лицевого нервов, часть следует дальше, в продолговатый мозг;

2) **корково-мосто-мозжечковые пути** соединяют кору головного мозга с мозжечком, переключаются на собственных ядрах моста;

3) **красноядерно-спинномозговой путь** дополняет пирамидный путь, проходит через мост транзитно;

4) **вестибулярно-спинномозговой путь** идет от вестибулярных ядер к нейронам передних рогов спинного мозга; через мост транзитно;

5) **ретикулярно-спинномозговой путь** (медиальный) идет от ретикулярной формации моста к нейронам передних рогов спинного мозга;

6) **крыше-спинномозговой путь** отвечает за реализацию старт-рефлекса, проходит через мост транзитно;

7) **медиальный продольный пучок** – обеспечивает сочетанный поворот головы и глаз, проходит через мост транзитно;

8) **задний продольный пучок** соединяет ядра гипоталамуса с вегетативными сегментарными центрами, часть его волокон заканчивается в мосте – на нейронах верхнего слюноотделительного ядра.

Функции моста:

1. **Чувствительные** функции

- Анализ кожной (тонкой тактильной) чувствительности лица (главное чувствительное ядро тройничного нерва).
- Первичный анализ, переключение и проведение слуховых раздражений (улитковые ядра VIII пары, ядра верхней оливы, трапециевидного тела, латеральной петли, трапециевидное тело, латеральная петля).
- Первичный анализ вестибулярных раздражений (вестибулярные ядра VIII пары черепных нервов).

2. **Двигательные** функции

- Двигательная иннервация жевательных мышц, мимических мышц, латеральной прямой мышцы глазного яблока (V, VII VI пары черепных нервов соответственно).

3. **Рефлекторные** функции

- в ретикулярной формации моста располагается часть дыхательного центра;
- рефлекторные движения глаз при изменении положения головы и активации вестибулярного аппарата;
- роговичный рефлекс (моргание при раздражении роговицы глазного яблока);
- вегетативные рефлексы (слезоотделения, слюноотделения).

4. **Проводниковые** функции

- через мост транзитно проходят все проводящие пути, связывающие спинной мозг с головным;
- формируется латеральная (слуховая) петля;
- переключается корково-мосто-мозжечковый путь.

Средний мозг имеет вентральную и дорзальную поверхности.

На **вентральной поверхности** расположены:

1) **ножки мозга**, имеющие вид толстых полуцилиндрических тяжей; ножки отходят от переднего края моста под углом 45° и погружаются в толщу полушарий большого мозга; с медиальной стороны от ножки мозга выходит **корешок глазодвигательного нерва** (III пара черепных нервов); с латеральной стороны виден **корешок блокового нерва** (здесь он появляется на основании мозга, а выходит на дорзальной поверхности среднего мозга);

2) **межножковая ямка** представляет собой углубление между ножками мозга;

3) **заднее продырявленное вещество** располагается на дне межножковой ямки, содержит многочисленные отверстия для прохождения кровеносных сосудов.

Дорзальную поверхность образует **пластинка крыши**, или **пластинка четверохолмия**, она представлена двумя верхними холмиками и двумя нижними холмиками; от верхнего холмика вверх и латерально идет ручка верхнего холмика, связывающая его с латеральным коленчатым телом промежуточного мозга; от нижнего холмика отходит ручка нижнего холмика, связывающая его с медиальным коленчатым телом промежуточного мозга. Сзади и снизу от нижних холмиков находится пластинка белого вещества треугольной формы – уздечка верхнего мозгового паруса. По бокам от уздечки выходят корешки блокового нерва (IV пара черепных нервов). Блоковый нерв – единственный черепной нерв, выходящий из мозга на его дорзальной поверхности, он огибает ножку мозга и появляется на основании мозга с ее латеральной стороны.

На поперечных разрезах среднего мозга видны следующие части:

- крыша среднего мозга (пластинка четверохолмия).
- ножка мозга
  - покрышка среднего мозга
  - основание ножки мозга.

Полостью среднего мозга является **водопровод мозга**, он соединяет четвертый желудочек мозга с третьим желудочком.

Средний мозг состоит из серого и белого вещества.

Серое вещество представлено следующими структурами:

1) **Серое вещество верхних холмиков** – нейроны серого вещества верхних холмиков расположены в виде 7 слоев, верхние три слоя получают информацию от сетчатки глаза через зрительный тракт и от зрительной коры, являются чувствительным подкорковым центром зрения. Глубокие слои получают информацию от всех чувствительных путей, проходящих через средний мозг, и являются интеграционным центром ствола головного мозга. От них начинается крыше-спинномозговой путь, реализующий старт рефлекс; нейроны глубоких слоев принимают участие в рефлекторных ориентировочных движениях глаз.

2) **Серое вещество нижних холмиков** имеет ядерную организацию, является подкорковым центром слуха.

3) **Центральное серое вещество** окружает водопровод мозга – это один из высших центров вегетативной нервной системы; контролирует (подавляет) проведение боли.

4) На уровне верхнего холмика в сером веществе водопровода располагается **комплекс ядер III пары черепных нервов**: 1) **ядро глазодвигательного нерва** (парное, соматическое, иннервирует 5 из 7 наружных мышц глазного яблока; 2) **добавочное ядро глазодвигательного нерва** (парное, вегетативное парасимпатическое, иннервирует две внутренние мышцы глазного яблока – мышцу, суживающую зрачок, и ресничную мышцу, отвечающую за изменение кривизны хрусталика); отвечает за зрачковый рефлекс (сужение зрачка в ответ на освещение глаза) и аккомодацию хрусталика; 3) **непарное срединное ядро** (соматическое, иннервирует медиальную прямую мышцу глазного яблока правой и левой стороны, отвечает за конвергенцию глазных яблок – схождение зрительных осей к переносице).

5) **Ядро IV пары черепных нервов** (блокового нерва) – парное соматическое, иннервирует верхнюю косую мышцу глазного яблока, располагается в сером веществе водопровода на уровне нижних холмиков.

6) **Среднемозговое ядро тройничного нерва** состоит из псевдоуниполярных

нейронов, отвечает за анализ проприоцептивной чувствительности жевательных мышц и периодонтальных связок. Возможно анализирует проприоцептивную чувствительность и от мимических мышц и мышц глазного яблока.

7) **Черное вещество** состоит из нейронов, содержащих пигмент, на нефиксированных препаратах имеет черный цвет, видно невооруженным глазом, состоит из компактной и сетчатой частей; является двигательным центром, отвечает за пластику движений.

8) **Красное ядро** состоит из нейронов, содержащих пигмент, в состав которого входит железо, в связи с этим, а также в результате обильного кровоснабжения на срезах имеет красный цвет, видно невооруженным глазом; является двигательным центром, дает начало красноядерно-спинномозговому пути. Красное ядро имеется только на уровне верхнего холмика, на уровне нижнего холмика видны мозжечково-красноядерные волокна, направляющиеся к нему.

9) **Ретикулярная формация** содержит центры, регулирующие содружественные движения глазных яблок – **интерстициальное ядро Кахаля** и **ядро Даркшевича,** от которых берет начало **медиальный продольный пучок**. В формировании медиального продольного пучка участвует также **ростральное интерстициальное ядро медиального продольного пучка** (расположено на границе среднего и промежуточного мозга). Ретикулярная формация среднего мозга принимает участие в регуляции цикла сон-бодрствование.

Белое вещество представлено проводящими путями. Основание ножки мозга содержит нисходящие проводящие пути.

1. **Корково-ядерный путь** направляется от коры больших полушарий к двигательным ядрам черепных нервов.

2. **Корково-спинномозговой путь** направляется от коры больших полушария к двигательным нейронам спинного мозга.

3. **Корково-мосто-мозжечковый путь** соединяет кору больших полушарий с корой мозжечка, переключается на собственных ядрах моста, состоит из нескольких пучков:

1) лобно-мостовые-волокна занимают самое медиальное положение в основании ножки мозга;

2) затылочно-мостовые волокна;

3) теменно-мостовые волокна;

4) височно-мостовые волокна.

Последние три пучка идут вместе, занимают самое латеральное положение в

основании ножки мозга.

Покрышка среднего мозга содержит как восходящие, так и нисходящие проводящие пути:

1. **Медиальная петля** – проводит проприоцептивную, тонкую тактильную и вибрационную чувствительность от туловища и конечностей.

2. **Спинномозговая петля** – проводит болевую, температурную, грубую тактильную чувствительность от туловища и конечностей.

3. **Тройничная петля** проводит все виды общей чувствительности от головы, начинается от чувствительных ядер тройничного нерва.

4. **Латеральная петля** – слуховая, выходит из трапециевидного тела моста, заканчивается в нижнем холмике пластинки четверохолмия и в медиальном коленчатом теле промежуточного мозга, часть волокон заканчивается в верхнем холмике.

5. **Красноядерно-спинномозговой путь** начинается от красного ядра, совершает **перекрест** в покрышке среднего мозга, направляется к двигательным нейронам спинного мозга.

6. **Крыше-спинномозговой путь** начинается от нейронов верхнего холмика пластинки четверохолмия, совершает **перекрест** в покрышке среднего мозга, направляется в спинной мозг, заканчивается на двигательных нейронах спинного мозга.

7. **Медиальный продольный пучок** обеспечивает содружественные движения глазных яблок и сочетанный поворот головы и глаз, начинается в среднем мозге.

8. **Задний продольный пучок** связывает ядра гипоталамуса с сегментарными вегетативными центрами ствола головного мозга.

Функции среднего мозга

1. В пластинке четверохолмия располагаются подкорковые центры зрения (верхние холмики) и слуха (нижние холмики).

2. Ядра III и IV пар черепных нервов иннервируют наружные и внутренние мышцы глазного яблока, отвечают за движения глаз, зрачковый рефлекс и аккомодацию хрусталика.

3. Среднемозговое ядро тройничного нерва отвечает за восприятие проприоцептивной чувствительности от жевательных мышц, участвует в акте жевания.

4. Красное ядро и черное вещество являются двигательными центрами.

5. В ретикулярной формации среднего мозга находятся центры, регулирующие движения глаз.

6. Серое вещество водопровода – один из высших центров вегетативной нервной

системы, контролирует проведение боли от внутренних органов.

7. Проводниковая функция – через средний мозг проходят все проводящие пути, связывающие спинной мозг с головным.

11. На уровне среднего мозга замыкается старт-рефлекс.

У человека 9% объема ствола головного мозга составляет **ретикулярная формация**. Ретикулярная формация – это комплекс анатомически и функционально связанных нейронов шейного отдела спинного мозга и ствола головного мозга, окруженных множеством волокон, идущих в разных направлениях и образующих сеть. Ретикулярную формацию рассматривают как филогенетически древнюю часть нервной системы, представляющую собой примитивную нервную сеть, на основе которой в процессе эволюции сформировались более организованные анатомически, более селективные функционально отделы центральной нервной системы. Ретикулярная формация состоит из рассеянных нейронов, ядер и волокон. Каждый нейрон получает входы от 1000 нейронов и соединяется с 10000 нейронов.

Особенности ядер ретикулярной формации:

1) глубокое расположение;
2) низкая плотность расположения нейронов;
3) высокий глиальный коэффициент;
4) отсутствие четких границ;
5) разнообразие ядер по выделяемым медиаторам: (группа А – дофаминергические и норадренергические; группа В – серотонинергические; группа С – адренергические; группа Ch – холинергические).

Особенности проводящих путей ретикулярной формации:

1) волокна расположены диффузно;
2) проводящие пути в ретикулярной формации трудно или невозможно выделить анатомически, но физиологически доказано, что они сложные полисинаптические;
3) способность проведения возбуждений в разных направлениях (восходящем и нисходящем);
4) как восходящие, так и нисходящие проводящие пути состоят из перекрещенных и не перекрещенных волокон;

В ретикулярной формации выделяют зоны:

1) срединную (парамедианную) зону;
2) медиальную (крупноклеточную) зону;
3) латеральную (мелкоклеточную) зону.

В ретикулярной формации помимо ядер выделяют также **функциональные центры** – это группы нейронов, выполняющие определенные функции, но не образующие анатомически определяемых ядер. Они могут быть представлены областями, включающими несколько ядер**.**

Функции ядер срединной зоны(или шва)

- подавляют проведение боли в задних рогах спинного мозга;
- регулируют активность симпатических и парасимпатических нейронов;
- усиливают двигательные ответы на болевые стимулы;
- регулируют цикл сон-бодрствование.

Функции ядер медиальной зоны

Ядра медиальной зоны образуют два ретикулоспинальных тракта:

- медиальный (от ретикулярной формации моста);
- латеральный (от ретикулярной формации продолговатого мозга).

Участвуют в поддержании позы, регуляции тонуса мышц.

Функции латеральной зоны

- Голубоватое ядро (бодрствование, концентрация внимания).
- Дыхательный центр – рефлекторная регуляция дыхания
- Сосудодвигательный центр (рефлекторная регуляция кровообращения)
- Генераторы запрограммированных движений (pattern generators)
  - Локомоторный генератор (ходьба) (средний мозг и мост)
  - Центры вертикальных (в среднем мозге) и горизонтальных (в мосте) движений глаз
  - Дыхательный ритм (в продолговатом мозге)
  - Центры мочеиспускания (в мосте)
  - Жевание (мост)
  - Центр глотания (в мосте и продолговатом мозге)
  - Центр тошноты и рвоты (в мосте и продолговатом мозге)
  - Кашлевой центр (в продолговатом мозге)

Функции ретикулярной формации в целом

- Восходящая ретикулярная активирующая система (повышает активность коры больших полушарий).
- Регуляция биологических ритмов, включая ритм сон-бодрствование.
- Сенсорный контроль (подавление боли).
- Моторный контроль (генераторы движений, поддержание позы).
- Контроль висцеральных функций (жизненно важные центры – дыхательный и

сосудодвигательный).

Мозжечок имеет ромбовидную форму с преобладанием поперечного размера, его ширина составляет в среднем 10 см, масса – около 135 г.

Анатомически мозжечок делится на непарную срединную часть – **червь,** и парные латеральные части – **полушария.**

Кроме этого, в мозжечке выделяют **три доли – переднюю, заднюю и клочково-узелковую**. Между передней и задней долями проходит **первичная щель**, между задней и клочково-узелковой долями проходит **заднелатеральная щель.**

Доли мозжечка состоят из более мелких долек. В черве выделяют десять долек, каждой дольке червя соответствуют парные дольки в полушариях. Каждая долька состоит из серии мелких извилин – листков мозжечка.

Кроме долей и долек в мозжечке выделяют продольно ориентированные зоны: медиальную (соответствует червю), промежуточную, латеральную (соответствует полушариям). Выделение зон важно для клиники, поскольку симптомы поражений мозжечка во многом зависят от того, какая зона вовлечена в патологический процесс.

Мозжечок состоит из серого и белого вещества. **Серое вещество** представлено **корой мозжечка** и **ядрами**, расположенными глубоко в толще белого вещества.

В коре мозжечка выделяют три слоя: 1) молекулярный слой, 2) слой грушевидных клеток, 3) гранулярный слой. Детально строение коры мозжечка изучается в курсе гистологии.

Ядра мозжечка:

1. **Зубчатое ядро** располагается в полушариях.
2. **Пробковидное ядро** располагается в промежуточной зоне.
3. **Шаровидное ядро** располагается в промежуточной зоне.
4. **Ядро шатра** располагается в толще червя.

Мозжечок имеет три пары ножек, состоящих из проводящих путей, связывающих мозжечок с другими отделами центральной нервной системы. **Нижние ножки** связывают мозжечок со спинным и продолговатым мозгом, **средние ножки** – с мостом мозга, **верхние ножки** – со средним мозгом. Мозжечок получает чувствительную информацию от проприоцецепторов мышц, от механорецепторов кожи, от вестибулярного аппарата, от двигательных центров ствола головного мозга от различных областей коры больших полушарий. Эта информация обрабатывается в коре мозжечка и передается ядрам мозжечка. От ядер мозжечка начинаются эфферентные пути, которые направляются в спинной мозг и различные центры головного мозга, имеющие отношение к регуляции движений.

Функции мозжечка:

1) Поддержание равновесия тела.
2) Обеспечивает координацию мышц при сложных движениях (например при

ходьбе).

3) Регулирует тонус мышц в покое и при движениях.

4) Двигательная адаптация (изменения двигательных программ при изменении условий движения; например, когда человек после ходьбы по ровной местности поднимается в гору или спускается с горы (или с лестницы).

5) Регуляция вегетативных функций.

Промежуточный мозг делят на два отдела – таламический мозг и гипоталамус. **Таламический мозг**, в свою очередь, делится на три отдела:

- **Таламус**, или зрительный бугор.
- **Эпиталамус**, или надталамическая область, которая включает эпифиз, поводки, спайку поводков, треугольники поводков.
- **Метаталамус**, или заталамическая область, которая включает медиальное коленчатое тело и латеральное коленчатое тело.

Гипоталамус включает три анатомических образования:

- Сосцевидные тела
- Серый бугор (+нейрогипофиз)
- Зрительный перекрест

Таламус имеет яйцевидную форму, передний конец его заострен и носит название **переднего бугорка**, задний конец расширен и носит название **подушки зрительного бугра**. Между правым и левым зрительными буграми находится межталамическое сращение.

Таламус является подкорковым центром всех видов чувствительности (за исключением обоняния), функциональными «воротами» в кору.

Таламус состоит из серого и белого вещества. **Белое вещество** представлено двумя **мозговыми пластинками – внутренней** (медиальной) и **наружной** (латеральной). Внутренняя пластинка имеет форму буквы «Y», она делит ядра серого вещества таламуса на три группы – медиальные, латеральные и передние. Наружная мозговая пластинка находится с латеральной стороны таламуса, снаружи от этой пластинки расположено ретикулярное ядро таламуса.

Классификация ядер таламуса

I. Специфические

1. Переключательные – получают информацию из одного конкретного источника и передают ее в специфические области коры.

a) Чувствительные

b) Двигательные

c) Лимбические

2. Ассоциативные – имеют входы из разных отделов мозга, связаны с ассоциативными областями коры.

II. Неспецифические – модулируют активность больших областей коры, не связаны с обработкой какой-то конкретной информации.

К **чувствительным переключательным ядрам** относятся:

– **латеральное и медиальное коленчатые тела**, они переключают зрительные и слуховые пути соответственно,

– **заднелатеральное вентральное ядро** (VPL) переключает общую чувствительность от туловища и конечностей, к нему подходят волокна медиальной и спинномозговой петель,

– **заднемедиальное вентральное ядро** (VPM) переключает все виды общей чувствительности от головы, к нему подходят волокна тройничной петли).

Чувствительные ядра передают информацию в первичную сенсорную кору.

К **двигательным ядрам** относятся:

– **вентральное переднее ядро** (VA), которое получает информацию от базальных ядер и передает ее в двигательные области коры,

– **вентральное латеральное ядро** (VL), которое получает информацию от мозжечка и передает ее в двигательные области коры.

К **лимбическим ядрам** относятся **передние ядра таламуса**, они получают информацию из сосцевидных тел гипоталамуса и направляют ее в кору поясной извилины, все эти центры входят в состав большого круга Пейпеца, который имеет отношение к формированию долговременной памяти.

Ассоциативные ядра имеют отношение к познавательной деятельности, мышлению, формированию суждений, эмоциональному настрою, формированию памяти.

Эпиталамус включает ряд структур (поводки, треугольники поводков, спайку поводков), которые относятся к лимбической системе, и эпифиз.

Эпифиз – железа внутренней секреции, продуцирует гормон мелатонин, основная функция которого – регуляция биологических ритмов (см также лекцию об эндокринных железах).

В отличие от таламуса, связанного с соматическими функциями, **гипоталамус** вовлечен в нейроэндокринную регуляцию и контроль вегетативных функций. Об эндокринной функции гипоталамуса уже говорилось в лекции об эндокринных железах.

Деление гипоталамуса:

- **Преоптическая область** – часть гипоталамуса, которая по положению и

развитию относится к конечному мозгу, располагается спереди от зрительного перекреста.

1. **Перивентрикулярная зона** – тонкий слой серого вещества на боковых стенках третьего желудочка (полости промежуточного мозга).
2. **Медиальная зона** содержит многочисленные ядра, подразделяется на три региона

   – **Супраоптический регион** соответствует зрительному перекресту
   – **Серобугорный регион** соответствует серому бугру
   – **Сосцевидный регион** соответствует сосцевидным телам.

3. **Латеральная зона** содержит ядра и волокна белого вещества.

В **преоптической области** располагаются **медиальное и латеральное преоптические ядра**. Медиальное ядро вырабатывает гонадотропин-рилизинг гормон, регулирует половое и пищевое поведение. Имеется половой диморфизм медиального ядра – у женщин в связи с циклическим характером секреции гормонов ядро меньше, чем у мужчин. Функция латерального ядра у человека неясна, возможно, оно участвует в регуляции движений.

Супраоптический регион медиальной зоны включает 4 ядра:

- **Паравентрикулярное ядро.**
- **Супраоптическое ядро.**

Оба ядра состоят из крупноклеточной и мелкоклеточной частей; нейроны крупноклеточной части вырабатывают антидиуретический гормон (АДГ) и окситоцин; нейроны мелкоклеточной части вырабатывают рилизинг-гормоны для передней доли гипофиза.

- **Супрахиазматическое ядро** регулирует суточные биоритмы.
- **Переднее гипоталамическое ядро** регулирует активность парасимпатической системы, температуру тела (отвечает за теплоотдачу).

Серобугорный регион медиальной зоны содержит 3 ядра:

- **Дорзомедиальное** – эмоциональное поведение, центр ярости; вырабатывает рилизинг-гормоны.
- **Вентромедиальное** – «центр сытости»; вырабатывает рилизинг-гормоны.
- **Дугообразное ядро** – вырабатывает рилизинг-гормоны.

Сосцевидный регион медиальной зоны

1. **Ядра сосцевидных тел** – центры лимбической системы.

Повреждение сосцевидных тел делает невозможным формирование памяти на новые события, часто нарушение функций сосцевидных ядер возникает при недостатке

тиамина (витамин В1) у алкоголиков.

2. **Заднее гипоталамическое ядро** – регулирует активность симпатической системы и температуру тела (отвечает за теплопродукцию).

Латеральная зона содержит пучки белого вещества, связывающие гипоталамус с другими отделами мозга, множество диффузно расположенных нейронов, которые вырабатывают рилизинг-гормоны, два ядра.

– **Латеральное гипоталамическое ядро** – «центр голода».

– **Серобугорные ядра** (рилизинг гормоны, регуляция двигательной активности).

Перивентрикулярная зона содержит диффузно расположенные нейроны, вырабатывающие рилизинг-гормоны.

В **субталамической области** находится **субталамическое ядро** (Люисово тело), которое регулирует сложные автоматические движения, функционально связано с базальными ядрами. Немного выше и медиальнее Люисова тела расположена **неопределенная зона** – центр, контролирующий потребление воды. Стимуляция его вызывает жажду и усиленное потребление жидкости; повреждение – отказ от воды, обезвоживание организма.

Функции гипоталамуса в целом:

- Регулирует гомеостаз – относительное постоянство внутренней среды (регистрирует отклонения физиологических показателей и приводит их в норму).
- Выживание (центры сытости и голода, жажды, оборонительное поведение).
- Контролирует активность вегетативной нервной системы и функции внутренних органов.
- Является высшим центром эндокринной системы.
- Входит в состав лимбической системы (эмоции, поведение, цикл сон-бодрствование, память).
- Обеспечивает развитие общего адаптационного синдрома (стресс-реакции) при действии на организм стрессовых факторов.

При повреждении гипоталамуса наблюдаются вегетативные и эндокринные дисфункции, эмоциональные расстройства, нарушения поведения.

Конечный, или большой мозг состоит из двух полушарий – правого и левого, разделенных продольной щелью. В каждом полушарии большого мозга выделяют 5 долей: лобную, теменную, височную, затылочную, островок. Доли делятся на извилины и дольки. Доли, дольки и извилины отделены бороздами.

Лобная доля отделена от теменной доли центральной бороздой. В лобной доле

располагаются: предцентральная борозда, верхняя лобная борозда, нижняя лобная борозда, предцентральная извилина, верхняя, средняя, нижняя лобные извилины.

Височная доля отделена от лобной и теменной долей латеральной бороздой. В височной доле располагаются: верхняя и нижняя височные борозды, верхняя, средняя, нижняя височные извилины.

В **теменной доле** располагаются: постцентральная и внутритеменная борозды, постцентральная извилина, верхняя и нижняя теменная дольки.

На медиальной поверхности полушария располагаются: борозда мозолистого тела, поясная борозда, борозда гиппокампа, коллатеральная борозда, теменно-затылочная борозда, шпорная борозда; извилины: поясная, парагиппокампальная. В полости полушария располагается гиппокамп.

Полушария состоят из серого и белого вещества. **Серое вещество** представлено **базальными ядрами** и **корой.**

К **базальным ядрам** относятся:

- хвостатое ядро,
- чечевицеобразное ядро,
- обонятельный бугорок,
- прилежащее ядро,
- ядро Мейнерта,
- миндалевидное тело,
- ограда.

Классификация базальных ядер

(по топографии, по отношению к передней белой спайке)

1. Дорзальные базальные ядра – расположены дорзальнее передней белой спайки
    a. Хвостатое ядро
    b. Чечевицеобразное ядро
2. Вентральные базальные ядра – расположены вентральнее передней белой спайки
    a. Прилежащее ядро
    b. Обонятельный бугорок
    c. Базальное ядро Мейнерта
    d. Миндалевидное тело

Хвостатое ядро состоит из головки, тела и хвоста. **Чечевицеобразное ядро** состоит из скорлупы и бледного шара. Хвостатое и чечевицеобразное ядра вместе образуют **полосатое тело.**

Полосатое тело делится на:

1) неостриатум, или просто стриатум (хвостатое ядро+скорлупа);

2) палеостриатум, или паллидум (бледный шар).

С полосатым телом тесно связаны **черное вещество** (средний мозг) и **субталамическое ядро** (промежуточный мозг).

При поражении любых базальных ядер наблюдаются двигательные и эмоциональные расстройства, нарушаются познавательные функции, адекватное восприятие окружающего мира, процессы мышления.

При поражении **дорзальных базальных ядер** на первый план выходят двигательные нарушения, поэтому их называют **«двигательными» базальными ядрами.** Нарушается тонус мышц: повышается или понижается. Движения могут усиливаться (гиперкинезии) или редуцироваться (гипокинезии). Позднее присоединяются эмоциональные и психические расстройства.

Основные функции «двигательных» базальных ядер:

- Регуляция произвольных движений.
- Координация стереотипных, автоматических движений.
- Регуляция мышечного тонуса.
- Двигательные проявления эмоций.

При поражении **вентральных базальных ядер** на первый план выходят эмоциональные и умственные расстройства, поэтому их называют **«лимбическими» базальными ядрами.**

«Лимбические» базальные ядра функционируют как естественные центры «вознаграждения», удовольствия, получаемого от приема пищи, прослушивания музыки, осуществления желаний (обонятельный бугорок, прилежащее ядро, ядро Мейнерта). Миндалевидное тело функционирует как центр «наказания», негативных эмоций, страха, агрессии. С поражением этих центров связывают развитие зависимостей (алкоголизма, наркомании), двигательные и психические расстройства.

Кора больших полушарий – это тонкий слой серого вещества на поверхности полушарий конечного мозга. Толщина коры – 1,5 – 4,5 мм, площадь коры ≈ 2200 см², объем коры ≈ 600 см³. Количество нейронов в коре ≈ 10^{10} + глиальные клетки, количество которых пока точно неизвестно. Нейроны, глиальные клетки, миелиновые волокна в коре располагаются в виде слоев. Кора прошла сложный путь эволюционного развития, в зависимости от филогенетического возраста в ней выделяют древнюю, старую и новую кору. **Новая кора** у человека занимает около 96% всей коры, состоит из 6 слоев, которые детально изучаются в курсе гистологии.

I – молекулярный слой.

II – наружный зернистый слой.

III – наружный пирамидный слой.

IV – внутренний зернистый слой – главный чувствительный слой коры.

V – внутренний пирамидный слой – главный двигательный слой коры.

VI – полиморфный слой.

Кору полушарий делят на **4 функциональные категории:**

1. Первичная моторная кора.
2. Первичная сенсорная кора.
3. Унимодальная ассоциативная кора.
4. Полимодальная ассоциативная.

Первичная моторная кора располагается в лобной доле, в передней центральной извилине. Функция: контроль произвольных движений

Первичная сенсорная кора осуществляет первичный анализ одного вида (одной модальности) чувствительности, получает информацию от чувствительных переключательных ядер таламуса (за исключением обонятельной).

- ***Первичная соматосенсорная кора*** располагается в задней центральной извилине в теменной доле. Существует соматотопическая проекция – сенсорный гомункулус (маленький человечек), это означает, что чувствительная информация от определенных частей тела приходит в строго определенные области коры, представительство каждой части тела в коре зависит от количества рецепторов в ней.
- ***Первичная зрительная кора*** находится в затылочной доле (кора вокруг шпорной борозды).
- ***Первичная слуховая кора*** – височная доля, верхняя височная извилина.
- ***Первичная вкусовая кора*** (задняя центральная извилина в теменной доле, островок).
- ***Первичная обонятельная кора*** на внутренней поверхности височной доли.

Унимодальная ассоциативная кора обрабатывает информацию одной модальности на более высоком уровне. Получает информацию из первичной сенсорной коры (соответствующей модальности).

Двигательная ассоциативная кора (лобная доля) отвечает за планирование произвольных движений.

Соматосенсорная ассоциативная кора (верхняя теменная долька) – узнавание предметов на ощупь (стереогноз), ощущение своего тела.

Зрительная ассоциативная кора (затылочная и височная доли) – целостное (зрительное) восприятие окружающего мира (зрительная память, узнавание лиц, мест и

т.д.).

Слуховая ассоциативная кора – узнавание услышанного, например: мелодии.

При поражении унимодальной ассоциативной коры развиваются следующие расстройства:

- **Апраксия** (ассоциативная моторная и соматосенсорная кора) – неспособность совершать сложные целенаправленные движения, выработанные практикой.
- **Агнозии** (неспособность интерпретировать чувствительную информацию): (зрительная, в том числе цветовая, слуховая, тактильная, вкусовая, обонятельная)

Мультимодальная ассоциативная кора получает и обрабатывает информацию нескольких различных модальностей и создает комплексное представление об окружающем мире, ощущение пространства. Отвечает за возможность общения с помощью речи, долговременное планирование поведения (жизни) на основе имеющегося опыта, творчества и другие проявления высшей нервной деятельности.

Центры речи односторонние, располагаются в доминирующем полушарии.

- Центр артикуляции речи (двигательный) (Брока) – нижняя лобная извилина.
- Центр графии (письма) – средняя лобная извилина.
- Центр Вернике – слуховое восприятие (понимание) устной речи и зрительное восприятие письменной речи (чтение) – задняя часть верхней височной извилины, нижняя теменная долька.

При поражении центров речи возникают расстройства, которые называют афазиями.

- Афазия Брока – поражение двигательного центра устной речи
  - Неспособность к беглой речи (телеграфная речь).
- Афазия Вернике – поражение чувствительных центров речи (устной и письменной)
  - Непонимание устной речи
  - Неспособность к чтению (алексия)
  - Аграфия (неспособность ясно излагать свои мысли письменно)
  - Акалькулия (неспособность к счету)
  - Словоохотливость, искаженная речь, («словесный салат»).

Мультимодальная ассоциативная кора в теменной доле **недоминирующего полушария** отвечает за ориентацию в пространстве.

Мультимодальная ассоциативная кора в полюсе лобной доли отвечает за концентрацию внимания, абстрактное мышление, сознание, познавательную

деятельность, контроль над психоэмоциональным состоянием, социальную ответственность, ценностные ориентации («структура личности»).

Лимбическая система – функциональное объединение структур конечного и промежуточного мозга, ответственных за эмоционально-мотивационное поведение, память, обучение, регуляцию цикла сон-бодрствование, регуляцию вегетативных и эндокринных функций, социальные взаимоотношения.

Белое вещество конечного мозга включает три категории волокон:

1. **Ассоциативные волокна** соединяют различные участки коры в одном полушарии.
2. **Комиссуральные волокна** соединяют кору правого и левого полушарий.
3. **Проекционные волокна** соединяют кору с нижележащими отделами мозга.

Среди них выделяют афферентные (восходящие, чувствительные) проводящие пути и эфферентные (нисходящие, двигательные) проводящие пути. Афферентные проводящие пути также делят на пути общей чувствительности (экстероцептивной, проприоцептивной, интероцептивной) и пути специальной чувствительности (зрительной, слуховой, вестибулярной, обонятельной, вкусовой). Эфферентные проводящие пути представлены пирамидными путями – корково-спинномозговым и корково-ядерным. В полушариях проекционные волокна образуют компактный пучок – внутреннюю капсулу, которая на горизонтальных срезах имеет форму буквы «V», ограничена головкой хвостатого ядра, таламусом и чечевицеобразным ядром, состоит из трех частей – передней ножки, колена и задней ножки.

Оболочки головного мозга

Головной мозг покрыт тремя оболочками – твердой, паутинной и мягкой. Оболочки защищают головной мозг, образуют поддерживающий каркас для артерий, вен и синусов. Между паутинной и мягкой мозговыми оболочками находится подпаутинное пространство, заполненное спинномозговой жидкостью.

Желудочки мозга

Полостью **спинного мозга** является **центральный канал.**

Продолговатый мозг, мост и **мозжечок** имеют общую полость – **четвертый желудочек**. Дном его является ромбовидная ямка, крышу образуют, мозжечок, верхний мозговой парус и нижний мозговой парус. Четвертый желудочек содержит сосудистое сплетение, продуцирующее спинномозговую жидкость. Внизу сообщается центральным каналом спинного мозга.

Полостью **среднего мозга** является **водопровод мозга**. Он соединяет четвертый желудочек с третьим желудочком, заполнен спинномозговой жидкостью, но сосудистого

сплетения не содержит.

Третий желудочек является полостью **промежуточного мозга**. Заполнен спинномозговой жидкостью, содержит сосудистое сплетение. Посредством парного межжелудочкового отверстия сообщается с двумя **боковыми желудочками**, которые являются полостями **полушарий большого мозга**. Левый боковой желудочек – первый, правый – второй. Боковые желудочки имеют сложную форму, каждый состоит из центральной части (соответствует теменной доле), переднего рога (соответствует лобной доле), заднего рога (соответствует затылочной доле), нижнего рога (соответствует височной доле).

Желудочки заполнены **спинномозговой жидкостью**, которая образуется в сосудистых сплетениях. Спинномозговая жидкость является не только механическим защитным приспособлением для мозга, но и специальной внутренней средой, обеспечивающей его оптимальное функционирование.

Все желудочки мозга сообщаются между собой. Четвертый желудочек сообщается также с подпаутинным пространством посредством трех отверстий, расположенных в нижней части его крыши. Отток жидкости из подпаутинного пространства происходит путем фильтрации через выросты паутинной оболочки (Пахионовы грануляции) в венозные синусы твердой мозговой оболочки. Часть жидкости оттекает в лимфатическую систему через перинервальные пространства черепных и спинномозговых нервов.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите отделы головного мозга в правильном порядке. Покажите их на сагиттальном разрезе головного мозга?
2. Какие отделы головного мозга образуют ствол?
3. Опишите внешнее строение продолговатого мозга. Назовите ядра серого вещества и проводящие пути продолговатого мозга. Какие функции выполняет продолговатый мозг?
4. Опишите внешнее строение моста мозга. Назовите ядра серого вещества и проводящие пути. Какие функции выполняет мост мозга?
5. Опишите внешнее строение среднего мозга. Назовите ядра серого вещества, расположенные на уровне верхнего холмика и нижнего холмика. Назовите проводящие пути, проходящие через средний мозг. Назовите функции среднего мозга.
6. Дайте определение ретикулярной формации ствола головного мозга. Назовите структурные особенности ретикулярной формации. Назовите функции ретикулярной формации.
7. Опишите внешнее строение мозжечка. Сколько долей, долек, зон выделяют в

мозжечке.

8. Назовите ядра серого вещества мозжечка. Сколько слоев нейронов в коре мозжечка?

9. Назовите основные функции мозжечка.

10. Из каких отделов состоит промежуточный мозг?

11. Назовите функции таламуса. Опишите его внешнее строение. Опишите топографию ядер и белого вещества таламуса. Приведите функциональную классификацию ядер.

12. Какие анатомические структуры мозга относятся к гипоталамусу? Покажите их на препарате. Какие зоны и области выделяют в гипоталамусе?

13. Назовите ядра гипоталамуса и их функции.

14. Назовите функции гипоталамуса в целом.

15. Опишите внешнее строение полушарий конечного мозга. Сколько долей выделяют в каждом полушарии.

16. Назовите борозды и извилины на поверхности полушарий.

17. Где располагаются базальные ядра? Перечислите их. Приведите классификацию базальных ядер. Назовите их функции.

18. Назовите слои новой коры полушарий большого мозга. Назовите функциональные категории коры.

19. Где располагается первичная двигательная кора?

20. Где располагается первичная соматосенсорная кора?

21. Где располагается первичная зрительная кора?

22. Где располагается первичная обонятельная кора?

23. Где располагается первичная слуховая кора?

24. Где располагаются речевые центры?

25. Какие функции выполняет кора полюса лобных долей?

26. Дайте определение лимбической системы. Назовите ее основные функции.

27. Назовите три группы волокон белого вещества в конечном мозге.

28. Назовите оболочки головного мозга, пространства между ними.

29. Назовите желудочки мозга. Чем они заполнены.

30. Где образуется спинномозговая жидкость, как она циркулирует, куда оттекает, какие функции выполняет?

Органы чувств и сенсорные системы

Сенсорная (чувствительная) система представляет собой сложный нервный механизм, обеспечивающий восприятие сенсорных стимулов; состоит из **трех основных звеньев: рецепторов, проводникового аппарата** и **нервных центров.**

Обонятельная система

Обонятельные рецепторы расположены в обонятельной области слизистой оболочки носа, которая занимает площадь около 1-2 см² в пределах верхнего носового хода. Чувствительные (рецепторные) нейроны – биполярные нейроны. Периферические отростки их имеют булавовидные утолщения, выступающие над поверхностью слизистой оболочки. От булавовидных утолщений отходят 10-30 ресничек, содержащих обонятельные рецепторы. Центральные отростки биполярных нейронов собираются в пучки по 15-20 волокон (обонятельные нити), которые через отверстия решетчатой пластинки решетчатой кости проникают в полость черепа и идут к обонятельной луковице.

Проводящий путь. В обонятельной луковице лежат тела вторых нейронов, их аксоны образуют обонятельный тракт, который в области обонятельного треугольника разделяются на две полоски:

1. Медиальная обонятельная полоска направляется через переднюю белую спайку к обонятельной луковице противоположной стороны.
2. Латеральная обонятельная полоска направляется непосредственно в обонятельную кору.

Корковые центры. Первичная обонятельная кора филогенетически наиболее древняя, состоит из 3-5 слоев. Располагается на медиальной поверхности височной доли. Уникальной особенностью обонятельной системы является то, что нервные импульсы поступают непосредственно в кору. В других сенсорных системах информация достигает коры только после переключения в таламусе.

Первичная обонятельная кора дает проекции в новую кору лобной доли и островка. Представительство в новой коре важно для различения и идентификации запахов, повреждения неокортикальных участков коры сопровождается нарушением этой способности. Обонятельная кора дает проекции в корковые и подкорковые центры лимбической системы.

1. В латеральную гипоталамическую зону (в ней расположен центр голода) – важно для пищевого поведения.
2. В гиппокамп, сосцевидные тела, передние ядра таламуса (компоненты большого круга Пейпеца) – центры, связанные с формированием памяти и обучения.

Слуховая и вестибулярная системы

Слуховая система обеспечивает восприятие звуковых раздражений, проведение нервных импульсов до слуховых нервных центров, анализ и интеграцию поступившей информации. Слух позволяет получать и анализировать звуковые сигналы из внешней среды, определять направление звука, его тембр и силу. Слуховая система создает возможность общения людей с помощью речи. Благодаря слуховой памяти мы можем определять принадлежность звука определенному человеку или предмету.

Вестибулярная система обеспечивает восприятие вестибулярных раздражений (изменение положения головы и тела в пространстве, линейные и угловые ускорения), проведение импульсов к нервным центрам, анализ и интеграцию полученной информации.

Периферические части слуховой и вестибулярной систем располагаются в одном месте – органе слуха и равновесия, они имеют общее происхождение и развитие.

Орган слуха состоит из трех отделов: наружного уха, среднего уха и внутреннего уха. **Наружное ухо** представлено **ушной раковиной** и **наружным слуховым проходом.** Ушная раковина состоит из эластического хряща, снаружи покрыта кожей. Она имеет сложный рельеф, но в целом напоминает воронку, которая улавливает звуковые волны и направляет их в наружный слуховой проход. Наружный слуховой проход имеет форму S-образно изогнутой трубки длиной около2,5 см, стенка его состоит частично из хряща, частично из костной ткани. Изнутри наружный слуховой проход покрыт кожей. На внутреннем конце наружного слухового прохода располагается **барабанная перепонка,** она отделяет его от среднего уха. Барабанная перепонка представляет собой фиброзную пластинку овальной формы, которая как в рамку вставлена в наружное слуховое отверстие височной кости. Снаружи она покрыта кожей, изнутри – слизистой оболочкой.

Среднее ухо состоит из **барабанной полости** и **слуховой трубы**. Барабанная полость расположена в пирамиде височной кости. Она содержит цепь мелких слуховых косточек – **молоточек**, **наковальню** и **стремечко**, которые соединены суставами, поэтому обладают подвижностью; они передают звуковые колебания от барабанной перепонки к внутреннему уху – лабиринту. Слуховая труба соединяет барабанную полость с носоглоткой, благодаря чему давление в барабанной полости уравновешивается с атмосферным давлением, это необходимо для свободного движения слуховых косточек.

Внутреннее ухо располагается в толще пирамиды височной кости и называется **лабиринтом**. Различают костный и перепончатый лабиринты. **Костный лабиринт** состоит из трех частей – улитки, преддверия и полукружных каналов. **Перепончатый лабиринт** в целом повторяет форму костного лабиринта и располагается внутри него.

Перепончатый лабиринт заполнен прозрачной жидкостью эндолимфой, в нем находятся рецепторы слуха, равновесия и гравитации. Между стенками костного и перепончатого лабиринтов есть небольшое пространство, которое также заполнено жидкостью – перилимфой.

К **слуховой системе** относится **улитковая часть лабиринта**. Улитка представляет собой костный каналец, который закручен на два с половиной оборота вокруг костного стержня – веретена улитки. Внутри канальца улитки располагается перепончатый улитковый проток. От веретена в полость улиткового канальца отходит костная спиральная пластинка, к которой прикрепляется перепончатый лабиринт, вместе они делят пространство улиткового канальца на две лестницы – барабанную лестницу и лестницу преддверия, обе лестницы заполнены перилимфой, обе сообщаются со средним ухом через круглое и овальное окна соответственно. Круглое окно затянуто подвижной вторичной барабанной перепонкой, которая может выпячиваться в барабанную полость и втягиваться назад. В овальное отверстие вставлено основание одной из слуховых косточек – стремечка. Через овальное окно происходит передача звуковой волны от среднего уха к внутреннему уху.

Улитковый проток на поперечном сечении имеет треугольную форму. Одна из его стенок срастается со стенкой костного лабиринта. Другая стенка называется мембраной преддверия и отделяет улитковый проток от лестницы преддверия. Третья стенка – спиральная мембрана – является продолжением костной спиральной пластинки. На этой стенке располагается рецепторный аппарат, воспринимающий звук, – спиральный (или по автору – Кортиев) орган. Он состоит из базилярной пластинки, образованной множеством фиброзных волокон, натянутых как струны; на базилярной пластинке расположены рецепторные волосковые клетки, над ними – желеобразная покровная мембрана. Звуковая волна вызывает колебания барабанной перепонки, слуховых косточек, перилимфы и эндолимфы, при этом покровная мембрана раздражает рецепторные волосковые клетки, в результате энергия механического раздражения преобразуется в нервные импульсы, которые проводятся по волокнам улиткового нерва. (Более детально строение Кортиева органа изучают в курсе гистологии).

Таким образом, **рецепторы слуховой системы** – волосковые клетки Кортиева органа, находятся в улитке.

Проводящий путь: первыми нейронами проводящего пути являются **биполярные нейроны спирального ганглия**, расположенного в веретене улитки. Периферические отростки их идут к рецепторам, центральные отростки образуют слуховую часть преддверно-улиткового нерва (VIII пара). Волокна преддверно-улиткового нерва

заканчиваются на нейронах **дорзального** и **вентрального улитковых ядер** моста. Далее слуховая информация проводится по параллельным путям, которые на выходе из моста образуют компактный пучок волокон – **латеральную петлю**, она направляется далее в подкорковый центр слуха – нижний холмик пластинки четверохолмия. По ходу латеральной петли располагаются скопления нейронов – **ядра латеральной петли,** которые служат дополнительными переключательными станциями для слуховых волокон.

Различают два основных пути проведения слуха – моноауральный и бинауральный.

Моноауральный путь связывает каждое ухо в отдельности с корой противоположного полушария, он начинается преимущественно от дорзального улиткового ядра, волокна переходят на противоположную сторону, образуя в покрышке моста **дорзальные улитковые полоски,** они присоединяются к латеральной петле и в ее составе направляются в нижний холмик пластинки четверохолмия. Часть волокон переключается на ядрах латеральной петли.

Бинауральный путь (связывает оба уха с корой каждого полушария) начинается главным образом от вентрального улиткового ядра. Волокна направляются к **ядру верхней оливы** своей и противоположной стороны. Волокна, переходящие на противоположную сторону, образуют **трапециевидное тело**. Волокна от ядер верхней оливы идут далее в составе латеральной петли своей и противоположной стороны. Ядро верхней оливы является первым переключательным центром, получающим информацию от обоих ушей. Главная функция его заключается в определении места положения источника звука. Например: если источник звука находится слева, то слуховой сигнал, переключившись на ядре верхней оливы левой стороны, достигнет коры левого полушария на несколько миллисекунд раньше, чем сигнал, переключившийся на ядре оливы правой стороны, достигнет коры правого полушария. Кроме этого, волокна, идущие к ядру верхней оливы противоположной стороны, дополнительно переключаются на одном из **ядер трапециевидного тела**, нейроны которого начинают подавлять активность нейронов ядра верхней оливы, поэтому сигнал в кору полушария, расположенного с противоположной стороны от источника звука, поступит ослабленным. Таким образом, определение места положения источника звука основано на **разнице во времени поступления сигнала и в его силе.**

Подкорковые центры слуха: 1) нижние холмики пластинки четверохолмия; 2) медиальные коленчатые тела.

Корковые центры слуха:

1) первичная слуховая кора располагается в верхней височной извилине;

2) ассоциативная слуховая кора окружает область первичной слуховой коры; в

заднем отделе верхней височной извилины находится слуховой центр речи (центр Вернике).

Рецепторы вестибулярного анализатора располагаются во внутреннем ухе – в преддверии (**отолитовый аппарат**) и полукружных каналах (**ампулярные гребешки**) лабиринта. Отолитовый аппарат представлен чувствительными волосковыми клетками, над которыми располагается желеобразная покровная мембрана с включениями кристаллов карбоната кальция (отолитов; otos – ушной, litos -камень). Отолитовый аппарат – это рецепторы гравитации, он воспринимает раздражения, связанные с изменением положения тела в пространстве, и вертикальные ускорения (при ходьбе, беге, прыжках, свободном падении).

В ампулярных гребешках над волосковыми клетками располагается желеобразный купол. Адекватным раздражителем для ампулярных гребешков являются линейные и угловые ускорения.

Проводящий путь:

1) биполярные нейроны вестибулярного ганглия (расположен во внутреннем слуховом проходе височной кости); периферические отростки их идут к рецепторам, центральные отростки образуют вестибулярную часть преддверно-улиткового нерва (VIII пара);

2) нейроны вестибулярных ядер моста и продолговатого мозга;

3) аксоны нейронов вестибулярных ядер образуют вестибулярно-таламический путь, который направляется к ядрам таламуса.

Подкорковые центры: 1) ядра таламуса (VPL)

Корковые центры:

1) в глубине центральной борозды рядом с моторной корой;

2) в глубине внутритеменной борозды (непосредственно сзади от проекции кисти и рта в постцентральной извилине). Эта область коры получает также проприоцептивные и зрительные импульсы, отвечает за восприятие (ощущение) движения и пространственную ориентацию.

Зрительная система

Зрительная система обеспечивает восприятие света, цвета и ощущение пространства; состоит из органа зрения, проводящего зрительного пути и центров зрения. Орган зрения включает в себя глаз (глазное яблоко) и вспомогательный аппарат глаза.

Глазное яблоко состоит из трех оболочек и внутреннего ядра глаза.

Оболочки глазного яблока:

I. **Фиброзная оболочка** состоит из двух частей – склеры и роговицы

а) **склера** – плотная фиброзная оболочка белого цвета, выполняет защитную и формообразующую функцию;

б) **роговица** – имеет форму часового стекла, располагается на передней поверхности глазного яблока, совершенно прозрачная, бессосудистая; проводит и преломляет свет.

II. **Сосудистая оболочка** состоит из трех отделов:

а) **собственно сосудистая оболочка** занимает большую заднюю часть сосудистой оболочки, содержит кровеносные сосуды, снабжающие кровью склеру и сетчатку;

б) **ресничное тело** расположено в виде кольца на границе роговицы и склеры, состоит из ресничных отростков, продуцирующих водянистую влагу, и ресничной мышцы, обеспечивающей аккомодацию (изменение кривизны) хрусталика;

в) **радужка** – самая передняя часть сосудистой оболочки; представляет собой диск с отверстием – зрачком – в центре; в толще радужки располагаются две гладкие мышцы – мышца, суживающая зрачок, и мышца, расширяющая зрачок. Эпителий, покрывающий заднюю поверхность радужки, содержит пигмент меланин, от количества которого зависит цвет глаз; радужка играет роль диафрагмы, регулирующей поток света на сетчатку.

III. **Внутренняя оболочка – сетчатка**, состоит из двух слоев – наружного пигментного и внутреннего нервного; в нервном слое различают две части;

а) **зрительную часть**, содержащую светочувствительные клетки – палочки и колбочки; она занимает задний сегмент глазного яблока, соответствует расположению собственно сосудистой оболочки;

б) **слепую часть**, которая не содержит светочувствительных клеток, топографически соответствует ресничному телу и радужке сосудистой оболочки; границей между слепой и зрительной частями является зубчатый край, расположенный между ресничным телом и собственно сосудистой оболочкой.

Внутреннее ядро глаза представлено следующими структурами.

1. **Водянистая влага**, жидкость, которую продуцируют отростки ресничного тела, располагается в двух камерах – передней и задней:
   - Передняя камера глазного яблока находится между роговицей и радужкой;
   - Задняя камера глазного яблока находится между радужкой и хрусталиком;

   Передняя и задняя камеры сообщаются между собой через зрачок.
2. **Хрусталик** имеет вид совершенно прозрачной двояковыпуклой линзы, расположенной между радужкой и стекловидным телом.
3. **Стекловидное тело** представляет собой бесструктурное студенистое вещество, заключенное в тонкую капсулу, заполняющее заднюю часть глазного яблока и

поддерживающее его шаровидную форму.

Водянистая влага, хрусталик и стекловидное тело в норме совершенно прозрачны, способны проводить и преломлять свет.

Рецепторы зрительной системы находятся в зрительной части сетчатки глаза, представлены **светочувствительными клетками – палочками и колбочками.**

Проводящий путь – биполярные и ганглиозные нейроны, также находящиеся в сетчатке. Биполярные клетки передают нервные импульсы от палочек и колбочек ганглиозным клеткам. Аксоны ганглиозных клеток образуют ствол зрительного нерва, который выходит из глазного яблока в области его заднего полюса, проходит из глазницы в полость черепа через зрительный канал, часть волокон зрительных нервов (от медиальных отделов сетчатки) совершает перекрест, не перекрещенные волокна (от латеральных отделов сетчатки) направляются в зрительный тракт своей стороны. После перекреста проводящий зрительный путь называется зрительным трактом. Зрительные тракты заканчиваются в **подкорковых центрах зрения**: 1) верхних холмиках пластинки четверохолмия среднего мозга, 2) латеральных коленчатых телах (метаталамус).

Корковые центры: 1) первичная зрительная кора расположена по краям шпорной борозды на медиальной поверхности затылочной доли. 2) ассоциативная зрительная кора (центр зрительной памяти, узнавание) располагается в затылочной доле и задней части височной доли.

Соматосенсорная система

Соматосенсорная система (лат. *soma* – тело, *sensus* – чувство) обеспечивает восприятие, проведение и анализ неспецифической (болевой, температурной, тактильной и проприоцептивной) чувствительности от тела.

Особенности соматосенсорной системы:

- рецепторы распределены по всему телу, в других системах – расположены в специализированных органах чувств;
- обрабатывает стимулы разной модальности (специфичности), другие сенсорные системы – стимулы одной модальности.

В соматосенсорной системе выделяют две подсистемы:

I. Проприоцептивная, вибрационная, тонкая тактильная чувствительность.

II. Болевая, температурная, тактильная (грубая) чувствительность.

Функции I подсистемы

1. Распознавание мелких форм и текстуры поверхности.
2. Распознавание трехмерных объектов (стереогноз).
3. Двухточечная дискриминация (различение).

4. Определение направления и скорости касательного движения.
5. Положение частей тела в пространстве (проприоцепция).
6. Ощущение силы и веса.
7. Определение движений конечностей (кинестезия).
8. Ощущение вибрации.

Рецепторы I подсистемы:

1) Кожные механорецепторы

- Диски Меркеля (медленно адаптирующиеся) – прикосновение, давление.
- Тельца Мейсснера (быстро адаптирующиеся) – прикосновение, дрожание (5 – 40 Герц).
- Рецепторы волосяных фолликулов (медленно- и быстроадаптирующиеся) – движение, направление и скорость движения.
- Тельца Пачини (быстро адаптирующиеся) – вибрация (60 – 300 герц).
- Тельца Руффини (медленно адаптирующиеся) – растяжение кожи (?).

2) Проприорецепторы

1. Нервно-мышечные веретена.
2. Сухожильные органы Гольджи.
3. Руффини-подобные рецепторы суставов.

Проводящий путь – трехнейронный.

I нейроны – псевдоуниполярные нейроны спинальных ганглиев; их периферические отростки в составе спинномозговых нервов направляются к рецепторам, центральные отростки в составе задних корешков входят в спинной мозг; формируют тонкий и клиновидный пучки.

II нейроны – в ядрах тонкого и клиновидного пучков в продолговатом мозге.

Аксоны вторых нейронов образуют внутренние дугообразные волокна и медиальную петлю. Медиальная петля транзитно проходит через мост и средний мозг и заканчивается в таламусе.

III нейрон расположен в таламусе – в заднелатеральном вентральном ядре. Аксоны нейронов этого ядра направляются в первичную соматосенсорную кору.

Первичная соматосенсорная кора располагается в задней центральной извилине. Здесь существует **соматотопическая проекция** – сенсорный гомункулус.

При поражении первичной соматосенсорной коры происходит снижение или утрата соответствующих видов чувствительности.

Ассоциативная соматосенсорная кора расположена в верхней теменной дольке, она получает входы от ассоциативных ядер таламуса. При поражении ее развивается

соматосенсорная агнозия – неспособность распознавать, интерпретировать информацию, поступающую от кожных рецепторов и проприорецепторов.

Функции II подсистемы (антеролатеральная система)

Проводит болевую, температурную, грубую тактильную (удары, щипки, смещение, трение) чувствительность. Передает в мозг информацию о потенциально опасных воздействиях, способных повредить ткани.

Рецепторы: морфологически – свободные нервные окончания, которые воспринимают:

- недискриминативное (грубое) прикосновение.
- безвредные температурные стимулы.
- ноцицептивные стимулы.

Проводящий путь:

I нейрон – псевдоуниполярные нейроны спинальных ганглиев. Периферические отростки идут в составе спинномозговых нервов, заканчиваются рецепторами. Центральные отростки входят в спинной мозг через тракт Лиссауэра. Делятся на восходящие и нисходящие ветви, образуют синапсы с нейронами заднего рога.

II нейрон – в задних рогах спинного мозга. Большая часть аксонов вторых нейронов переходит на противоположную сторону через переднюю белую спайку и направляется вверх в составе антеролатеральной системы.

Состав волокон антеролатеральной системы:

I. Спинно-таламические
II. Спинно-ретикулярные
III. Спинно-мезенцефалические (среднемозговые)
IV. Спинно-гипоталамические

Прямые и непрямые пути

I. Прямые (неоспинно-таламические) – спинной мозг → таламус.
II. Непрямые (палеоспинно-таламические) – спинной мозг→ретикулярная формация →таламус.

Спинно-таламические пути заканчиваются в **вентральном заднелатеральном ядре** таламуса. Таламокортикальные волокна заканчиваются в первичной соматосенсорной коре в соответствии с соматотопической проекцией (сенсорный гомункулус).

В продолговатом мозге и мосте от антеролатеральной системы отделяются спинно-ретикулярные волокна и заканчиваются на нейронах ретикулярной формации. Далее ретикулярно-таламический путь проводит информацию в неспецифические ядра таламуса,

от них – в широкие области коры. Этот путь обеспечивает реакцию тревоги в ответ на болевые стимулы.

Ядра шва ретикулярной формации через ретикулоспинальный путь подавляют проведение боли.

В среднем мозге от антеролатеральной системы отходят волокна: к пластинке четверохолмия (для замыкания старт-рефлекса); к серому веществу водопровода (подавляет проведение боли).

Спинно-гипоталамические волокна обеспечивают эмоциональные и вегетативные реакции на болевые стимулы.

С помощью современных методов нейровизуализации установлено, что в ответ на болевые стимулы повышается активность не только в первичной соматосенсорной коре, но и в коре островка, в коре поясной извилины, в дополнительной моторной коре, в коре червя мозжечка, в различных ядрах таламуса. Выявлены половые отличия в восприятии боли.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятия сенсорной системы. Из каких компонентов состоит каждая сенсорная система?

2. Дайте характеристику обонятельной системы: где располагаются рецепторы, как проходит проводящий путь, где располагаются корковые центры?

3. Дайте характеристику слуховой системы: где располагаются рецепторы, как проходит проводящий путь, где располагаются подкорковые и корковые центры?

4. Дайте характеристику вестибулярной системы: где располагаются рецепторы, как проходит проводящий путь, где располагаются подкорковые и корковые центры?

5. Дайте характеристику зрительной системы: где располагаются рецепторы, как проходит проводящий путь, где располагаются подкорковые и корковые центры?

6. Дайте характеристику соматосенсорной системы: где располагаются рецепторы, как проходят проводящие пути, где располагаются подкорковые и корковые центры?

Список основной литературы

1. Гайворонский И.В. Нормальная анатомия человека: Учебник для мед. вузов. − СПб.: СпецЛит, 2013. – В 2 томах: ил.
2. Международная анатомическая терминология / Под ред. Л. Л. Колесникова. М.: Медицина, 2003. 424 с.
3. Haines D.E. Fundamental neuroscience for basic and clinical applications. – 4rd ed. Elsevier, 2013. 492 p.
4. Standring S. Grays's anatomy. Elsevier. – 41th ed., 2016. 1561 p.