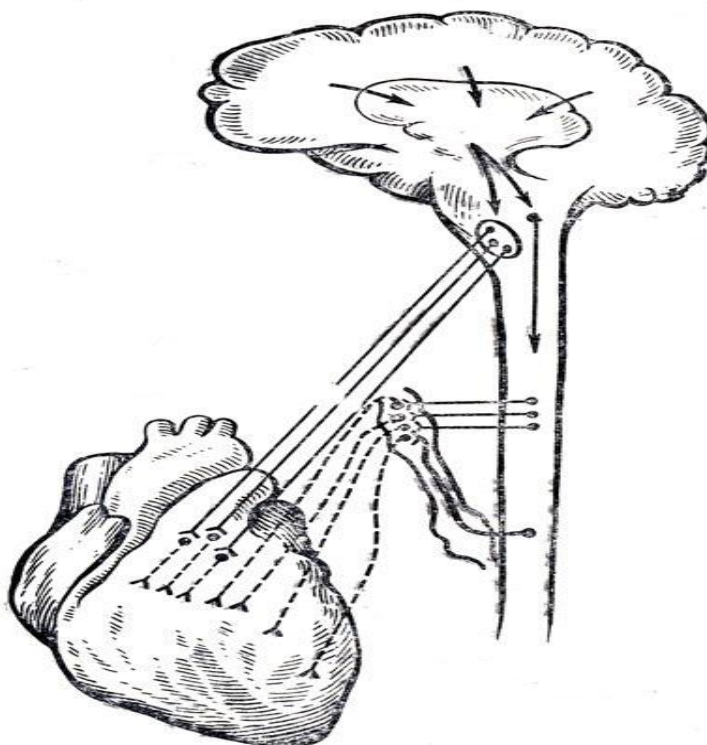


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ  
ВЫСШЕЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ УКРАИНЫ  
«УКРАИНСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ»

*кафедра гистологии,  
цитологии и эмбриологии*

# **СПЕЦИАЛЬНАЯ ГИСТОЛОГИЯ И ЭМБРИОЛОГИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

учебное пособие



Полтава - 2018

**УДК 611.018+611.013(072)-058.53**

*Рекомендуется ученым советом Высшего государственного учебного заведения Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия» как учебное пособие для иностранных студентов высших учебных заведений МЗ Украины, обучающихся на русском языке (протокол заседания № 7 от 18.04.2018)*

Авторы:

**В.И. Шепитько, Л.Б. Пелипенко, О.Д. Лисаченко, Н.В. Борута**

Шепитько В.И., Пелипенко Л.Б., Лисаченко О.Д., Борута Н.В.

С 71 Специальная гистология и эмбриология регуляторных и сенсорных систем [Текст] Учебное пособие / В.И. Шепитько, Л.Б. Пелипенко, О.Д. Лисаченко, Н.В. Борута, ВГУЗУ «УМСА», Полтава- 2018 – 159 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой и учебным планом подготовки специалистов второго (магистерского) уровня высшего образования отрасли знаний 22 «Охрана здоровья» у высших учебных заведениях МЗ Украины по специальности 222 «Медицина», квалификации образования «Магистр медицины», квалификации профессиональной «Врач».

В учебном пособии полностью раскрыты вопросы морфологии и развития органов регуляторных и сенсорных систем, рассмотрена взаимосвязь стромальных и паренхиматозных компонентов органов, показана взаимосвязь структур и функций, обращено внимание на регулирующее влияние этих систем на работу всего организма в целом.

Учебное пособие для иностранных студентов, обучающихся на русском языке, будет способствовать повышению эффективности обучения и поможет им более детально изучить дисциплину «Гистология, цитология и эмбриология».

**Рецензенты:**

Герашенко С.Б. - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии Ивано-Франковского национального медицинского университета;

Тирон О.И. - кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии Одесского национального медицинского университета;

Шерстюк О.А. - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека ВГУЗУ «УМСА».

**УДК 611.018+611.013(072)-058.53**

ISBN 978-617-7464-22-7

В.И. Шепитько, Л.Б. Пелипенко, О.Д. Лисаченко, Н.В. Борута

## СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1	Сердечно-сосудистая система	4
	Сердце	4
	Артерии. Вены	11
	Микроциркуляторное русло	19
	Лимфатические сосуды	27
РАЗДЕЛ 2	Центральные органы кроветворения	30
	Красный костный мозг	31
	Тимус	37
РАЗДЕЛ 3	Периферические органы кроветворения	42
	Лимфатический узел	42
	Селезенка	46
	Миндалины	52
РАЗДЕЛ 4	Система иммунной защиты	55
РАЗДЕЛ 5	Центральные органы эндокринной системы	68
	Гипоталамус	70
	Эпифиз	73
	Гипофиз. Гипоталамо-гипофизарная система	77
РАЗДЕЛ 6	Периферические органы эндокринной системы	83
	Щитовидная и околощитовидные железы	83
	Надпочечники.	90
	Диффузная эндокринная система	94
РАЗДЕЛ 7	Нервная система	96
	Головной мозг.	96
	Мозжечок	99
	Спинальный мозг (Ганглии, нервы, окончания)	107
	Вегетативная нервная система	114
	Рефлекторная дуга	117
РАЗДЕЛ 8	Органы чувств	121
	Орган зрения	122
	Орган слуха и равновесия	130
	Орган обоняния	141
	Орган вкуса	143
РАЗДЕЛ 9	Кожа и ее производные	147

## РАЗДЕЛ 1. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. СЕРДЦЕ.

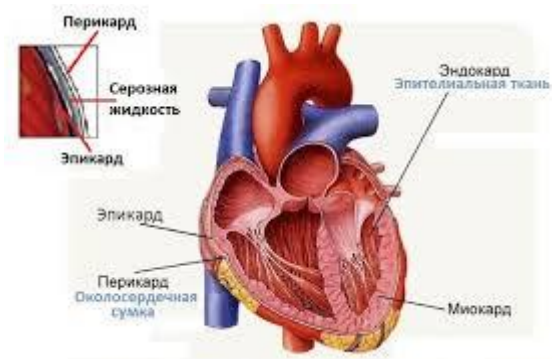
### Содержание темы.

#### 1. Сердечно-сосудистая система. Общая характеристика.

Сердечно-сосудистая система включает в себя: сердца, кровеносные и лимфатические сосуды.

Функции:

- трофическая – доставка в ткани питательных веществ;
- дыхательная – доставка в ткани кислорода;
- экскреторная – удаление из тканей продуктов обмена;
- регуляторная – регулирует функции органов при помощи:
  - а) выработка биологически активных веществ;
  - б) изменения кровоснабжения;
  - в) переноса факторов роста, гормонов.



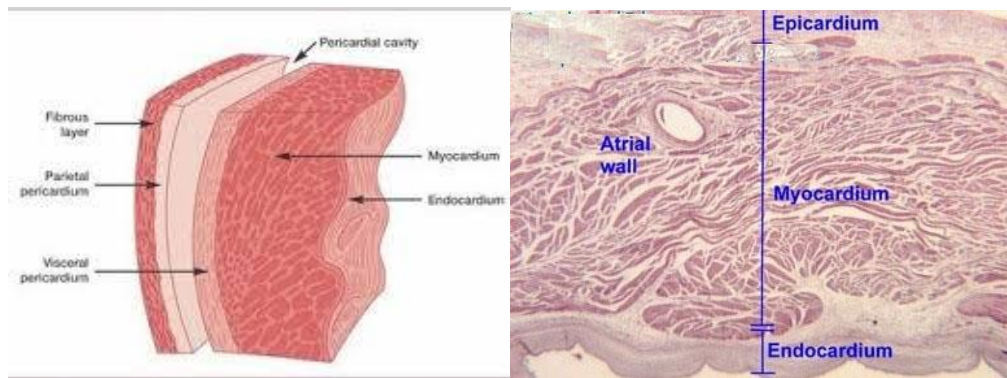
#### 2. Общая характеристика и строение сердца.

**Сердце (cor)** — это полый мышечный орган, который имеет четыре камеры: два предсердия и два желудочка,

между предсердиями и желудочками находятся клапаны. Функция сердца - обеспечение движения крови по организму за счет насосной функции. Масса сердца человека составляет 200-350 грамм, форма коническая, имеет закругленную верхушку и основание. Стенка сердца состоит из трех оболочек:

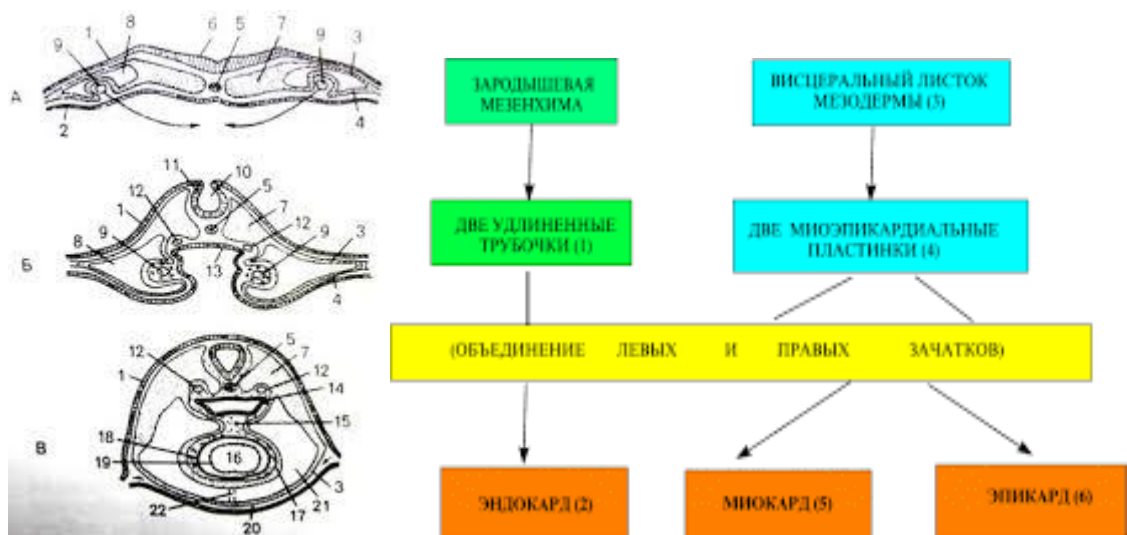
- внутренняя — **эндокард**;
- средняя — **миокард**;
- наружная - **эпикард**.

Сердце находится внутри **перикарда** или фиброзной сумки. Между перикардом и эпикардом находится небольшое количество жидкости, которая выполняет роль смазки, облегчающей движения сердца.



**3. Развитие сердца.** Сердце развивается из нескольких эмбриональных зачатков.

1. Мезенхима - эндокард.
2. Висцеральный листок мезодермы (миоэпикардальная пластинка) — миокард и эпикард.
3. Нейроэктодерма - проводящая система сердца.

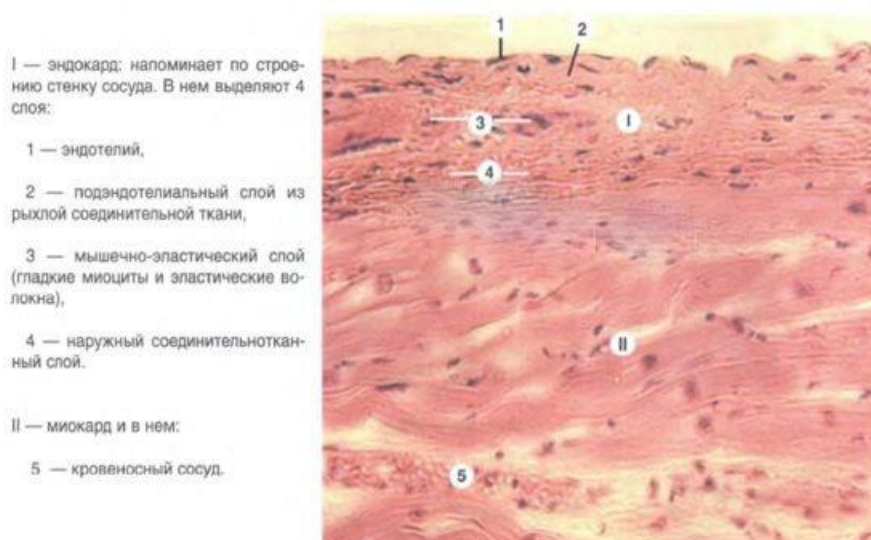


**4. Строение и функции эндокарда.** Эндокард - выстилает изнутри камеры сердца, покрывает папиллярные мышцы и клапаны сердца. В своем составе эндокард имеет четыре слоя:

- 1) эндотелий (однослойный плоский эпителий), расположен на базальной мембране;
- 2) подэндотелиальный слой (соединительная ткань);

3) мышечно-эластический слой представлен гладкими миоцитами, которые переплетаются с эластичными волокнами;

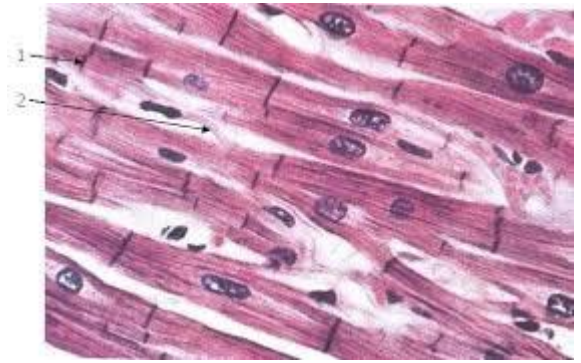
4) Соединительнотканый слой, который расположен на границе с миокардом и состоит из соединительной ткани, содержащей толстые эластические, коллагеновые и ретикулярные волокна. Этот слой содержит кровеносные сосуды, но питание эндокарда осуществляется преимущественно за счет крови из камер сердца. Клапаны сердца представлены тонкими пластинками волокнистой соединительной ткани с небольшим количеством клеток, сверху покрыты эндотелием.



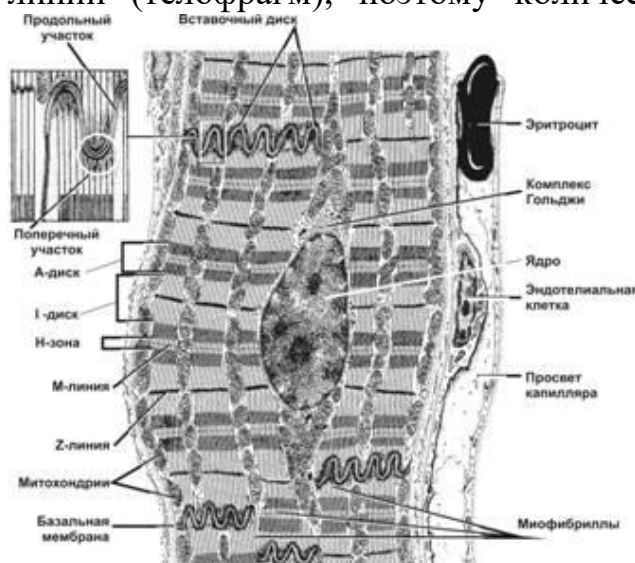
**5. Строение и функции миокарда. Миокард** (сердечная мышца) - построена из волокон, которые анастомозируют между собой, образуя сетку. Волокна относятся к сердечной поперечнополосатой мышечной ткани, и разделены прослойками рыхлой соединительной ткани с сосудами и нервами. Мышечные волокна сердечной мышцы состоят из мышечных клеточек - сократительных **кардиомиоцитов**, расположенных цепочкой. Клетки на разрезе имеют прямоугольную форму.

**6. Строение и функции сократительных кардиомиоцитов.** Сократительные кардиомиоциты имеют 1-2 ядра в центральной части и миофибриллы по периферии. Из органелл общего назначения хорошо развиты митохондрии

(выработка энергии) и гладкая эндоплазматическая сеть (запас кальция для сокращения), включения – трофические (гликоген, липиды), пигментные – миоглобин (запас кислорода для дыхания).

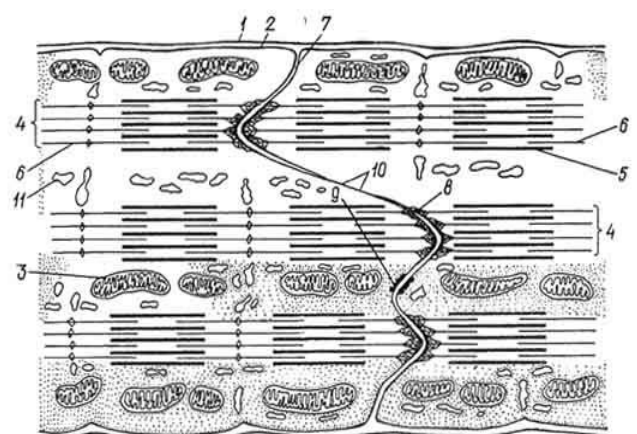


**7. Особенности ультраструктурного строения сократительных кардиомиоцитов.** В кардиомиоцитах сердечной мышцы Т-трубочки (инвагинации плазмолеммы кардиомиоцита) заходят внутрь на уровне Z-линий (телофрагм), поэтому количество их отвечает числу саркомеров.



Расширенные цистерны саркоплазматической сетки (L-трубочки) контактируют с Т-трубочками и образуют диады (на одну Т-трубочку одна L-трубочка). Функция Т-трубочок сердечной мышцы - проведение двигательных импульсов в клетку и обеспечение одновременного сокращения всех миофибрилл.

**8. Виды соединений сократительных кардиомиоцитов.** Сократительные кардиомиоциты соединяются между собой при помощи **вставочных дисков**, которые на электронограммах имеют вид темных полосок и идут поперек волокна. В состав вставочного диска



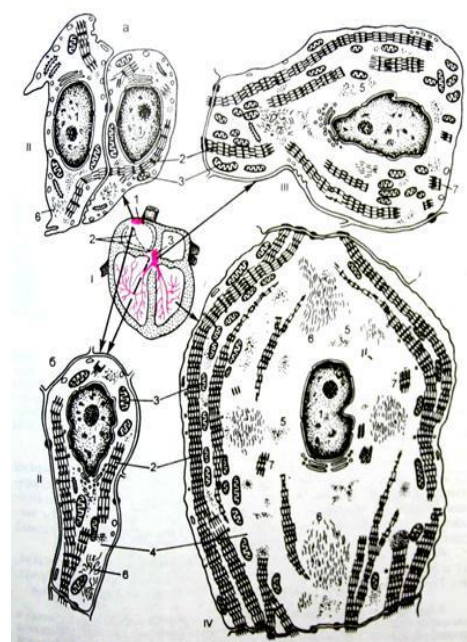
входят: 1) десмосомы, которые обеспечивают крепкое соединение клеток;  
 2) места вплетения миофибрилл;  
 3) щелевидные контакты (нексусы), которые обеспечивают метаболическую связь между клетками и проведение импульсов от клетки к клетке.

**9. Строение и функции эпикарда.** Эпикард (внешняя оболочка сердца) - является висцеральным листком перикарда. Его составляет:

1) тонкая пластинка соединительной ткани, сросшаяся с миокардом;  
 2) мезотелий - однослойный плоский эпителий, который выделяет серозную жидкость и обеспечивает скольжение при сокращении сердца. В соединительнотканной основе эпикарда

содержатся:

- поверхностный слой коллагеновых волокон;
- слой эластичных волокон;
- глубокий слой коллагеновых волокон;
- глубокий коллагеново-эластичный слой.



**10. Строение и функции перикарда.**

Перикард – в своем строении имеет соединительнотканную основу, которая со стороны эпикарда также покрыта мезотелием.

**11. Ультраструктурная характеристика предсердных кардиомиоцитов.**

Кардиомиоциты предсердий отростчатой формы, содержат хорошо развитую гранулярную эндоплазматическую сеть и комплекс Гольджи и синтезируют гормон - **предсердный натрийуретический фактор**. Предсердный натрийуретический фактор накапливается в цитоплазме кардиомиоцитов в форме специфических гранул и выделяется в кровь, которая переносит его к органам-мишеням – почкам, надпочечникам, головному мозгу. **Предсердный натрийуретический фактор** имеет диуретическое действие (усиливает



выведение из организма воды и солей), способен угнетать секрецию альдостерона и вазопрессина, расширять кровеносные сосуды (снижать артериальное давление).

**12. Характеристика проводящей системы сердца.** Вторая разновидность клеток миокарда – проводящие кардиомиоциты – составляют проводящую систему сердца. Она включает в себя:

-синусно-предсердный узел:

-предсердно-желудочковый узел;

-предсердно-желудочковый пучок Гисса, (разделяется на правую и левую ножки);

-волокона Пуркинье, которые передают импульсы к сократительным мышечным клеткам.

Проводящие кардиомиоциты обеспечивают ритмические координированные сокращения различных отделов сердца благодаря способности к генерации и быстрому проведению нервных импульсов. Среди проводящих сердечных миоцитов по морфологическим и функциональным особенностям можно определить три типа клеток:

1) пейсмейкерные клеток (Р-клетки)

2) переходные клетки

3) клетки Пуркинье

**13. Строение и функция пейсмейкерных клеток (Р-клеток).** Клетки первого типа - **пейсмейкерные клетки (Р-клетки)** являются водителями ритма, они генерируют импульсы к сокращению. Р-клетки светлые, мелкие, отросчатые, с небольшим количеством миофибрилл.

Располагаются пейсмейкерные клетки в центральной части синусно-предсердного узла.

#### 14. Строение и функции переходных клеток.

Переходные клетки - функция их заключается в передаче возбуждения от Р-клеток к клеткам пучка и сократительным элементам миокарда.

Переходные клетки располагаются на периферии синусно-передсердного узла и составляют большую его часть.



Это тонкие вытянутые клетки, меньшие по диаметру, чем типичные сердечные миоциты. Миофибрилл у них расположены менее упорядоченно, их немного больше, чем в Р-клетках, но меньше, чем в сократительных кардиомиоцитах.

## АРТЕРИИ. ВЕНЫ.

### Содержание темы.

**1. Общая характеристика сосудов. Крупные артерии (аорта, легочная артерия)** - способны растягиваться при поступлении порции крови из сердца (в систолу) и возвращаться к прежним размерам (в диастолу), выбрасывая кровь в дистальные участки сосудистого русла. Благодаря этому кровоснабжение остается постоянным, а кровоток – непрерывным. Мощное развитием **эластических элементов** в их стенке и обеспечивает функцию этих сосудов.

**Средние и мелкие артерии** – приносят кровь к различным органам и регулируют кровоток, в зависимости от функционального состояния органов. Это обеспечивается значительным развитием **мышечных элементов** в их стенке при сохранении **эластических элементов** в разных соотношениях.

**Вены** – обеспечивают возврат крови к сердцу под низким давлением и с медленной скоростью. Исходя из функции - они характеризуются тонкой стенкой, широким просветом и слабым развитием эластических элементов. Мышечный элемент имеет разную степень развития, в зависимости от движения крови под силой собственной тяжести или против нее.

**2. Развитие кровеносных сосудов.** Первые кровеносные сосуды появляются в конце второй — в начале третьей недели эмбриогенеза и развиваются в мезенхиме стенки желточного мешка. Сначала образуются так называемые кровяные островки. Затем мезенхимные клетки на периферии островка теряют связь с центральными клетками и дифференцируются в эндотелиальные клетки первичного кровеносного сосуда, а центральные клетки округляются и становятся клетками крови.



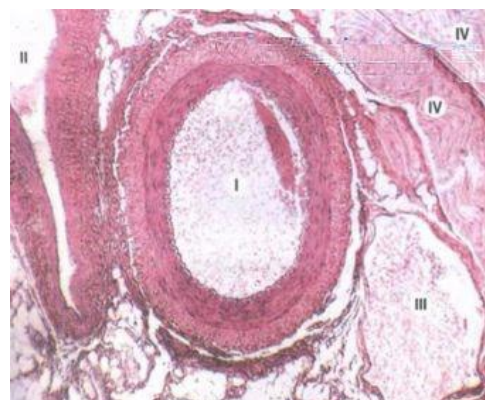
**3. Классификация кровеносных сосудов.** Кровеносные сосуды разделяются на:

- 1) артерии (резистивное звено или звено доставки крови);
- 2) артериолы, гемокапилляры, венулы, артериоло-венулярные анастомозы (обменное звено);
- 3) вены (емкостное звено).

По артериям кровь переносится от сердца, в ней большое количество кислорода (за исключением легочной артерии). По венам кровь доставляется к сердцу и количество кислорода в ней минимальное (за исключением легочных вен). Между артериями и венами расположены капилляры.

Капилляры между одноименными сосудами образуют так называемые «чудесные» капиллярные сети. Они бывают артериальными (в почке – между двумя артериями) и венозными (в печени и гипофизе между венами).

Артериоло-венулярные анастомозы позволяют сбросить кровь из артериальной системы в венозную, обойдя капиллярное русло.



Компоненты сосудисто-нервного пучка приводились выше (рис. 189,а):

I — артерия,

II — вена,

III — лимфатический сосуд,

IV — нервы.

Теперь снимок иллюстрирует общий вид лимфатического сосуда

**4. Общие закономерности структурной организации сосудов.** Сосуд представляет собой полую трубку, стенка ее состоит из трех слоёв:

1. Внутренняя – **интима**, состоит из:

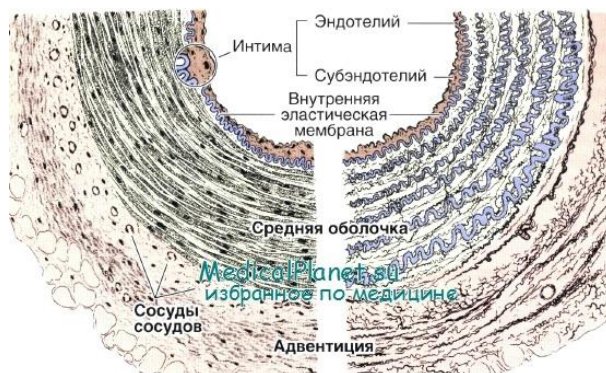
- а) эндотелия;
- б) подэндотелиального слоя, представленного соединительной тканью с эластическими волокнам;
- в) внутренней эластической мембраны

2. Средняя – **медия**:

- а) слои циркулярно-расположенных гладкомышечных клеток;
- б) сетка коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон;
- в) основное вещество, встречаются фибробластоподобные клетки.

3. Наружная – **адвентиция**, представлена:

- а) наружной эластической мембраной (может отсутствовать);
- б) рыхлой волокнистой соединительной тканью, с нервами и сосудами сосудов, которые питают собственную стенку сосудов, если их диаметр больше чем 1 мм. В артериях они доставляют питательные вещества в адвентицию, а в венах проникают и в среднюю оболочку.



**5. Морфо-функциональная характеристика сосудов артериального типа и их классификация.** Артерии (*arteriae*) транспортируют кровь к органам и регулируют их кровоснабжения. Строение их стенки зависит от гемодинамических условий протекающей в них крови (давление и скорость). По диаметру и в зависимости от строения их стенки все артерии подразделяют на три типа:

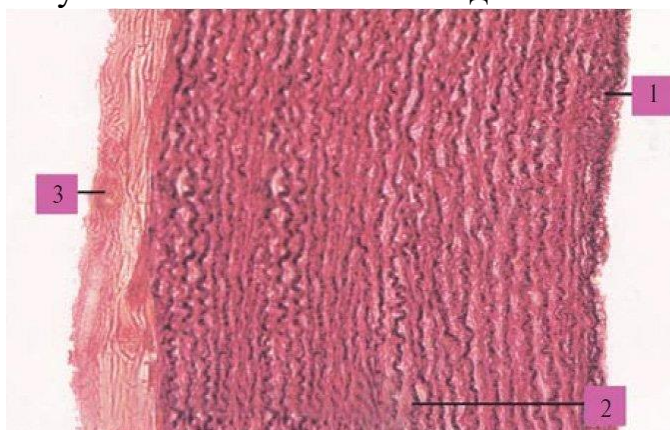
- 1) **эластический тип** (большой калибр);
- 2) **смешанный, мышечно-эластический тип** (средний калибр);
- 3) **мышечный тип** (средний и малый калибр).

**6. Артерии эластического типа.** К артериям эластического типа относятся аорта и легочная артерия. Кровь в них протекает под высоким давлением и с большой скоростью (гемодинамические условия). В их составе определяются три оболочки:

1) **интима** – эндотелий и подэндотелиальный слой (большое содержание эластических волокон). В аорте вместо внутренней эластической мембраны, наблюдается густое сплетение эластических волокон.

2) **медиа** – представлена 40-50 эластическими окончатými мембранами, которые связаны между собой эластическими волокнами (то есть преобладают эластичные элементы). Мышечных клеток здесь мало, они располагаются косо по отношению эластических волокон. Такое строение связано с определенными гемодинамическими условиями - высоким давлением и большой скоростью крови в артериях этого типа;

3) **адвентиция** – тонкая оболочка из соединительной ткани, с большим количеством эластических и коллагеновых волокон, присутствуют нервы и



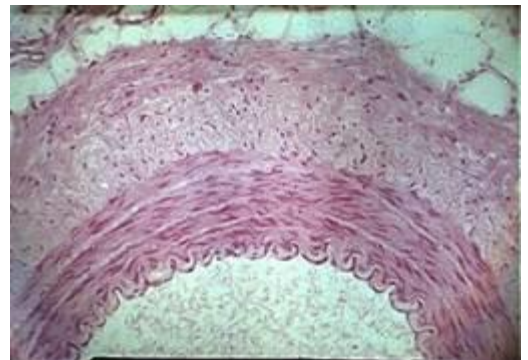
сосуды сосудов, не содержит наружной эластической мембраны.

**7. Артерии смешанного типа.** Артерии смешанного типа находятся между артериями эластического и мышечного типов и имеют признаки и тех и других. Гемодинамические условия в них уже меняются - незначительно снижаются скорость кровотока и давление. В их стенке можно наблюдать как эластические, так и мышечные компоненты.

1) **интима** - эндотелий, подэндотелиальный слой, внутренняя эластическая мембрана. Подэндотелиальный слой - рыхлая соединительная ткань, в ней содержатся тонкие эластические и коллагеновые волокна, расположенные преимущественно в продольном направлении, а также

малодифференцированные соединительнотканые клетки звездчатой формы. Между эндотелиальным слоем и средней оболочкой расположена внутренняя эластическая мембрана.

**2) медиа** - представлена двумя основными элементами: гладкомышечными клетками, которые расположены по спирали, и эластическими волокнами, также ориентированными спирально, но возможно также радиальное и дугообразное направление. В средней оболочке артерии смешаного типа соотношение гладких миоцитов и эластических волокон составляет приблизительно 1:1. На границе средней и наружной оболочек расположена наружная эластическая мембрана, по строению аналогичная внутренней эластической мембране. Все эластические элементы образуют единственный эластичный каркас артерии, так как связаны между собой и такое строение придает сосуду эластичность во время растяжения и упругость во время сжатия, препятствует спаданию и предопределяет непрерывность кровотока.



**3) адвентиция** - рыхлая волокнистая соединительная ткань, волокна которой ориентированы, в основном, продольно. Во внутреннем слое этой оболочки есть также гладкие миоциты. В наружной оболочке определяются сосуды сосудов и нервы.

**8. Артерии мышечного типа.** С уменьшением калибра артерий изменяется строение их стенки. Основные изменения прослеживаются в средней оболочке. В ней уменьшается содержание эластических волокон, а, соответственно, увеличивается количество гладких миоцитов. Это связано с изменениями гемодинамических условий: артерии мышечного типа расположены далеко от сердца, давление крови и скорость кровотока здесь значительно снижено, и потому необходима дополнительная работа, чтобы поддержать и давление, и скорость, что становится возможным за счет

сокращения мышечных элементов в сосудах данного типа. Наряду с изменениями в средней оболочке, с уменьшением калибра артерий становятся тоньше все оболочки сосуда.

1) **интима** - эндотелий, подэндотелиальный слой и внутренняя эластическая мембрана тоньше, наружная эластическая мембрана исчезает;

2) **медиа** – наиболее толстая, состоит из циркулярно расположенных гладкомышечных клеток, расположенных в несколько слоев, между которыми находятся коллагеновые и эластические волокна в виде сетки, а также фибробластоподобные клетки;

3) **адвентиция** – рыхлая волокнистая соединительная ткань.

## **9. Морфо-функциональная характеристика сосудов венозного типа и их**

**классификация. Вены (venae)** – сосуды, по которым осуществляется возврат крови к сердцу, а также депонирование крови и дренаж. В общем плане строения стенка вен имеет сходные черты со стенкой артерий. Но, в результате других условий гемодинамики (низкое кровяное давление и незначительная скорость кровотока), строение их имеет и значительные отличия. Названные факторы определяют следующие отличия строения вен по сравнению с артериями:

1) стенка вены тоньше, чем у соответствующей артерии;

2) среди структурных элементов вены эластические волокна развиты слабо, а преобладают коллагеновые волокна;

3) отсутствие наружной эластической мембраны и слабое развитие (или полное отсутствие) внутренней эластической мембраны;

4) просвет вены на препарате чаще неправильной формы, тогда как в артерии он круглый;

5) наибольшую толщину в венах имеет адвентиция, а в артериях самой развитой является медиа;

6) в некоторых венах прослеживается наличие клапанов.

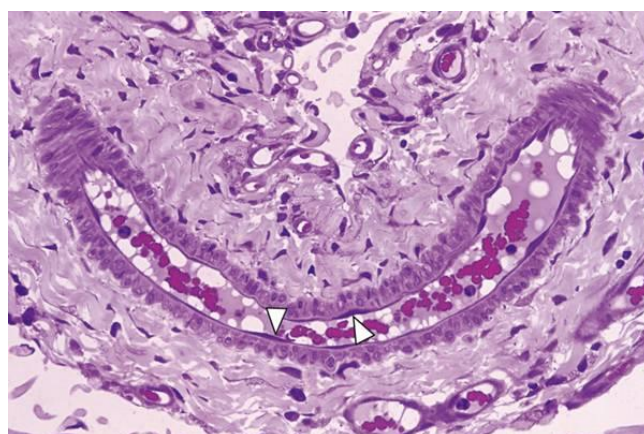


Классификация вен основана на наличии мышечных элементов в стенке (средняя оболочка), а также степень их развития. Согласно этой классификации вены бывают **безмышечного (волокнистого)** и **мышечного** типа.

**10. Вены безмышечного типа.** Стенка вен безмышечного типа состоит из эндотелия, который расположен на базальной мембране. Средняя оболочка отсутствует. Наружная оболочка вен данного типа срастается с соединительнотканными прослойками органов, в которых они находятся. К этим венам относятся вены твердой и мягкой мозговых оболочек, сетчатки глаза, костей, селезенки и плаценты.

**11. Вены мышечного типа** разделяют на три группы:

- 1) со слабым развитием мышечных элементов,
- 2) со средним развитием мышечных элементов,
- 3) с сильным развитием мышечных элементов.

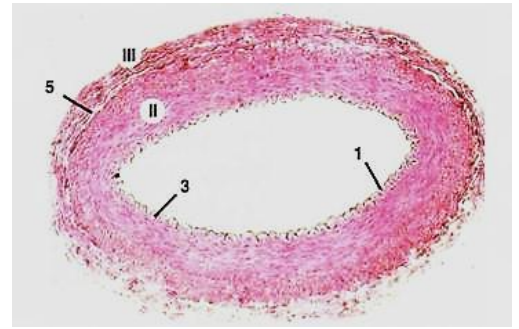


Вены первой группы (со слабым развитием мышечных элементов) располагаются в верхней части туловища, лица и шеи, верхняя полая вена, в них кровь движется пассивно, под действием собственной силы тяжести.

- 1) **интима** – эндотелий, тонкий подэндотелиальный слой;
- 2) **медиа** – небольшое количество гладкомышечных клеток, расположенных группами;
- 3) **адвентиция** – соединительная ткань с редкими, продольно расположенными, гладкомышечными клетками.

Вены со средним развитием мышечных элементов – вены плечевого пояса, верхних конечностей (плечевая вена), грудной клетки.

- 1) **интима** – эндотелий, подэндотелиальный слой, отдельные гладкомышечные клетки;
- 2) **медия** - пучки циркулярно расположенных гладкомышечных клеток, между ними прослойки соединительной ткани;
- 3) **адвентиция** – соединительная ткань с единичными гладкомышечными клетками.



Внутренняя и наружная эластические мембраны отсутствуют. В этих сосудах встречаются клапаны, которые образованы складками интимы.

Функция клапанов:

- 1) препятствовать обратному току крови;
- 2) способствовать продвижению крови при сокращении мышц.

Вены с сильным развитием мышечных элементов - как правило, это вены нижней части туловища и нижних конечностей. Строение стенки этих вен объясняется определенными гемодинамическими условиями: кровь в этих сосудах движется против собственной силы тяжести. Для вен с сильным развитием мышечных элементов наличие гладкомышечных клеток во всех трех оболочках обязательно. В интимае и адвентиции присутствуют крупные продольные пучки гладкомышечных клеток, в медице наблюдается значительное содержание циркулярно расположенных мышечных элементов. Отличительной особенностью этих вен является обязательное наличие клапанов.

## **МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО. ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ.**

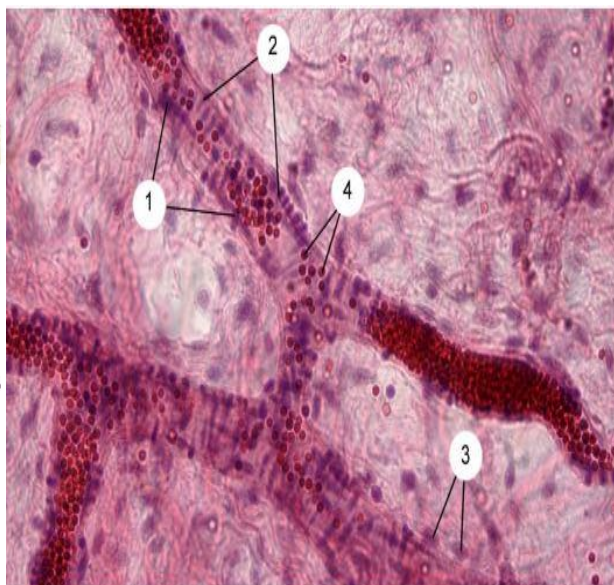
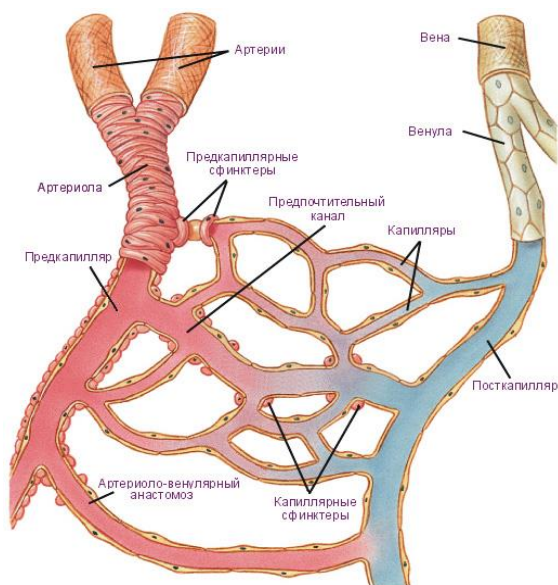
### **Содержание темы.**

#### **1. Морфофункциональная характеристика сосудов кровеносного микроциркуляторного русла.**

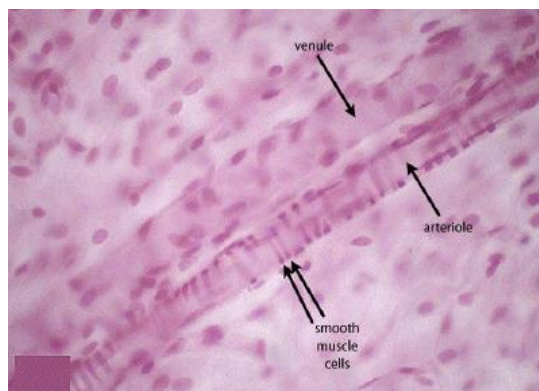
Гемомикроциркуляторное русло (ГМЦР) - система мелких сосудов, которая включает в себя артериолы, гемокапилляры, венулы, а также артериоло-венулярные анастомозы. Этот функциональный комплекс кровеносных сосудов, окруженный лимфатическими капиллярами, вместе с прилегающей соединительной тканью выполняет следующие важные функции:

- 1) регуляция кровоснабжения органов;
- 2) транскапиллярный обмен;
- 3) дренаж;
- 4) депонирование крови.

В соответствии с функцией, каждый орган имеет специфические особенности строения и расположения сосудов микроциркуляторного русла. Сосуды микроциркуляторного русла характеризуются высокой пластичностью и определенным образом реагируют на изменения кровотока. Они способны депонировать форменные элементы крови или быть спазмированными и пропускать лишь плазму, а также изменять проницаемость для тканевой жидкости.



**2.Общий принцип организации кровеносного микроциркуляторного русла.** К кровеносному микроциркуляторному руслу относят сосуды, которые видны лишь под микроскопом и имеют диаметр менее 100 мкм. К артериальному звену относят артериолы и прекапилляры, венозный отдел включает в себя посткапилляры и венулы. Гемокапилляры занимают между ними промежуточное положение.



**3.Особенности структурной организации артериального звена кровеносного микроциркуляторного русла.** Артериальное звено КМЦР включает артериолы и прекапилляры.

**1) Артериолы** - мельчайшие артериальные сосуды мышечного типа (их диаметр не превышает 50-100 мкм), далее они переходят в капилляры. В этих сосудах сохраняются все три оболочки, но развиты они слабо.

Внутренняя оболочка состоит из эндотелия и тонкой фенестрированной внутренней эластической мембраны.

Средняя оболочка представлена одним-двумя слоями гладкомышечных клеток. Наружная оболочка – адвентиция, очень тонкая и сливается с окружающей соединительной тканью. Функция артериол – регулирование

притока крови к органам. Данная функция осуществляется благодаря сокращениям гладких миоцитов стенки, а также прекапиллярных сфинктеров артериол.

**2) Прекапилляры** – отходят от артериол, в их стенке эластические элементы полностью отсутствуют, диаметром составляет 14-16 мкм. Эндотелиальные клетки внутренней оболочки контактируют с гладкими миоцитами средней оболочки, которые расположены на большом расстоянии друг от друга, и образуют прекапиллярные сфинктеры в участке отхождения прекапилляров. Сфинктеры необходимы для регулирования кровенаполнения отдельных групп капилляров, в норме часть их закрыта и открывается при нагрузке. Между эндотелиальными и гладкомышечными клетками располагаются перициты.

**4. Гемокапиллярное звено. Общая характеристика. Гемокапилляры** - микроциркуляторного русла, которым принадлежит основная функция кровеносной системы - обмен веществ между кровью и тканями, они играют роль гистогематического барьера, а также обеспечивают микроциркуляцию. Осуществлению данных функций способствуют:

- 1) определенные гемодинамические условия (низкое давление (25-30 мм рт. ст. на артериальном конце и 8-12 — на венозном));
- 2) малая скоростью кровотока (0,5 мм/с);
- 3) большая площадь поперечного сечения (диаметр приносящей артериолы во много раз меньше суммы диаметров капилляров);
- 4) тонкая стенка.

Просвет капилляров иногда меньше, чем диаметр эритроцитов (3-5 мкм), однако есть и большие капилляры диаметром свыше 20-30 мкм - синусоидные капилляры и лакуны.

Капилляры - самые многочисленные сосуды организма. В организме капилляры образуют: **а) сетку;** **б) петли** (например, в сосочках кожи и синовиальных ворсинках суставов); **в) клубочки** (в почке).

Значительное развитие капиллярной сети можно обнаружить в сером веществе органов центральной нервной системы, эндокринных железах, скелетных мышцах, сердце, в жировой ткани.

**5. Строение стенки капилляров. Характеристика эндотелия и базальной мембраны.** Стенка капилляров очень тонкая, она образована:

- 1) эндотелием на базальной мембране;
- 2) перицитами;
- 3) адвентициальной клеткой.

**Эндотелий** - это однослойный плоский эпителий, который выстилает капилляры, а также все другие сосуды и сердце. Толщина клетки в разных ее участках неодинакова, в связи с этим в эндотелиальных клетках различают следующие зоны:

- 1) ядерную – содержит ядро эндотелиоцита удлинено-овальной формы, в клетке может быть 2-3 или больше ядер;
- 2) зону органелл - находятся органеллы и включения; зона органелл вместе с ядерной зоной является трофическим центром клетки;
- 3) периферическую часть эндотелиальной клетки - очень важную для обмена веществ между кровью и тканями; периферическая зона может содержать отверстия - фенестры размером 50-60 нм.

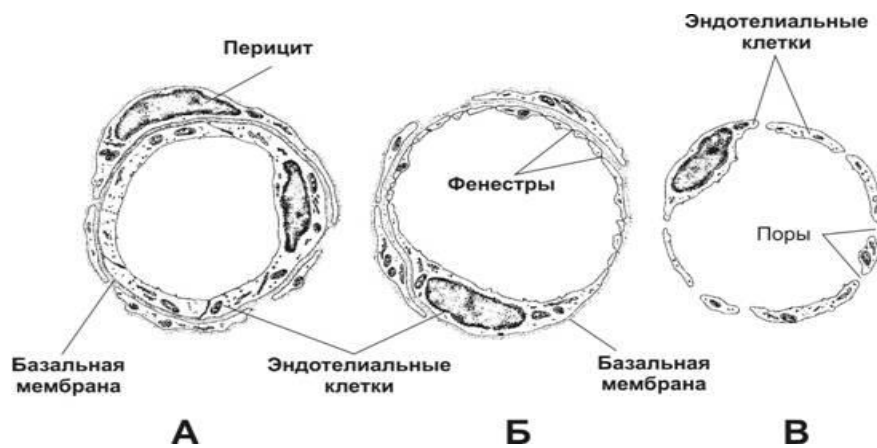
Люменальная (обращенная к току крови) поверхность эндотелиоцитов покрыта слоем гликопротеинов. Эндотелиоциты могут иметь отдельные микроворсинки, а также образовывать клапаноподобные структуры, которые увеличивают поверхность эндотелия и изменяют свои размеры в зависимости от активности трансэндотелиального транспорта. Вдоль внутренней и внешней поверхности клеток расположены пиноцитозные пузырьки и кавеолы – это признаки активного трансэндотелиального транспорта разных веществ. Эндотелиальные клетки связаны между собой плотными замыкающими и щелевидными контактами (нексусами).

**Базальная мембрана** гемокapилляров имеет тонкофибрилярное строение, состоит из коллагена, гликозаминогликанов, липидов. Она играет важную роль в транспорте веществ через капиллярную стенку, ее состояние определяет проницаемость капилляров. Базальная мембрана обеспечивает фиксацию эндотелиальных клеток и создает внешнюю опору для цитоскелета. Она может быть сплошной или содержать отверстия — поры.

**6. Характеристика перицитов. Перициты** - это клетки соединительной ткани, имеют отростки, которыми они охватывают капилляры извне. Перициты могут располагаться в расщеплениях базальной мембраны. Их считают малодифференцированными клеточными элементами, благодаря которым осуществляется физиологическая регенерация и образование новых капилляров.

**7. Классификация капилляров.** В зависимости от строения стенки (эндотелия, базальной мембраны), а также от диаметра просвета, капилляры классифицируют на:

- 1) капилляры **соматического типа** (диаметр до 10 мкм), стенка которых состоит из нефенестрированного эндотелия и сплошной базальной мембраны (кожа, мышечная ткань, сердце, головной мозг);
- 2) капилляры **висцерального типа**, в их стенке содержится фенестрированный эндотелий и сплошная базальная мембрана (почечные клубочки, ворсинки тонкой кишки, железы внутренней секреции);
- 3) капилляры **синусоидного типа**, имеют фенестры в эндотелии и поры в базальной мембране (кровообразующие органы, печень).



**8. Характеристика капилляров соматического типа.** Капилляры **соматического типа** имеют непрерывную эндотелиальную выстилку – эндотелиальные клетки здесь связаны плотными и щелевыми соединениями, реже десмосомами. В их цитоплазме присутствуют эндоцитозные пузырьки, которые осуществляют транспорт макромолекул. Базальная мембрана непрерывна, есть большое количество перицитов. Капилляры этого типа самые распространенные в организме и встречаются в мышцах, соединительной ткани, легких, ЦНС, тимусе, селезенке, экзокринных железах.

**9. Характеристика капилляров висцерального типа.** Капилляры **висцерального типа (фенестрированные капилляры)** характеризуются тонким эндотелием, где есть истончения в цитоплазме эндотелиоцитов, когда плазмолемма апикальной части клетки соприкасается с базальной мембраной (**фенестры**). Эндоцитозные пузырьки немногочисленные, базальная мембрана непрерывная, перициты содержатся в небольшом количестве. Такие капилляры встречаются в почечном тельце, эндокринных органах, слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, сосудистом сплетении мозга.

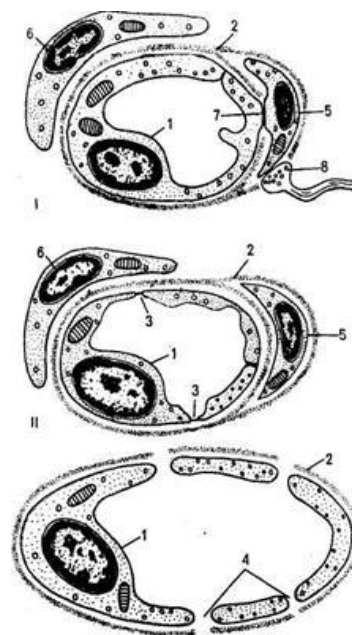
**10. Характеристика капилляров синусоидного типа.** **Синусоидные капилляры** отличаются большим диаметром (до 30-40 мкм), большими межклеточными и трансцеллюлярными порами диаметром 0,5-3 мкм.



Базальная мембрана у них прерывистая, а эндоцитозные пузырьки отсутствуют. Эти капилляры располагаются в печени, селезенке, костном мозге и коре надпочечников.

**11. Особенности структурной организации венозного звена микроциркуляторного русла.** Венозное звено формируется из посткапилляров, собирательных и мышечных венул.

а) **посткапилляры** (посткапиллярные венулы) – сосуды, образовавшиеся в результате слияния нескольких капилляров. Эндотелий в них может быть фенестрированным. В органах иммунной системы присутствуют посткапилляры с особым высоким эндотелием, которые являются местом выхода лимфоцитов из сосудистого русла. Мышечные клетки в них отсутствуют, а перициты встречаются чаще, чем в капиллярах. Вместе с капиллярами посткапилляры являются наиболее проницаемыми участками сосудистого русла, реагирующими на такие вещества как гистамин, серотонин, простагландины и брадикинин, которые вызывают нарушение целостности межклеточных контактов эндотелиоцитов.



б) **собирательные венулы** - образуются как результат слияния посткапиллярных венул. С увеличением их диаметра до 50 мкм, в стенке появляются гладкомышечные клетки.

в) **мышечные венулы** - характеризуются хорошо развитой средней оболочкой, которая содержит один слой гладкомышечных клеток.

**12. Артериоло-венулярные анастомозы.** Эта часть микроциркуляторного русла, которая обеспечивает прямой переход артериальной крови в вены в

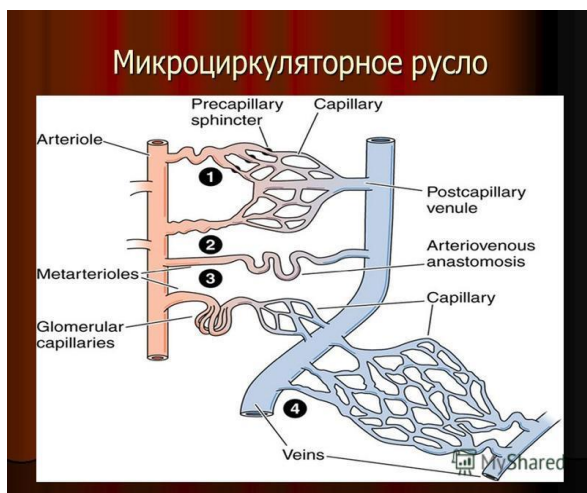
обход капиллярного звена. Они наблюдаются почти во всех органах.

Анастомозы делятся на несколько групп:

- 1) анастомозы с постоянным кровотоком;
- 2) анастомозы с регулируемым кровотоком.

Ко второй группе принадлежат анастомозы с мышечной регуляцией и глобусного типа. Глобусный тип характеризуется узким просветом и наличием в утолщенной средней оболочке особенных эпителиоидных клеток, непосредственно контактирующих с эндотелием. Эти клетки имеют способность изменять свой объем и, изменяя просвет сосудов, влиять на кровоток.

По характеру крови различают 2 группы анастомозов:



- 1) **истинные, или шунты**, через которые в венозное русло течёт чистая артериальная кровь; выделяют истинные простые анастомозы и истинные анастомозы, обеспеченные сократительными структурами;
- 2) **атипичные, или полушунты**, где течет смешанная кровь.

**13. Истинные и атипичные артериоло-венулярные анастомозы.** Истинные простые анастомозы имеют границу перехода артериолы в венулу, которая отвечает участку, где заканчивается средняя оболочка артериолы. Регуляция кровотока осуществляется мышечными клетками средней оболочки самой артериолы без специальных сократительных аппаратов. Истинные анастомозы второй подгруппы имеют в подэндотелиальном слое специальные сократительные устройства в виде подушек, которые образованы продольно расположенными мышечными клетками. Благодаря сокращению мышечных подушечек, которые выпирают в просвет анастомоза, идет прекращение кровотока.

К этой же подгруппе относятся анастомозы эпителиоидного типа, которые подразделяются на простые и сложные.

Простые имеют в средней оболочке два слоя гладкомышечных клеток - внутренний продольный и внешний циркулярный, при приближении к венозному концу у этого вида анастомозов определяются короткие, овальные, светлые клетки, подобные эпителиальным. В венозном отделе стенка такого артериоло-венулярного анастомоза очень тонкая и содержит в средней оболочке небольшое количество циркулярно расположенных мышечных клеток. Наружная оболочка представлена рыхлой соединительной ткани. В сложных, или клубочковых, анастомозах эпителиоидного типа, в отличие от простых, приносящая артериола разделяется на 2-4 веточки, которые переходят в венозный сегмент.

Атипичные, артериоло-венулярные анастомозы, или полушунты - это соединение артериол и венул через короткий сосуд капиллярного типа, потому кровь, которая переходит в венозное русло, не является чисто артериальной.

**14. Лимфатические сосуды (*vasae lymphaticae*)** относят к части лимфатической системы, включающей также лимфатические узлы. Лимфатические сосуды топографически тесно связаны с кровеносными сосудами, особенно в участке расположения микроциркуляторного русла. Здесь образуется тканевая жидкость и отсюда она поступает в лимфатическое русло. Лимфатические сосуды разделяют на:

- 1) лимфатические капилляры;
- 2) интра- и экстраорганные лимфатические сосуды, отводящие лимфу от органов, а также основные лимфатические стволы тела, к которым принадлежат грудной проток и правый лимфатический проток, впадающие в глубокие яремные вены. К ним из тканей поступает тканевая жидкость вместе с продуктами обмена веществ, а в патологических случаях - посторонние частицы, микроорганизмы, клетки злокачественных опухолей.

**15. Лимфатические капилляры** – это система слепо законченных сплюснутых эндотелиальных трубок, анастомозирующих между собой. Они пронизывают органы или сопровождают гемокапилляры. Строение стенки лимфокапилляров сравнительно с гемокапиллярами имеет такие особенности:

- 1) большие эндотелиальные клетки (в три-четыре раза больше, чем в гемокапиллярах);
- 2) базальная мембрана не сплошная;
- 3) перициты отсутствуют;
- 4) наличие якорных фибрилл, фиксирующих эндотелиоциты лимфокапилляра к коллагеновым волокнам соединительной ткани, которая окружает эти сосуды;
- 5) диаметр лимфатических капилляров в несколько раз больше, чем соответствующих кровеносных.

**16. Особенности строения отводящих лимфатических сосудов.** Отводящие лимфатические сосуды своим строением напоминают вены, что объясняется в обоих типах сосудов низким давлением и малой скоростью тока жидкости, а также направлением ее тока от органов к сердцу. Особенности строения лимфатических сосудов - это наличие клапанов и хорошо развитая внешняя оболочка.

В зависимости от диаметра лимфатические сосуды разделяют на мелкие, средние и большие, а в зависимости от строения стенки — на **мышечные** и **безмышечные**.

Безмышечные лимфатические сосуды мелкие, диаметром 30-40 мкм, стенка их не содержит мышечные клетки и построена лишь из эндотелия и соединительнотканной оболочки. Средние и большие лимфатические сосуды имеют в своем составе три хорошо развитые оболочки: внутреннюю, среднюю и наружную.

**17. Строение основных лимфатических стволов.** Особенности строения основных лимфатических стволов можно рассмотреть на примере грудного лимфатического протока, стенка которого на разных уровнях имеет неодинаковое строение. Наиболее развита она на уровне диафрагмы, где имеет четко отделенные три оболочки и напоминает нижнюю полую вену. Наружная оболочка грудного лимфатического протока в 3-4 раза толще, чем внутренняя и средняя. В грудном лимфатическом протоке толщина мышечных слоев уменьшается в направлении движения лимфы, и стенка его в месте впадения в яремную вену в 2-3 раза тоньше, чем на уровне диафрагмы. Вдоль грудного протока насчитывается до девяти полулунных клапанов, в их створках локализируются одиночные поперечно ориентированные гладкомышечные клетки.

## РАЗДЕЛ 2. ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ

### Содержание темы.

#### **1. Общая характеристика органов кроветворения и иммунной защиты.**

Система кроветворения и иммунной защиты включает в себя следующие органы: **красный костный мозг, тимус, лимфоидные элементы** в стенке пищеварительного тракта и дыхательных путей, **лимфатические узлы, гемолимфатические узлы, селезенку.**

Кроме структур, имеющих органное строение, к иммунной системе относят также многочисленные диффузные скопления лимфоидной ткани и расположенные повсеместно в организме лимфоциты, макрофаги и антигенпредставляющие клетки, а также лимфоциты и моноциты крови и лимфы. **Функция** органов кроветворения и иммуногенеза:

- 1) участие во взаимосвязанных процессах кроветворения и иммуноцитопоеза;
- 2) обеспечение защиты от микроорганизмов, инородных антигенов;
- 3) иммунный надзор за деятельностью собственных клеток организма.

Нормальное функционирование этой системы в организме имеет исключительную важность, о чем свидетельствует тот факт, что два опаснейших и практически неизлечимых патологических состояния — синдром приобретенного иммунного дефицита (СПИД) и злокачественные новообразования – самым непосредственным образом связаны с поражениями органов иммунной системы. И отсутствие на сегодняшний день эффективных методов лечения этих заболеваний свидетельствует о сложности процессов иммунной защиты и тесной взаимосвязи всех органов этой системы между собой.

#### **2. Классификация органов кроветворения и иммунной защиты. К**

**центральные органы кроветворения** относят: **красный костный мозг и тимус.** Все другие – **периферические органы.** **Функция** центральных органов системы иммунной защиты:

- 1) образование всех видов форменных элементов крови;
- 2) обеспечение необходимых условий для антигеннезависимой пролиферации и дифференцировки лимфоцитов.

В периферических органах иммуногенеза осуществляется:

- 1) уничтожение (элиминация) клеток крови, которые завершили свой жизненный цикл (эритроциты, тромбоциты);
- 2) дифференцировка под воздействием антигенов эффекторных клеток (Т- и В-лимфоцитов), которые обеспечивают иммунитет - защиту организма от генетически чужеродного материала.

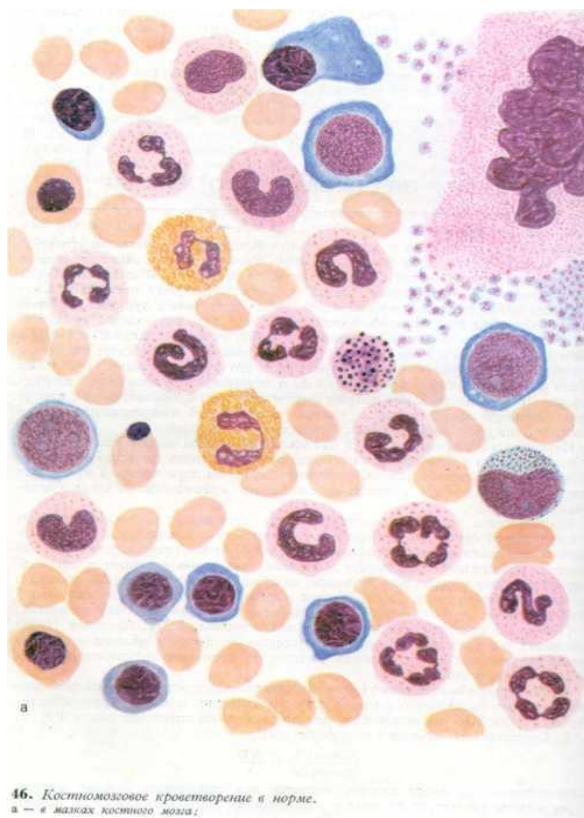
### **3. Общий план строения органов кроветворения и иммунной защиты.**

- 1) Все органы кроветворения и иммунной защиты имеют стромальный компонент, который представлен ретикулярной тканью, образующей каркас и микроокружение для всех созревающих форменных элементов крови.
- 2) Органах кроветворения являются депо для крови и лимфы, там осуществляется их очистка от посторонних частиц.

Основные принципы строения органов кроветворения и иммуногенеза отображают функцию, которую они выполняют.

1. Стромальные элементы в каждом органе имеют характерные признаки и выполняют опорную, трофическую и регуляторную функцию.
2. В органах кроветворения есть особенные кровеносные или лимфатические сосуды, которые обеспечивают выполнение ряда специфических функций.
3. Есть большое количество макрофагов, принимающих участие в фагоцитозе разрушенных клеток и их фрагментов.

**4. Характеристика красного костного мозга. Красный костный мозг (*medulla ossium rubra*)** – центральный орган кроветворения и иммуноцитогенеза, который содержит стволовые кроветворные клетки, и где происходит размножение и дифференцировка клеток миелоидного и лимфоидного рядов, в результате чего образуются эритроциты, тромбоциты,



гранулоциты, моноциты, В-лимфоциты и предшественники Т-лимфоцитов. В норме во взрослом организме красный костный мозг размещен в эпифизах трубчатых костей и в губчатом веществе плоских костей. Общая масса красного костного мозга составляет до 4-5% массы организма, что при наличии массы тела 70 кг составляет 3-3,5 кг. Костный мозг на вид темно-красного цвета и имеет полужидкую консистенцию.

**5. Развитие красного костного мозга.** Формирование красного костного мозга начинается на втором месяце эмбриогенеза в ключице эмбриона. На 5-7-ом месяце эмбрионального развития красный костный мозг начинает функционировать как основной кроветворный орган - в этот период в нем преобладают процессы эритропоэза. В детском возрасте красный костный мозг заполняет диафизы и эпифизы трубчатых костей, а также плоские кости.

Недавно в составе красного костного мозга взрослых обнаружены плюрипотентные клетки-предшественницы и мезенхимные стволовые клетки, которые в случае получения соответствующих стимулов могут трансформироваться в клетки мышц, хряща, кости, жировой ткани.

**6. Строение красного костного мозга.** В состав красного костного мозга входят три компонента:

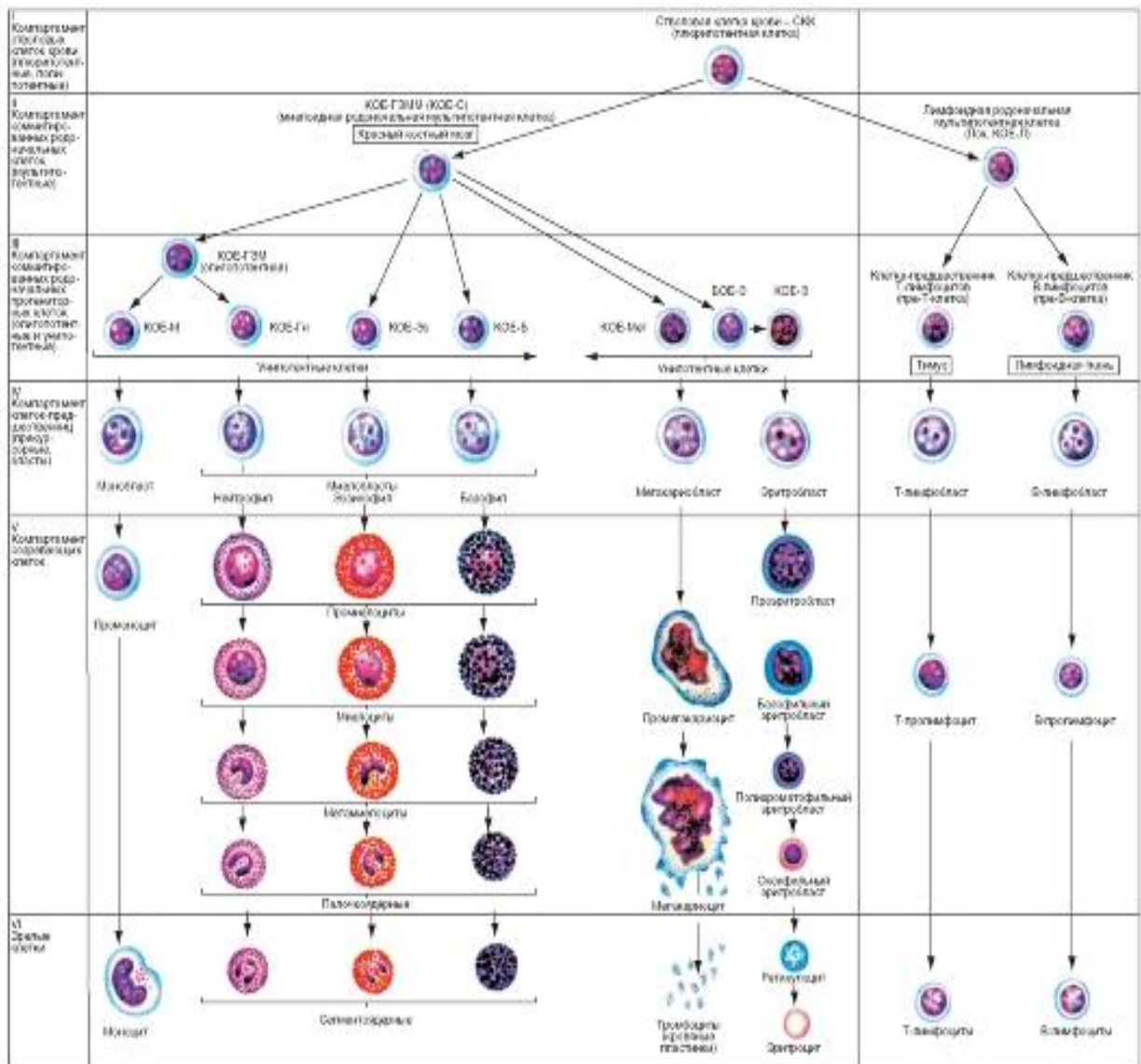
1) **гемопоэтический компонент** – образован клетками миелоцитарного и лимфоцитарного рядов на разных стадиях развития. В нем ходится самоподдерживающаяся популяция плюрипотентных стволовых клеток (1/2000 клеток мозга).



2) **стромальный компонент** – ретикулярные клетки и волокна, которые образуют трехмерную сетку; макрофаги; адипоциты (жировые клетки); клетки эндоста.

3) **сосудистый компонент**: особенностью является наличие посткапиллярных (венозных) синусов – тонкостенных анастомозирующих сосудов диаметром 50 – 70 мкм. Стенка синусов покрыта тонким эндотелием, который может отличить зрелые форменные элементы гемопоэтического компонента от незрелых, и не пропускает последние в просвет синуса через цитоплазматические поры. Базальная мембрана в этих сосудах отсутствует. Наружный слой стенки синусов образован адвентициальными клетками.

Синусы имеют сфинктеры и способны временно выключаться из кровотока, играя роль “отстойников”, в которых созревают форменные элементы. К ним извне прилегают макрофаги, проникающие своими отростками в просвет синусов.



**7. Взаимодействие гемопоэтического, стромального и сосудистого компонентов красного костного мозга.** Трабекулы губчатых костей образуют опору (грубую строму) для ретикулярной ткани, которая, в свою очередь, является каркасом (тонкой стромой) для гемопоэтических клеток – стволовых, полустволовых, а также следующих классов клеток дифферонов эритроцитарного, тромбоцитарного, гранулоцитарного, моноцитарного и лимфоцитарного рядов. Для гемопоэтических клеток характерно формирование островков гемопоэза, в которых размещены клетки того или другого гистогенетического ряда. Процессы пролиферации и созревания клеток идут интенсивнее всего вблизи эндоста.

**8. Возрастные изменения красного костного мозга.** Красный костный мозг в детском возрасте заполняет эпифизы и диафизы трубчатых костей и находится в губчатом веществе плоских костей. В 12 – 18 лет красный костный мозг в диафизах трубчатых костей заменяется на желтый. В преклонном возрасте костный мозг (красный и желтый) принимает жидкую консистенцию и тогда он имеет название желатинового костного мозга. Нужно отметить, что этот вид костного мозга может встречаться в более раннем возрасте, например при развитии костей черепа и лица.

**9. Особенности кровоснабжения красного костного мозга.** Красный костный мозг хорошо васкуляризирован, наличие в нем гемокапилляров пористого типа (синусоидов) обеспечивает возможность выхода зрелых клеток крови в кровообращение.

**10. Гуморальная регуляция гемоцитопоза в красном костном мозге.** Гуморальная регуляция гемоцитопоза обеспечивает контроль пролиферации и дифференцирования гемопоэтических клеток в разных направлениях. Она осуществляется факторами, которые влияют на один или несколько типов клеток как гормоны (дистантно) или локально, связываясь со специфическими мембранами рецепторов. К этим факторам относят:

1. **эритропоэтин** – который производится в почках и стимулирует эритропоэз,
2. **колониестимулирующий фактор** – производится Т – лимфоцитами, стромальными клетками красного костного мозга, эндотелием, стимулирует развитие гранулоцитов и моноцитов,
3. **интерлейкины** – производятся Т – лимфоцитами, стромальными клетками, эндотелием, стимулирует эритро -, гранулоцито- и моноцитопоз (ИЛ-3), а также лимфоцитопоз (ИЛ-7).

**11. Регенерация красного костного мозга.** Красный костный мозг имеет высокую физиологическую и репаративную регенеративную способность.

Источником образования гемопоэтических клеток есть стволовые клетки, которые находятся в тесном взаимодействии с ретикулярной стромальной тканью. Скорость регенерации костного мозга в значительной степени связана с микроокружением и специальными стимулирующими факторами гемопоэза. Факторы роста включают колониестимулирующие факторы (КСФ), интерлейкины и гликопротеины, действующие как циркулирующие гормоны, так и как местные медиаторы, регулирующие гемопоэз.

## **12. Красный костный мозг – центральный орган иммуноцитопоза.**

Красный костный мозг вместе с обеспечением миелоидного кроветворения является **центральным органом иммунной системы**, аналогом фабрициевой сумки птиц. В нем обеспечивается антигеннезависимое дифференцирование В-лимфоцитов из их предшественников. Зрелые В-клетки покидают костный мозг и заселяют В-зависимые зоны периферических органов иммунной системы.

## **13. Желтый костный мозг.**

Желтый костный мозг у взрослых людей находится в диафизах трубчатых костей. В его составе содержатся многочисленные жировые клетки – адипоциты. Благодаря содержанию в жировых клетках пигментов типа липохромов костный мозг в диафизах имеет желтый цвет, что и определяет его название. В привычных обстоятельствах желтый костный мозг не выполняет кроветворную функцию, но в случаях тяжелых кровопотерь при некоторых патологических особенностях организма в нем появляются островки миелопоэза, благодаря дифференцированию стволовых и полустволовых клеток, приносящихся сюда с кровью. Резкой границы между желтым и красным костным мозгом не существует. Небольшое количество жировых клеток постоянно встречается и в красном костном мозге. Соотношение желтого и красного костного мозга может изменяться в зависимости от условий питания, возраста, нервных, эндокринных и других факторов.

**14. Общая характеристика тимуса как центрального органа лимфоцитопоэза и иммуногенеза.** Тимус (*thymus*) - центральный орган иммуногенеза, в котором происходит пролиферация (размножение) и дозревание (**антигеннезависимая дифференциация**) Т-лимфоцитов.

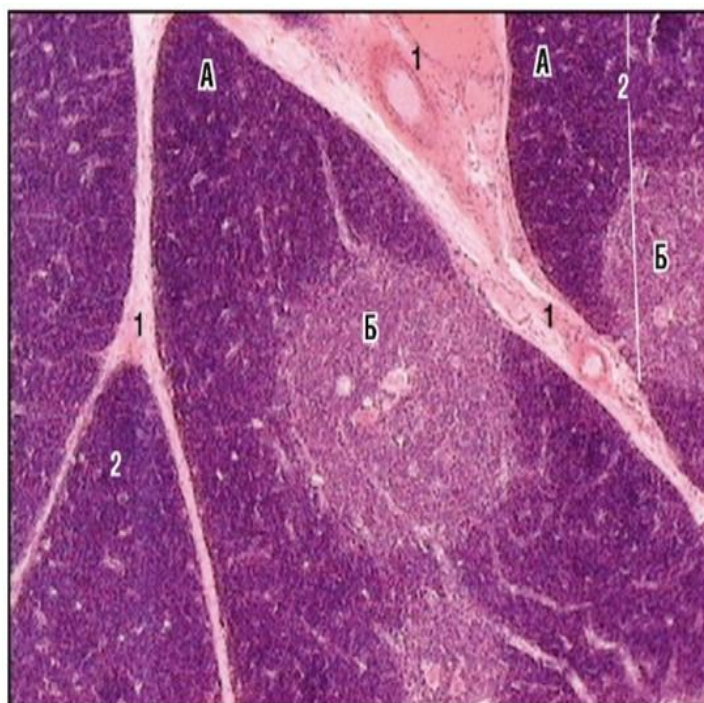
Клетки стромы тимуса синтезируют ряд регуляторных пептидов, а именно: тимозин, тимулин, тимопоэтин и другие пептиды, благодаря которым регулируется размножение и дозревание Т-лимфоцитов в центральных и периферических органах иммуногенеза. Помимо этого там образуются другие биологически активные вещества: инсулиноподобный фактор (понижает уровень сахара в крови), кальцитониноподобный фактор (снижает в крови уровень кальция), фактор роста (обеспечивает рост тела). Удаление тимуса (тимэктомия) у новорожденных животных вызывает резкое снижение пролиферации лимфоцитов во всех лимфатических узлах.

**15. Общий план строения и локализация тимуса.** Строма: грубая строма - снаружи тимус покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь органа входят перегородки или трабекулы, разделяющие его на дольки.

Структурно-функциональной единицей органа является **долька тимуса**. Центральный участок дольки на гистологических препаратах окрашивается светлее, чем периферический и имеет название **мозгового вещества**, более темная периферия дольки - **корковое вещество**.

Тонкая строма – **эпителиоретикулоциты**, особые эпителиальные клетки звездчатой формы, которые контактируют своими отростками, образуя сетку и составляя каркас дольки.

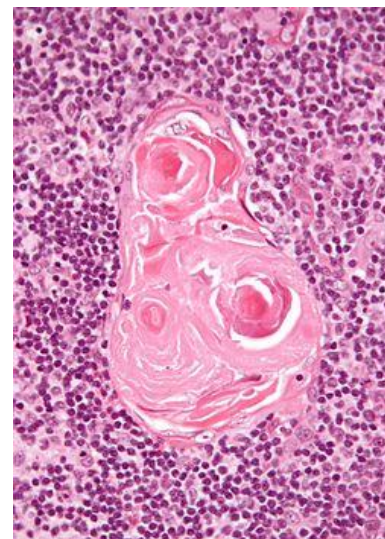
Между эпителиоретикулоцитами находятся преимущественно Т-лимфоцитами, в меньшей степени встречаются макрофаги - это паренхима тимуса. Среди клеточных элементов тимуса незначительную часть составляют фибробласты, миофибробласты, а также тканевые базофилы.



**16. Морфология коркового вещества тимуса.** В корковое вещество тимуса из красного костного мозга переносятся предшественники Т-лимфоцитов (лимфобласты). Здесь происходит их размножение (пролиферация), а также антигеннезависимая дифференцировка под действием тимозина, который продуцируют эпителиоретикулярной стромой, а также выборочный фагоцитоз части новообразованных клеток макрофагами. Только 3-5% клеток выходят из тимуса при помощи посткапиллярных венул и переносятся в Т-зависимые зоны периферических органов иммуногенеза. Селекция (отбор) лимфоцитов происходит при участии эпителиоретикулоцитов. Тимус покидают клетки, которые не реагируют на собственные белки главного комплекса гистосовместимости (МНС-I), то есть не воспринимают клетки своего организма как чужие. Клетки, которые имеют рецепторы к собственным антигенам организма, погибают путем апоптоза.

В корковом веществе дольки тимуса компактно располагаются малые и средние лимфоциты, их окружают макрофаги и эпителиоретикулоциты, а также Т-лимфобласты, которые локализуются преимущественно по периферии долек. Эпителиоретикулоциты, макрофаги и дендритные клетки

субкапсулярной зоны тимуса создают микроокружение и необходимые условия для созревания Т-лимфоцитов (timoцитов), поэтому их часто называют тимусными клетками-няньками.



### **17. Морфология мозгового вещества тимуса.**

Лимфоциты мозгового вещества размещены менее компактно по сравнению с корковым веществом (до 90% лимфоцитов тимуса содержится в корковом веществе и только 10% — в мозговом), окружены эпителиоретикулоцитами и макрофагами. В мозговом веществе содержится так называемый рециркулирующий пул Т-лимфоцитов, которые могут поступать в кровь, а потом выходить из кровотока через посткапиллярные венулы и возвращаться в мозговое вещество. Также в мозговом веществе тимуса можно обнаружить характерные концентрические наслоения эпителиальных клеток, которые имеют название **телец Гассалья**.

**18. Гемато-тимусный барьер.** Корковое и мозговое вещество долек тимуса имеет особенности строения микроциркуляторного русла. В частности, лимфоциты коркового вещества отграничены от просвета гемокапилляров так называемым **гематотимусным барьером**. В состав барьера входят:

- 1) эндотелий капилляра;
- 2) базальная мембрана капилляра;
- 3) перикапиллярное пространство, содержащее волокна и макрофаги;
- 4) базальная мембрана эпителиоретикулярных клеток;
- 5) цитоплазма эпителиоретикулярных клеток.

Гематотимусный барьер закрывает доступ антигенам из сосудистого русла к лимфоцитам, созревающим в корковом веществе и имеющим циторецепторы к собственным антигенам организма, это предотвращает развитие аутоиммунных реакций (повреждение собственных клеток и тканей

организма). В мозговом веществе гематотимусный барьер отсутствует, что создает предпосылки для рециркуляции Т-лимфоцитов.

**19. Развитие и возрастные изменения тимуса.** Тимус человека формируется на пятой неделе эмбриогенеза в виде утолщения эпителия третьей - четвертой пар глоточных карманов. В конце второго месяца эпителиальную строму тимуса заселяют первые лимфоциты. На третьем месяце появляются дольки, среди которых можно различить корковое и мозговое вещества, становятся заметными тельца Гассалья. Максимальной массы орган достигает в раннем детском возрасте. В течение всей жизни человека в тимусе происходят изменения, которые получили название возрастной инволюции.

**20. Возрастная инволюция тимуса.** Она заключается в постепенном замещении паренхиматозных элементов тимуса жировой и рыхлой соединительной тканью, уменьшении массы органа. Тельца Гассалья сохраняются дольше. В возрастной инволюции тимуса различают четыре фазы: быструю (к 10-летнему возрасту), медленную (с 10 до 25 годов), ускоренную (от 25 до 40 годов), замедленную (после 40 годов). Скорость возрастной инволюции тимуса в значительной мере определяется гормональным статусом организма. У людей старшего возраста тимус полностью замещается жировой тканью и превращается в жировое тело.

**21. Акцидентальная инволюция тимуса и его регенерация.** Отсутствие возрастной инволюции тимуса - проявление тяжелой патологии, которая имеет название **тимиколимфатического статуса**. Обычно это состояние сопровождается недостаточностью глюкокортикоидной функции коры надпочечников, разрастанием лимфоидной ткани в органах. При наличии тимиколимфатического статуса резко падает сопротивляемость организма к инфекциям, интоксикациям, растет угроза возникновения злокачественных новообразований.



В случае действия на организм неблагоприятных факторов: стресса, травм, голода, интоксикаций, инфекций - наблюдается так называемая **акцидентальная** инволюция тимуса. Она сопровождается массовой гибелью лимфоцитов под действием кортикостероидов, а также увеличением количества и размеров телец Гассала. Сначала лимфоциты исчезают из коркового вещества, в результате чего на этой стадии инволюции сглаживается разница между корковым и мозговым веществом долек тимуса. Акцидентальная инволюция тимуса является морфологическим проявлением защитных реакций организма.

### РАЗДЕЛ 3. ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ. СЕЛЕЗЕНКА. ЛИМФАТИЧЕСКИЙ УЗЕЛ. МИНДАЛИНЫ.

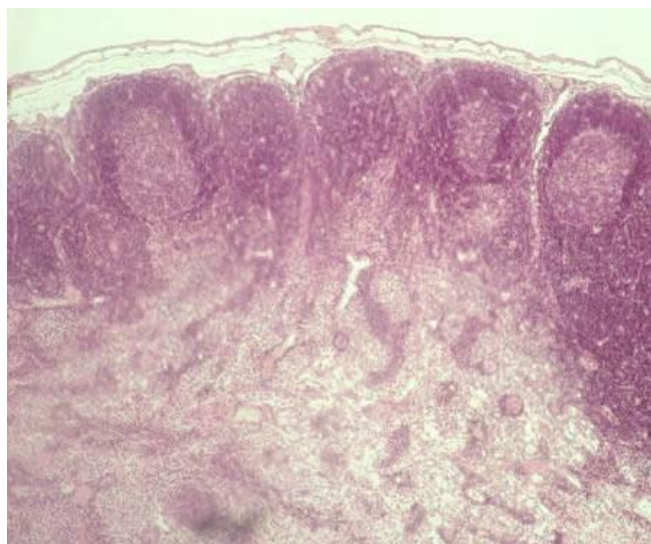
#### Содержание темы.

**1. Общая характеристика и функциональное значение лимфатических узлов.** Лимфатические узлы (*nodī lymphaticī*) – периферические органы иммунной системы, имеющие бобовидную форму и располагающиеся по ходу лимфатических сосудов. **Функция** - в них происходит антигензависимое размножение В- и Т-лимфоцитов, приобретение ими иммунной компетенции, а также очистка лимфы от посторонних частиц. По топографии в них можно выделить: узлы тела (соматические), внутренностей (висцеральные) и смешанные, которые собирают лимфу от всех органов. Размер лимфатических узлов составляет примерно 5-10 мм.

Лимфатический узел состоит из **стромы**, которая представлена соединительнотканной капсулой, внутрь органа от нее отходят соединительнотканые перегородки (трабекулы). В капсуле некоторых лимфатических узлов находятся гладкомышечные клетки, участвующие в формировании опорно-сократительного аппарата узла. Остов (**тонкую строму**) формирует ретикулярная ткань.

**Паренхима** узла образована В- и Т-лимфоцитами. В паренхиме лимфатических узлов различают корковое и мозговое вещество.

**2. Развитие лимфатических узлов.** В процессе эмбрионального развития первые лимфатические узлы у зародыша человека появляются в конце второго месяца в виде скоплений клеток мезенхимы вокруг лимфатических сосудов. Из наружного слоя



мезенхимы впоследствии формируются капсула и трабекулы, из внутреннего - ретикулярная строма узлов. Мозговые тяжи и лимфатические узелки формируются в конце четвертого месяца эмбриогенеза, благодаря выходу лимфобластов из костного мозга. Далее заселяется паракортикальная зона (тимусзависимая) и лимфатические узлы обогащаются макрофагами. Характерные для взрослого организма морфологические признаки лимфатические узлы приобретают в конце пятого месяца внутриутробного развития. В течение первых трех лет жизни ребенка они полностью завершают свое формирование. В случае иммунизации организма в процессе жизнедеятельности и становления его защитных функций в лимфатических узелках появляются реактивные центры. В старческом возрасте количество реактивных центров в узелках уменьшается, Реактивные центры фагоцитарная активность макрофагов снижается, часть узлов атрофируется, они замещаются жировой тканью.

**3. Корковое вещество лимфатических узлов. Корковое вещество** образовано размещенными под капсулой лимфатическими узелками (**фолликулами**) — шаровидными скоплениями В-лимфоцитов диаметром 0,5-1 мм. Кроме В-лимфоцитов в состав лимфоидных фолликулов лимфоузла входят как типичные макрофаги, так и особенная их разновидность, имеющая название **дендритных клеток**. Снаружи узелок покрыт **ретикулоэндотелиоцитами**, которые совмещают морфологию ретикулярных клеток с функцией эндотелия, так как они выстилают синусы лимфатических узлов. Среди ретикулоэндотелиоцитов встречается достаточное количество фиксированных макрофагов, или так называемых **береговых клеток**.

В каждом узелке определяется **светлый реактивный (герминативный) центр**, где происходит размножение лимфоцитов и локализуются преимущественно В-лимфобласты, и темную **периферическую зону**, в которой плотно расположены малые и средние лимфоциты. Морфологическими признаками антигенной стимуляции организма является

увеличение количества и размеров реактивных центров узелков лимфатических узлов.

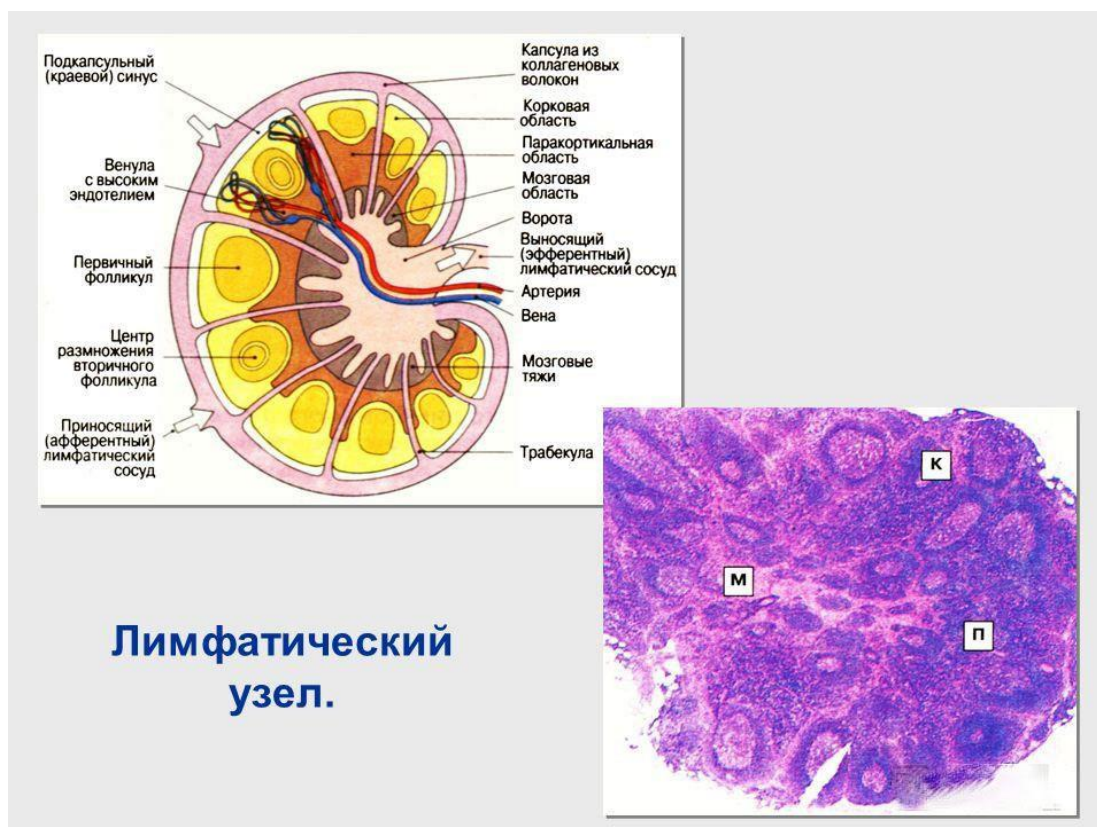
**4. Мозговое вещество и строение и значение синусов.** Мозговое вещество лимфатического узла образовано мозговыми тяжами и мозговыми синусами. **Мозговые тяжи** - лентовидной формы скоплениями В-лимфоцитов, плазмоцитов и макрофагов, вытянутых в направлении от ворот узла к лимфатическим узелкам. Внешне мозговые тяжи, как и узелки коркового вещества, покрыты **ретикулоэндотелиоцитами**. Между слоями ретикулоэндотелиоцитов, которые покрывают лимфатические узелки и мозговые тяжи с одной стороны и соединительнотканной стромой (капсула и трабекулы) – с другой, есть щелевые промежутки, которые называются **синусами**. К системе синусов лимфатического узла принадлежат:

- 1) **краевой синус** (размещенный между капсулой и узелками), **корковые синусы** (между узелками и трабекулами);
- 2) **мозговые синусы** (между мозговыми тяжами и трабекулами);
- 3) **синус ворот (воротный)** (в участке вогнутой части - ворот лимфатического узла).

По системе синусов осуществляется циркуляция лимфы от краевого синуса, куда впадают приносящие лимфатические сосуды, через промежуточные синусы по направлению к синусу ворот, откуда лимфа будет оттекать системой выносящих лимфатических сосудов. При этом лимфа обогащается иммунокомпетентными Т- и В-лимфоцитами, клетками памяти, иммуноглобулинами (антителами), а также очищается от посторонних частиц, благодаря фагоцитозу береговыми макрофагами.

**5. Паракортикальная зона.** Паракортикальная зона – это диффузное скопление Т-лимфоцитов, которое располагается между мозговыми тяжами и узелками, соответственно, между мозговым и корковым веществом лимфатического узла.

Для этой зоны характерны венулы с кубическими эндотелиальными клетками. Макрофаги в здесь представлены разновидностью, так называемых, **интердигитирующих** клеток. Они имеют пальцевидные отростки, которыми контактируют между собой. Их функцией является синтез веществ, которые стимулируют пролиферацию Т-лимфоцитов. Таким образом, Т-зависимой зоной лимфоузла является паракортикальный слой, а В-зависимыми - корковое и мозговое вещества.



**6. Участие лимфатических узлов в пролиферации, дифференцировании и созревании Т – и В – лимфоцитов.** Механизмы функционирования лимфатического узла предусматривают тесную взаимосвязь всех его структурных компонентов:

1. Береговые клетки и типичные макрофаги лимфатических узелков фагоцитируют посторонние частицы, которые с лимфой проходят через систему синусов лимфатического узла. Макрофаги при участии ферментов лизосом осуществляют превращение антигенов фагоцитированных частиц из корпускулярной формы в молекулярную, которая и вызывает иммунный ответ

в виде: пролиферации лимфоцитов, превращении Т-лимфоцитов в Т-киллеры, Т-хелперы, Т-супрессоры, а В-лимфоцитов в плазмоциты (продукция антител), с последующим образованием клетки памяти.

2. Превращение активированных антигенами В-лимфоцитов в плазмоциты происходит в мозговых тяжах, куда они перемещаются из лимфатических узелков.

3. Образовавшиеся после иммунного ответа клетки памяти выходят в сосудистое русло. Впоследствии, при повторной встрече с антигеном из них будут формироваться эффекторные клетки.

Разновидность макрофагов, так называемые дендритные клетки узелков коркового вещества, способны фиксировать на своей поверхности комплексы антител с антигенами, поэтому они выступают антигенпредставляющими клетками. При контакте с дендритными клетками, В-лимфоциты стимулируются к выработке антител.

Находящиеся в паракортикальной зоне интердигитирующие клетки способны выделять биологически активные вещества и тем самым стимулировать пролиферацию и созревание Т-лимфоцитов, и их превращение в эффекторные клетки (Т-киллеры).

## **7. Общий план строения и функциональное значение селезенки.**

**Селезенка (splen,lien)** - непарный орган, размещенный в брюшной полости. Селезенка локализуется в левом подреберье и имеет вытянутую форму. К ее **функциям** относят:

- 1) пролиферацию и антигензависимую дифференцировку лимфоцитов;
- 2) разрушение эритроцитов и тромбоцитов, завершивших свой жизненный цикл;
- 3) депонирование крови и железа;
- 4) синтез биологически активные вещества (спленин, фактор угнетения эритропоэза);
- 5) в эмбриональном периоде является универсальным органом гемопоэза.

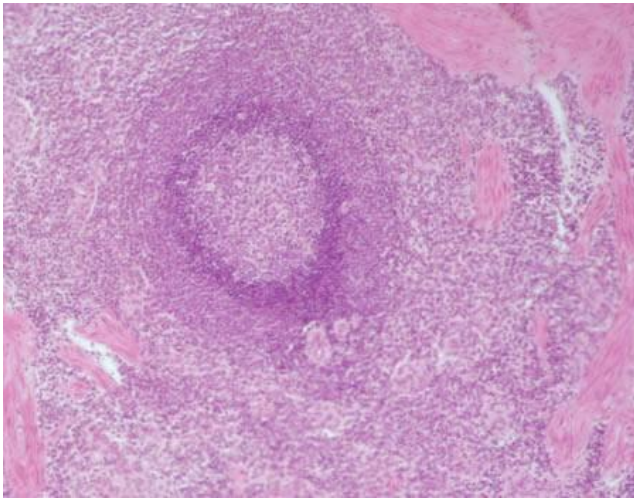


Селезенка имеет **строму**, которая представлена соединительнотканной капсулой, отдающей внутрь органа перегородки (трабекулы). В капсуле и трабекулах, кроме большого количества коллагеновых и эластических волокон, содержатся пучки гладкомышечных клеток, что все вместе создает опорно-сократительный аппарат селезенки.

Тонкой стороной селезенки служит ретикулярная ткань. **Паренхима** селезенки представлена **красной** и **белой пульпой**.

**8. Развитие селезенки.** Закладка будущей селезенки представлена скоплением клеток мезенхимы в дорсальной брыжейке пронизанных сосудами и осуществляется в начале второго месяца эмбриогенеза. Из мезенхимы формируется ретикулярная ткань, которую впоследствии заселяют стволовые клетки крови. Периартериальная тимусзависимая зона в селезенке дифференцируется на третьем месяце эмбриогенеза, реактивные центры и краевые зоны узелков формируются на пятом, а красную пульпу можно различить на шестом месяце. Явления миелоидного гемопоэза в селезенке нарастают с третьего по пятый месяц эмбриогенеза, и она в это время выполняет функции универсального органа кроветворения. Начиная с шестого месяца, и до рождения ребенка миелоидное кроветворение угасает, его вытесняют процессы лимфоцитопоэза.

**9. Строение, клеточный состав и значение белой пульпы селезенки.** Белая пульпа составляет около 20% массы органа и представлена **лимфатическими узелками (фолликулами)** и **периартериальными влагалищами** селезенки. Данные структуры образованы лимфоцитами, плазмочитами, макрофагами, дендритными и интердигитирующими клетками.



Лимфатический узелок (так называемое тельце Мальпиги, диаметром 0,3-0,5 мм) окружен ретикулоэндотелиальными клетками и имеет четыре зоны:

- 1) **периартериальную;**
- 2) **светлый (реактивный, или герминативный) центр**
- размножения;
- 3) **мантийную;**
- 4) **краевую.**

Периартериальная зона представляет собой скопление Т-лимфоцитов вокруг артерии лимфатического узелка, или так называемой **центральной артерии** селезенки. Эта зона обогащена антигенпредставляющими интердигитирующими клетками — макрофагами, которые способны фиксировать на своей поверхности комплексы антител с антигенами и вызывать пролиферацию и созревание Т-лимфоцитов. Периартериальная зона узелков селезенки является аналогом тимусзависимой паракортикальной зоны лимфатических узлов.

Реактивные центры в лимфатических узелках селезенки и в лимфатических узлах являются образованиями, которые сходны по структуре и функции. В их состав входят В-лимфобласты, типичные макрофаги, а также дендритные и ретикулярные клетки. Реактивные центры появляются в узелках в ответ на антигенную стимуляцию.

Темная мантийная зона образована из компактно размещенных малых В-лимфоцитов и незначительного количества Т-лимфоцитов, плазмоцитов и макрофагов.

Краевая зона - место перехода белой пульпы в красную - образована В- и Т-лимфоцитами, макрофагами и окружена синусоидными гемокапиллярами. После созревания лимфоцитов происходит их переход из светлого центра и



периартериальной зоны в мантийную и краевую зоны со следующим выходом в кровотоки.

## Белая пульпа

- 2-22% объема.
- Представляет собой совокупность скоплений лимфоцитов которые образуются и располагаются вдоль артериальных сосудов выходящих из трабекул.
- Делится на Т- и В-зоны, в зависимости от специализации лимфоцитов ее формирующих.
- Непосредственно вдоль артерий пульпы формируются скопления Т-лимфоцитов (периартериальные лимфоидные муфты — ПАЛМ).
- На протяжении хода артерий образуются лимфатические фолликулы (мальпигиевы тельца) – зоны накопления В-лимфоцитов.
- На границе красной и белой пульпы выделяют маргинальную зону. В ней накапливаются продуцирующие антитела плазматические клетки.



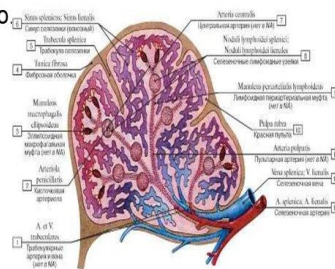
**Лимфатические периартериальные влагалища** - это вытянутой формы скопления лимфоцитов, которые в виде муфт охватывают артерии белой пульпы и с одной стороны продолжают в лимфатические узелки селезенки. Их зоны распределены таким образом, что ближе к просвету сосуда, в центральной части влагалища, концентрируются В-лимфоциты и плазмоциты, а на периферии - Т-лимфоциты.

**10. Строение, клеточный состав и значение красной пульпы. Красная пульпа** составляет около 80% массы селезенки - это скопление форменных элементов крови, которые располагаются или в окружении ретикулярных клеток, или в системе сосудистых синусов селезенки. Те участки красной пульпы, которые локализованы между синусами, носят название **тяжей Бильрота**.

В них осуществляются процессы превращения В-лимфоцитов в плазмциты, а также моноцитов в макрофаги. Макрофаги селезенки обладают способностью узнавать и разрушать старые или поврежденные эритроциты и тромбоциты.

## Красная пульпа

- Составляет 75% объема.
- Состоит из венозных синусов окруженных ретикулярной тканью.
- Промежутки между трабекулами образованные клетками пульпы спленоцитами носят название мягкотных тяжей.
- Пространства между тяжами и синусами заполнено клетками крови.
- Заселена большим количеством макрофагов, которые участвуют в реутилизации атомов железа гемоглобина погибающих здесь старых эритроцитов и тромбоцитов.



Гемоглобин разрушенных эритроцитов становится источником железа для синтеза билирубина и трансферрина. Молекулы железа накапливаются в макрофагах, которые впоследствии переносят его в красный костный мозг для образования новых эритроцитов.

**11. Особенности кровоснабжения селезенки.** Сосудистая система селезенки имеет ряд особенностей, которые позволяют органу выполнять его функции. В ворота селезенки входит **селезеночная артерия**, которая распадается на ветви, проходящие в трабекулах селезенки - **трабекулярные артерии**. Трабекулярные артерии, в свою очередь, разделяются на артерии белой пульпы селезенки, вокруг них группируются лимфоциты и образуются периартериальные лимфатические влагалища и лимфатические узелки селезенки. Артерии белой пульпы, проходящие через лимфатические узелки, получили название **центральных артерий**, так как они служат центрами выселения лимфоцитов в процессе образования лимфатических узелков в онтогенезе.

Далее центральные артерии переходят в артерии красной пульпы, а последние дают начало **кисточковым артериолам**, которые заканчиваются эллипсоидными капиллярами.

Эллипсоидные капилляры имеют своеобразные "влагалища" из скоплений ретикулярных клеток, макрофагов и лимфоцитов, которые окружают капилляр. В системе **закрытого кровообращения** эллипсоидные капилляры сообщаются с венозными синусами селезенки. Однако, часть капилляров, может открываться непосредственно в красную пульпу, так формируется система **открытого кровообращения** селезенки. Венозные синусы (синусоиды) служат депо крови. Из венозных синусов кровь оттекает в пульпарные вены, дальше - в трабекулярные вены, а из последних - в селезеночную вену.

**12. Возрастные изменения и регенеративные возможности селезенки.** В зрелом возрасте селезенка проявляет значительные репаративные возможности: экспериментально доказана возможность ее возобновления в случае потери 80-90% паренхимы. Масса селезенки несколько уменьшается в возрасте с 20 до 30 лет; в промежутке с 30 до 60 лет она стабильна. В старческом возрасте разрастается соединительнотканная строма, происходит атрофия красной и белой пульпы, снижается содержание среди паренхиматозных элементов макрофагов и лимфоцитов, повышается содержание гранулоцитов и тканевых базофилов, появляются мегакариоцитов. С возрастом утилизация железа из разрушенных в селезенке эритроцитов ухудшается.

**13. Лимфоидные фолликулы (узелки) в стенке воздухоносных путей и пищеварительного канала.** Лимфоидные узелки, или фолликулы (**noduli lymphatici**) в стенке пищеварительной трубки и дыхательных путей человека считают диффузным аналогом сумки Фабрициуса птиц, то есть центральным органом В-лимфоцитопоэза. В них получают рецепторы для разнообразных антигенов (приобретают иммунную компетенцию) В-лимфоциты, которые поступают сюда из красного костного мозга. Лимфоидные узелки - это скопления В- и Т-лимфоцитов шаровидной формы, которые обнаруживаются в

рыхлой соединительной ткани собственной пластинки слизистой оболочки и в подслизистой основе соответствующих отделов пищеварительного и дыхательного путей. В их составе Т-лимфоциты играют лишь вспомогательную роль. Они участвуют в процессах созревания В-лимфоцитов. В-лимфоциты могут выходить в периферическое кровяное русло после приобретения ими иммунной компетенции. Часть этих клеток, возвращаясь назад, трансформируется в плазмциты, которые, кооперируясь с клетками эпителиальной выстилки пищеварительного тракта и дыхательных путей продуцируют иммуноглобулины (антитела) класса А.

**14. Общая характеристика миндалин как периферического органа лимфоцитопоэза и иммуногенеза.** На границе ротовой полости и глотки в слизистой оболочке расположено большое скопление лимфоидной ткани. В совокупности она образует лимфоэпителиальное глоточное кольцо Пирогова, которое окружает вход в дыхательные пути. Наиболее крупные скопления этого кольца называются **миндалинами**.

В зависимости от места расположения различают **небные, трубные, глоточную и язычную** миндалины. Миндалины являются периферическими органами иммуноцитопоэза.

**15. Значение миндалин для организма.** Миндалины выполняют в организме важную защитную функцию уничтожения микробов, которые постоянно попадают из внешней среды в организм сквозь носовые и ротовые отверстия. Вместе с органами, имеющими лимфоидную ткань, миндалины обеспечивают образование лимфоцитов, которые принимают участие в реакциях клеточного и гуморального иммунитета.

**16. Развитие миндалин.** Небные миндалины начинают формироваться на 9 – й неделе эмбриогенеза в виде углублений псевдомногослойного реснитчатого эпителия латеральной стенки глотки. Под углублением компактно

расположены мезенхимные клетки и многочисленные кровеносные сосуды. На 11 – 12-й неделе формируется тонзиллярный синус, его эпителий превращается в многослойный плоский, а ретикулярная ткань дифференцируется из мезенхимы, появляются сосуды, в том числе посткапиллярные венулы с высоким эндотелием. Проходит заселение органа лимфоцитами. На 14 – й неделе среди лимфоцитов появляются главным образом Т – лимфоциты (21 %) и незначительная часть В – лимфоцитов (1 %). На 17 – 18-й неделях появляются первые лимфатические узлы. До 19 – й недели количество Т–лимфоцитов возрастает до 60 %, а В – лимфоцитов до 3 %. Рост эпителия сопровождается формированием в эпителиальных тяжах пробок из ороговевших клеток.

Глоточная миндалина развивается на 4 – й неделе, а язычная – на 5 – й. Миндалины достигают максимального развития в детском возрасте. Начало инволюции совпадает с периодом половой зрелости.

**17. Миндалины. Их локализация и тканевой состав.** Каждая миндалина представлена несколькими складками слизистой оболочки, в собственной пластинке которой расположены многочисленные **лимфатические узелки**. Такая складка носит название **криптолимфон** - это структурно-функциональная единица миндалины. От поверхности миндалины внутрь органа отходят 10 – 20 крипт.

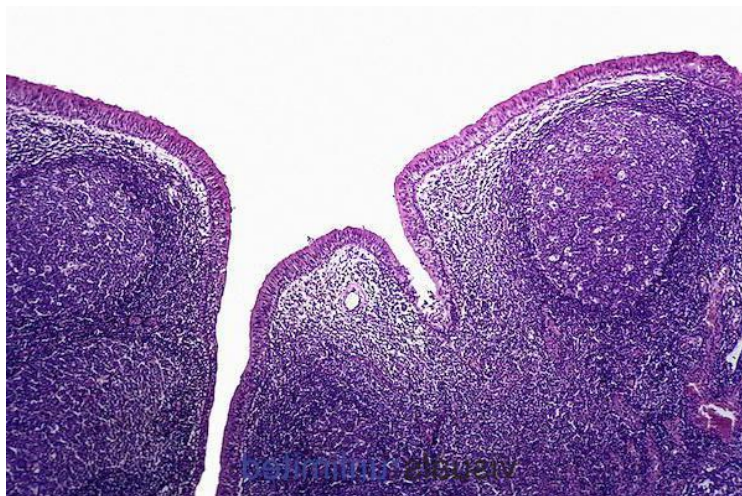
Слизистая оболочка покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием. В криптах эпителий инфильтрирован лимфоцитами и зернистыми лейкоцитами. Лейкоциты имеют способность выходить на поверхность эпителия и передвигаются навстречу бактериям, которые попали в полость рта вместе с едой и воздухом. Микробы в миндалинах активно фагоцитируются лейкоцитами. При этом часть лейкоцитов погибает. Под воздействием микробов и разнообразных ферментов, которые продуцируют лейкоциты, эпителий миндалин часто бывает разрушенный. Однако спустя некоторое

время за счет размножения клеток эпителиального пласта эти участки возобновляются.

### **18. Строение лимфатического узелка (фолликула) миндалины.**

Собственную пластинку слизистой оболочки формирует рыхлая волокнистая соединительная ткань, в ней расположены многочисленные лимфатические узелки. В центре каждого узелка выделяются более светлые участки – **герминативные центры**. Лимфоидные узелки миндалин отграничены один от другого тонкими прослойками соединительной ткани. Мышечная пластинка слизистой оболочки отсутствует. Вокруг миндалины находится **капсула**, которая образована соединительной тканью. В

соединительнотканых перегородках расположены кровеносные и лимфатические сосуды, а также ветви языкоглоточного нерва, который осуществляет иннервацию миндалин. Здесь же находятся концевые



секреторные отделы малых слюнных желез. Протоки этих желез открываются на поверхности слизистой оболочки, расположенной вокруг миндалин. Снаружи от подслизистой оболочки находятся поперечно полосатые мышцы глотки.

## РАЗДЕЛ 4. СИСТЕМА ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ.

### Содержание темы.

**1. Понятие об иммунной системе.** Иммунная система объединяет органы и ткани, в которых проходит образование и взаимодействие клеток, – иммуноцитов, выполняющих функцию распознавания генетически чужих субстанций (антигенов) и осуществляющих специфические реакции.

К системе иммунной защиты принадлежат красный костный мозг и тимус – центральные органы, а также лимфатические узлы, селезенка, миндалины, гемолимфатические узлы, скопление лимфоидных элементов в стенке пищеварительного канала и дыхательных путей – периферические органы.

К **функциям** центральных органов системы иммунной защиты относится образование всех видов форменных элементов крови, обеспечение условий для **антигеннезависимого размножения** лимфоцитов.

В периферических органах иммуногенеза осуществляется уничтожение (элиминация) клеток крови, которые закончили свой жизненный цикл, а также специализация (**антигензависимая дифференцировка**) под воздействием антигенов эффекторных клеток (Т- и В-лимфоцитов), обеспечивающих иммунную защиту организма от генетически чужеродного материала.

**2. Определение понятия “иммунитет”.** Иммуитет – это защита организма от всего генетически чужеродного – микробов, вирусов, чужих клеток или генетически измененных своих клеток. Иммунная система, выполняя функцию узнавания “своего” и “чужого”, обеспечивает поддержание генетической целостности и постоянства внутренней среды. Все органы иммунной системы функционируют как единое целое благодаря нейрогуморальным механизмам регуляции, а также процессам миграции и рециркуляции клеток по кровеносным и лимфатическим системам. Постоянно мигрирующие лимфоциты осуществляют “иммунный надзор”. Они способны

узнавать “чужие” макромолекулы бактерий и клеток разных тканевых многоклеточных организмов и выполнять специфическую защитную реакцию.

## Стадии иммунитета

Стадии иммунитета	Клетки, участвующие в развитии стадии	Иммунологические процессы
<b>1. Стадия индукции (афферентная)</b>	МФ, дендритные клетки, клетки Лангерганса, антигенреактивные лимфоциты	Процессинг и презентация антигена
<b>2. Иммунорегуляторная (пролиферативная стадия)</b>	Тх, Тс, Вс, амплифайеры	Активация и взаимодействие иммунорегуляторных клеток, пролиферация клеток
<b>3. Эффекторная (продуктивная стадия)</b>	Т-киллеры, Т-эффекторы ГЗТ, плазматические клетки	Дифференцировка клеток-предшественников в эффекторные клетки. Антителообразование
<b>4. Иммунологическая память</b>	Т и В-клетки памяти	Накопление клеток памяти

**3. Определение понятия “антигены”.** Антигены – это сложные органические вещества, которые способны при попадании в организм человека вызывать специфический иммунный ответ. Качества антигенов имеют бактерии, вирусы, паразиты, посторонние клетки и ткани, мутационно измененные собственные клетки (например раковые). А также продукты жизнедеятельности посторонних клеток – белки, полисахариды, полипептиды и искусственные высокополимерные соединения.

**4. Определение понятия “антитело”.** Антитела – это сложные белки, которые синтезируются В- лимфоцитами и плазмочитами. Они способны специфически объединяться с соответствующими антигенами и обезвреживать их. Антитела называют иммуноглобулинами (**Ig**). В



глобулиновой фракции крови находятся несколько классов иммуноглобулинов – **IgG, IgM, IgA, IgD, IgE**. Антитела в больших концентрациях находятся в крови, лимфе, молоке, слезах, поте, влагалищном секрете и секрете предстательной железы. Они инактивируют вирусы, токсины, бактерии. С их помощью на микроорганизмах фиксируются белки плазмы крови **системы комплемента**, что приводит к активации поглощения микробов фагоцитами и их следующей гибели. Фиксация антител на чужих клетках способствует уничтожению последних Т-лимфоцитами-киллерами.

### 5. Характеристика и функция разных Ig.

Субкласс	Содержание Ig в сыв.,%	Функция
<b>Ig G</b>	<b>75%</b>	Циркулирующее антитело в крови и лимфе. Fc-фрагмент распознается рецепторами клеток (макрофаги и др) Соединяется с антигенами и активирует систему комплемента (опсонизация) и лизис клеток. Способен проходить через плаценту и из плазмы крови в тканевую жидкость (здесь – 48 %). Период полужизни 21 сутки. Содержание повышается в случае инфекций, снижается в случае снижения гуморального иммунитета.
<b>Ig A</b>	<b>15%</b>	Преобладает в секретах желез (пот, слезы, слюнь, молоко, влагалищный и простатический секреты), в слизистых оболочках (IgA: IgG= 20 : 1), в лимфатических узлах и селезенке (IgA: IgG= 1 : 3). Имеется секреторный Ig A (полимер). Его полипептидные димеры связываются поверхностным протеином эпителиоцитов (секреторный компонент) и транспортируется сквозь клетку (противостоит действию кишечных протеаз). Период полужизни – 5-8

		суток. Уровень IgA в крови повышается в случае респираторных и кишечных заболеваний. Это первая линия противомикробной защиты.
<b>Ig M</b>	<b>10%</b>	Экспрессируется на поверхности В-клеток (маркер), секретируется плазмочитами. Мощный активатор каскада комплемента. Не проходит через плаценту (его появление свидетельствует о внутриматочной инфекции).
<b>Ig D</b>	<b>0,2%</b>	Маркер В-лимфоцитов, опосредует дифференцировку В-клеток. Не проходит через плаценту. Не связывает комплемент. Период полужизни – 2,8 суток. Активирует тучные клетки (ТК) и базофилы в аллергических реакциях.
<b>Ig E</b>	<b>Следы</b>	Ig E связывается с Fc-рецептором ТК. Синтезируется Ig E при действии алергенов (пыльца растений, пчелиный яд и другое.) При вторичном действии алергена IgE, связанный с ТК, “распознает” алерген и вызывает дегрануляцию ТК, выделение гистамина. Местно – приступ астмы, отек, сыпь, системно – (анафилактический шок.) Не связывает комплемент. Не проходит через плаценту. Связывается с алергенными тканями. Плазмочиты с IgE находятся в бронхиальных и перитониальных лимфатических узлах, слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, немного в селезенке.

**6. Характеристика иммунокомпетентных клеток.** Основными клетками, которые осуществляют иммунные реакции, являются Т- и В-лимфоциты, плазмочиты, макрофаги, а также ряд связанных с ними клеток (тучные клетки, эозинофилы). Популяция лимфоцитов разнообразна. Выделяют три основных группы лимфоцитов: **Т – лимфоциты, В – лимфоциты и О - клетки.**

**Т – лимфоциты** – наибольшая популяция, которая составляет 70 – 90 % лимфоцитов крови. Они дифференцируются в тимусе, потом попадают в кровь и лимфу и заселяют Т–зоны в периферических органах иммунной системы, где под воздействием антигенов образуются Т– иммуноциты (эффекторы) и Т–клетки памяти. Для Т–лимфоцитов характерно наличие на плазмолемме особых рецепторов, которые имеют способность узнавать и связывать антигены. Функции Т – лимфоцитов:

- 1)обеспечивают клеточный иммунитет;
- 2)принимают участие в регуляции гуморального иммунитета;
- 3)осуществляют продукцию цитокинов при действии антигенов.

В популяции Т–лимфоцитов выделяют: **Тк – киллеры, Тх – хелперы, Тс – супрессоры.**

Тк – принимают участие в реакциях клеточного иммунитета.

Тх и Тс–принимают участие в регуляции гуморального иммунитета:

-Тх – стимулируют дифференцирование В–лимфоцитов, образование из них плазмочитов и продукцию иммуноглобулинов.

-Тс – оказывают противоположное действие.

Таким образом, главная функция Тх – узнавание чужих антигенов, секреция интерлейкинов, стимулирующих В–лимфоциты и другие клетки для участия в иммунных реакциях.

**В – лимфоциты** - являются основными клетками, которые принимают участие в гуморальном иммунитете. В крови человека их находится 10–30 % от всех лимфоцитов. Для В – лимфоцитов характерно наличие на плазмолемме иммуноглобулиновых рецепторов для антигенов. В плазмолемме В–лимфоцитов есть также рецепторы для комплемента (С3) и Fc – рецепторы. При действии антигена В–лимфоциты в периферических лимфоидных органах активизируются, пролиферируют, дифференцируются в плазмочиты, которые активно синтезируют антитела разных классов, которые поступают в кровь, лимфу и тканевую жидкость.

**Макрофаги** – играют важную роль в иммунном ответе организма, это антигенпредставляющие клетки. Они действуют в первой **индуктивной фазе** иммунитета, когда стимулируют лимфоциты, а также во второй **продуктивной фазе**, когда вырабатываются антитела. В механизме узнавания антигена есть два этапа:

- фагоцитоз и переваривание антигена;
- в фаголизосомах макрофага накапливаются полипептиды, которые осуществляют стимулирующее влияние на пролиферацию и дифференциацию Т- и В-лимфоцитов.

## ИММУНОКОМПЕТЕНТНЫЕ КЛЕТКИ

- 1. Антигенпрезентирующие клетки
  - моноциты
  - макрофаги
  - эндотелиальные клетки
- 2. Регуляторные клетки
  - хелперы
  - супрессоры
  - контрсупрессоры
  - памяти
- 3. Эффекторы иммунного ответа
  - Т и В - киллеры
  - В-антителопродуценты
  - плазматические клетки

### 7. Антигеннезависимая дифференцировка лимфоцитов.

Антигеннезависимая пролиферация и дифференцировка Т – и В – лимфоцитов – это генетически запрограммированные процессы образования клеток, которые способны давать специфический тип иммунного ответа при встрече с конкретным антигеном благодаря появлению на плазмолемме лимфоцитов особенных “рецепторов”. Она проходит в центральных органах иммунитета (тимус, костный мозг или фабрициева сумка птиц) под воздействием

специфических факторов, выделяемых ретикулярной стромой или ретикулоэпителиальными клетками тимуса.

### **8. Антигензависимая пролиферация и дифференцировка лимфоцитов.**

Антигензависимая пролиферация и дифференцировка Т– и В–лимфоцитов проходит при встрече с антигенами в периферических лимфоидных органах. При этом образуются эффекторные клетки и клетки памяти (которые хранят информацию о действующем антигене). Образованные Т–лимфоциты составляют пул долгоживущих, рециркулирующих лимфоцитов, а В–лимфоциты – короткоживущих клеток.



**9. Клеточный иммунитет.** Клеточный иммунитет - формируется при трансплантации органов и тканей, злокачественном опухолевом росте, инфицировании клеток вирусами.

В клеточном иммунитете принимают участие Тк, которые взаимодействуют с антигеном в комплексе с гликопротеинами МНС 1 класса

в плазматической мембране клетки-мишени. Цитотоксическая Т-клетка убивает клетку, инфицированную вирусом, в том случае, когда она узнала с помощью своих рецепторов фрагменты вирусных белков, которые связаны с молекулами МНС класса 1 на поверхности пораженной клетки. Связывание Тк с мишенями ведет к выделению цитотоксическими клетками порообразующих белков, называемых **перфорины**. Они полимеризуются в плазматической мембране клетки-мишени и превращаются в трансмембранные каналы, которые делают мембрану проницаемой, что способствует гибели клетки.

**10. Гуморальный иммунитет. Гуморальный иммунитет - обеспечивается макрофагами (антигенпредставляющими клетками), Тх и В-лимфоцитами.** Антиген, попавший в организм, поглощается макрофагом, который расщепляет его на фрагменты. Эти фрагменты в комплексе с молекулами МНС класса 2 появляются на поверхности клетки. Такая обработка антигена макрофагом, имеет название процессинга антигена. Для последующего развития иммунного ответа на антиген нужно участие Тх. Но они сами должны быть активизированными. Это происходит когда антиген, обработанный макрофагом, узнается Тх. Такое узнавание Тх – клеточного комплекса “антиген+молекула МНС II класса на поверхности макрофага стимулирует секрецию интерлейкина – 1 (ИЛ – 1) макрофагом. Под действием ИЛ – 1 активизируется синтез и секреция ИЛ – 2 Тх – клеткой.

### Стадии/функции иммунного ответа

1. Иммунологическое **распознавание** присутствия «чужого», т.е. «не своего». Кто осуществляет - клетки врожденного и адаптивного иммунного ответа.
2. Сдерживание и элиминация инфекции – **эффекторные** функции. Кто осуществляет – система комплемента белков крови, антитела, **эффекторные** клетки – лимфоциты и лейкоциты, обладающие деструктивными способностями.
3. **Саморегуляция** иммунной системы – не разрушить собственный организм.
4. **Иммунологическая память** – уникальная способность адаптивного иммунного ответа отвечать на повторное попадание антигена (вторичный иммунный ответ) быстрее и сильнее, чем в первый раз.

Нарушение одной из функций  заболевание

Недостаточность иммунологической регуляции



аллергия, аутоиммунные заболевания

Выделение ИЛ – 2 стимулирует пролиферацию Тх. Увеличение количества Тх необходимо для реализации оптимального иммунного ответа. Тх – активируют В – клетки путем секреции ИЛ – 2, а также ИЛ-4, ИЛ-5, ИЛ-6, под воздействием которых В – клетка размножается и дифференцируется с образованием плазматических клеток и клеток В – памяти. **Плазматические** клетки секретируют **антитела**.

**11. Межклеточные взаимодействия в обеспечении иммунной защиты.** При попадании посторонних веществ в организм (антигенная стимуляция), для адекватной реакции необходима кооперация и взаимодействие разных видов клеток иммунной системы. Среди них можно выделить клетки макрофагической природы - моноциты крови, гистиоциты-макрофаги соединительной ткани, перитонеальные, альвеолярные макрофаги, клетки Лангерганса кожи, костномозговые, клетки Купфера печени, клетки Кащенко-Гофбауэра плаценты, дендритные и интердигитирующие клетки

лимфатических узлов и селезенки, остеокласты костной ткани, микроглиоциты нервной системы. Есть группа клеток, которые носят название макрофаги, к ним принадлежат нейтрофильные гранулоциты крови, а также клетки, которые при определенных условиях могут проявлять фагоцитарные свойства, в частности эндотелиоциты. Третья группа клеток объединяет в себе лимфоцитарный ряд, это разные популяции Т- и В-лимфоцитов (Т-киллеры, Т-хелперы, Т-супрессоры, плазмоциты, Т- и В-клетки памяти). Общая масса клеток, которые непосредственно обеспечивают иммунную защиту организма, составляет около 1% массы тела. Каждый этап иммунной реакции предполагает частичную инактивацию постороннего материала, а также его изменение (модификацию) с последующей передачей другим популяциям клеток для осуществления адекватного иммунного ответа. Иногда происходит вариант, при котором антигенсодержащая частица распознается и процессируется (обрабатывается) макрофагом без участия Т-лимфоцита, расщепляется его лизосомальными ферментами, а полученные антигенные детерминанты передаются Т- и В-лимфоцитам и вызывают их превращение в эффекторные клетки (Т-киллеры и плазмоциты), а также клетки памяти. Клетки иммунной системы (иммуноциты) способны синтезировать физиологически активные вещества - интерлейкины.

## 12. Биологические эффекты интерлейкинов.

Сокращения	Клетки-продуценты	Главные функции
IL-1	Макрофаги, кератиноциты	Противовоспалительный эндогенный пироген; активирует фибробласты, гранулоциты, остеокласты; делает Т-лимфоциты чувствительными к сигналам
IL-2	Т-лимфоциты	Стимулирует размножения Т-, В-лимфоцитов и НК-клеток
IL-3	Т-лимфоциты	Стимулирует размножение полипотентных кроветворных клеток



IL-4	Т-лимфоциты, мастоциты	Регулирует изотип В-лимфоцитов, переключая его к IgG и IgE
IL-5	Т-лимфоциты, мастоциты, В-лимфоциты	Стимулирует размножение и дифференцирование эозинофилов; активирует образование IgA
IL-6	Т-лимфоциты, макрофаги, фибробласты	Противовоспалительный фактор; стимулирует дифференцирование В-лимфоцитов и тимоцитов
IL-7	Ретикулярная строма красного костного мозга	Стимулирует дифференциацию и созревание В-лимфоцитов
IL-8	Кератиноциты, фибробласты, моноциты	Стимулирует активацию и хемотаксис нейтрофилов
IL-9	Т-лимфоциты	Стимулирует размножение Т-лимфоцитов, тимоцитов и мастоцитов
IL-10	Т-лимфоциты, мастоциты, возможно, В-лимфоциты	Ингибирует синтез цитокинов во многих клетках; стимулирует размножение мастоцитов

**13. Механизмы интеграции элементов иммунной системы.** Иммунная система функционирует как единое целое благодаря наличию центральных нейрогуморальных и местных факторов, которые регулируют процессы пролиферации и дифференцировки клеток, упорядоченную миграцию, осуществляющуюся через кровь и лимфу.

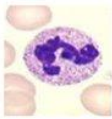
В эмбриональном периоде проходит переключение кроветворения из желточного мешка в печень, а затем в костный мозг.

У взрослых из костного мозга в кровь мигрирует 2% всех СКК. При действии антигенов их количество увеличивается в десятки раз. Процесс миграции СКК из костного мозга и их рециркуляция находятся под контролем гормонов гипофиза и надпочечников. Циркуляция лимфоцитов зависит от специфических взаимодействий между поверхностью лимфоцитов и поверхностью эндотелиальных клеток, которые выстилают посткапиллярные вены с высоким эндотелием.

Различают два типа миграции клеток иммунной системы: постепенный и быстрый. Постепенный тип миграции характерен для стволовых клеток, Т- и В-лимфоцитов, которые заселяют периферические лимфоидные органы. Быстрый тип миграции присущ для постоянно рециркулирующих Т-лимфоцитов. Количество рециркулирующих лимфоцитов в крови человека составляет около  $10^{10}$ .

**14. Участие тучных клеток и эозинофилов в иммунных реакциях.** При первичном, а особенно вторичном введении антигенов увеличивается количество тучных клеток, их контакт с макрофагами и массовая дегрануляция. Дегрануляция предопределена соединением антигена с антителами (IgE), которые фиксированы на цитолемме. При этом биологически активные вещества (гистамин, серотонин, гепарин), содержащиеся в гранулах, выделяются и могут осуществлять неспецифическое стимулирующее влияние на процессы пролиферации и дифференцирования иммунокомпетентных клеток – Т – и В – лимфоцитов. Появление в тканях избытка гистамина приводит к увеличению числа эозинофилов, которые, благодаря содержанию в своих гранулах гистаминазы, принимают участие в его разрушении. Введение в организм большинства антигенов сопровождается увеличением количества эозинофилов в тканях и регионарных лимфатических узлах. В ранней фазе иммунных реакций, когда проходит “распознавание антигена”, эозинофилы, как и тучные клетки, принимают участие в активации макрофагов. В продуктивной фазе иммунитета эозинофилы выполняют дезинтоксикационную функцию, принимая участие в фагоцитозе и разрушении комплекса антиген-антитело.

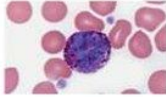
Миелоидные клетки и их роль во врожденном и приобретенном иммунном ответе



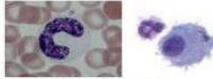
**Нейтрофил** – фагоцитоз, захват и разрушение микроорганизмов во внутриклеточных везикулах, преимущественно врожденный иммунный ответ, **первая линия** защиты, действуют быстро, но недолго



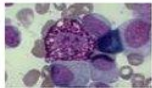
**Эозинофил** - фагоцитоз, разрушают больших паразитов, покрытых антителами, освобождая наружу содержимое гранул



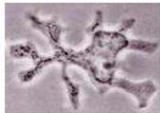
**Базофил** – фагоцитоз, разрушение больших паразитов, содержат гранулы гистамина и других медиаторов воспаления и аллергии



**Моноцит/Макрофаг** - захват и разрушение микроорганизмов во внутриклеточных везикулах, **представление** антигена Т-клеткам (**APC #2**), связь врожденного и адаптивного иммунитета



**Тучная клетка (Mast cell)** – тканевой аналог базофила, разрушение паразитов, гранулы гистамина и гепарина, реакции аллергии и воспаления



**Дендритная клетка** – захват антигена (фаго- и пиноцитоз) на периферии и **представление** антигена Т-лимфоцитам во вторичных лимфоидных органах, **APC #1**, связь врожденного и адаптивного иммунитета

## РАЗДЕЛ 5. ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ. ГИПОТАЛАМУС. ЭПИФИЗ.

### Содержание темы.

#### **1. Эндокринная система. Морфо-функциональная характеристика.**

Эндокринная система состоит из группы органов (желез внутренней секреции), частей органов и отдельных клеток организма, которые объединены общей чертой - способностью выделять в кровь или лимфу биологически активные вещества - **гормоны**. Гормоны являются регуляторами множества функций органов и их систем. Выделяют следующие классы гормонов:

- 1) пептиды (олигопептиды, полипептиды, гликопептиды);
- 2) производные аминокислот (нейроамины);
- 3) стероиды (половые гормоны, кортикостероиды).

Все эти биологически активные вещества вырабатываются в чрезвычайно малом количестве. При попадании в кровь или лимфу, они достигают своих **органов-мишеней**, и там взаимодействуют с **рецепторами** на поверхности клеток в их составе. Такое взаимодействие носит название **дистантный путь** регуляции. Кроме дистантной **эндокринной секреции**, существует еще **паракринная секреция**, при которой гормон связывается с клетками-мишенями, непосредственно прилегающими к эндокриноцитам. А также **аутокринная секреция**, в случае которой гормон, который выделяется в одном участке клетки, связывается с рецепторами в другом участке.

#### **2. Классификация органов эндокринной системы.** Классификация эндокринной системы:

I группа — центральные органы эндокринной системы: гипоталамус, гипофиз и эпифиз.

II группа - периферические эндокринные органы: щитовидная, околощитовидные железы и надпочечники.

III группа - включает органы, совмещающие выполнение эндокринной функции с рядом других: поджелудочная железа, половые железы (яичко, яичник), почки, плацента.

IV группа - большая группа клеток, так называемая диффузная эндокринная система (одиночные гормонпродуцирующие клетки).

**3. Особенности строения желез внутренней секреции.** Все эндокринные железы имеют определенные сходные черты в своем строении:

а) они не имеют выводных протоков;

б) в них хорошо развита сосудистая сеть, преимущественно микроциркуляторное русло;

в) эндокринные органы имеют трабекулярный тип строения - клетки образуют характерные скопления в виде трабекул (перекладин) или фолликулярный тип – образуют фолликулы (мешочки);

г) в эндокриноцитах (клетках-продуцентах гормонов) обычно можно обнаружить специфические гранулы с биологически активными веществами;

д) в отличие от экзокриноцитов, эндокриноциты накапливают секреторные гранулы в базальной части клетки, которая прилегает к сосудам микроциркуляторного русла, куда выводятся гормоны.

**4. Понятие о гормонах, их типах, месте действия (клетки-мишени).**

Механизм действия гормонов: молекула гормона, попадая в ток крови или лимфы, «находит» свои клетки-мишени и связывается с рецептором на поверхности их плазмолеммы, в цитоплазме или ядре этих клеток-мишеней.

Связывание гормона с рецептором приводит к объемно пространственным изменениям молекулы рецептора, что, в свою очередь, влияет на ферментные системы клетки. Эффект действия гормонов проявляется как усилением, так и угнетением деятельности клеток и их систем.

Отдельные звенья эндокринной системы, а также взаимодействия между эндокриноцитами и клетками-мишенями регулируются по принципу обратной связи. Это означает, что влияние того или иного гормона на клетку-мишень приводит к усилению выработки ею определенных химических веществ. В свою очередь, повышение концентрации этих веществ во внутренней среде организма становится сигналом к угнетению деятельности эндокриноцита и выработки регулирующего гормона. Напротив, уменьшение концентрации гормона в крови или лимфе является стимулом к синтетической активности эндокриноцита. Принцип обратной связи сохраняется и в случае угнетающего (ингибиторного) влияния гормона на орган-мишень.

**5. Гипоталамус. Развитие гипоталамуса.** Гипоталамус (**hypothalamus**) - центральный нейроэндокринный орган, совмещающий нервную и гуморальную (гормональную) регуляцию деятельности основных висцеральных систем организма. В своем составе имеет около 30 пар ядер (скоплений нервных клеток).

**Гипоталамус** начинает свое формирование на четвертой-пятой неделе эмбриогенеза в базальной части промежуточного пузыря головного мозга.

**6. Строение и функции переднего отдела.** Анатомически различают передний, средний (медиобазальный) и задний гипоталамус. В отношении эндокринной функции гипоталамуса изучена деятельность нейросекреторных клеток переднего и среднего гипоталамуса. Отростки нейроцитов заднего, меньшей мерой - среднего и переднего гипоталамуса входят в составе симпатических и парасимпатических нервных стволов и идут к соответствующим органам, чем обеспечивают нервную регуляцию их деятельности.

Передний гипоталамус содержит две пары ядер, которые состоят из больших пептидхолинергических нейросекреторных клеток:

### **1. Супраоптические**

## 2. Паравентрикулярные

Клетки супраоптических и части паравентрикулярных ядер производят гормон **вазопрессин (антидиуретический гормон)**. Действие вазопрессина:

- а) сокращение гладкомышечные клетки сосудистой стенки (повышение давления);
- б) усиление реабсорбции воды в собирательных трубочках почек (уменьшение мочеотделения).

Клетки паравентрикулярных ядер синтезируют **окситоцин**. Действие окситоцина:

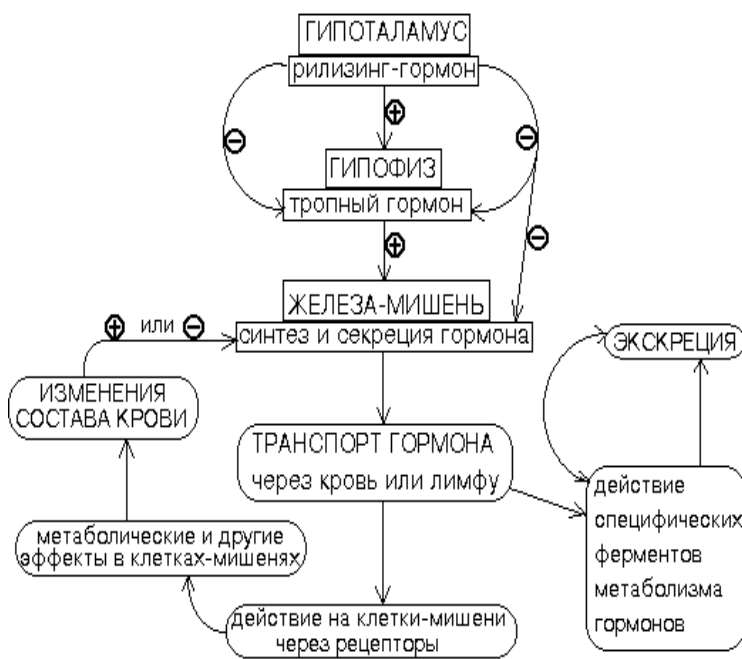
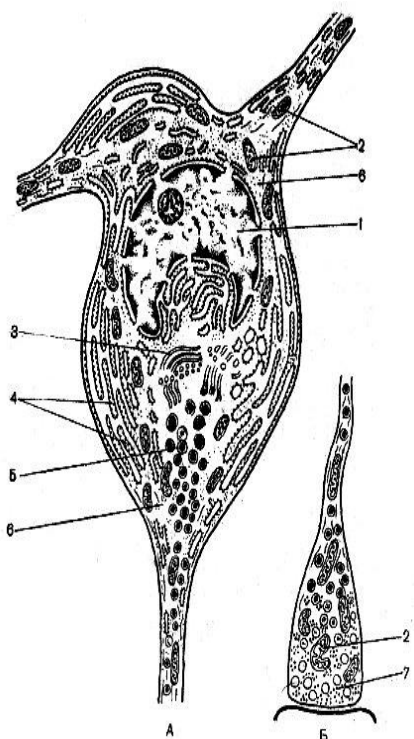
- а) вызывает сокращение гладких миоцитов матки (гормон быстрых родов);
- б) сокращение миоэпителиоцитов молочной железы;
- в) сокращение миоидных клеток семенников.

Гормоны супраоптических и паравентрикулярных ядер по аксонам нейросекреторных клеток переносятся в заднюю долю гипофиза, где поступают в кровообращение через аксовазальные синапсы (нейрогемальный орган для переднего гипоталамуса).

**7. Строение и функциональные особенности среднего отдела.** В среднем отделе гипоталамуса находятся **аркуатное, дорсомедиальное, вентромедиальное, супрахиазматическое ядра**, а также преоптическая зона. Мелкие пептидадренергические нейросекреторные клетки ядер среднего гипоталамуса вырабатывают две группы биологически активных веществ, которые носят название **либерины и статины**. Эти группы гормонов оказывают влияние на работу клеток передней доли гипофиза, они объединяются под общим названием **релизинг-факторов** (от англ. to release - освобождать, выпускать).

**Либерины и статины** функционируют как физиологические антагонисты: первые стимулируют, а последние подавляют синтез и выведение в кровь гормонов клетками передней доли гипофиза.

Либерины и статины поступают в кровь через сосуды медиальной эминенции – срединного возвышения гипоталамуса (нейрогемальный орган для среднего гипоталамуса) и доносятся к гипофизу системой воротной вены. Известны такие разновидности либеринов: фоллиберин, люлиберин, соматолиберин, тиролиберин, меланолиберин, кортиколиберин; среди статинов сегодня известны соматостатин, пролактостатин и меланостатин. Названия гормонов средней группы ядер гипоталамуса состоит из двух частей: первая часть - название гормона гипофиза, который продуцирует клетка-мишень (например, фоллитропин, лютропин, соматотропин), вторая, — слово "либерин" или "статин", - в зависимости от физиологического действия гормона. Американские ученые Р. Тиймен и Е. Шелли за открытие в гипоталамусе релизинг-гормонов награждены в 1977 г. Нобелевской премией.



## 8. Ультраструктура нейросекреторных клеток гипоталамуса. Ядра гипоталамуса построены из

мелких (адренергических) или крупных (холинергических) мультиполярных нейроцитов с развитой гранулярной эндоплазматической сетью и элементами комплекса Гольджи. Благодаря этим органеллам осуществляется образование и выделение гормонов, которые по своей химической природе относятся к



олигопептидам. В цитоплазме всех нейросекреторных клеток можно обнаружить специфические гранулы, содержащие подготовленные к выведению биологически активные вещества. Некоторые клетки гипоталамуса продуцируют нейропептиды, которые отвечают за возникновение ощущения боли, голода, жажды и тому подобное.

**9. Связь кровоснабжения гипоталамуса и аденогипофиза. Аденогипофиз** связан с гипоталамусом портальной (воротной) **сосудистой системой**. Приносящие гипофизарные артерии распадаются в **медиальном возвышении** (нейрогемальный орган для среднего гипоталамуса) на первичную капиллярную сеть, в которую поступают релизинг-гормоны из нейросекреторных клеток среднего гипоталамуса. В дальнейшем капилляры этого первичного сплетения сливаются в портальные вены, идущие вдоль гипофизарной ножки к аденогипофизу, где они распадаются на вторичную капиллярную сеть. В сосудах этой сети из крови к эндокриноцитам гипофиза поступают соответствующие либерины или статины и происходит обогащение крови гипофизарными гормонами.

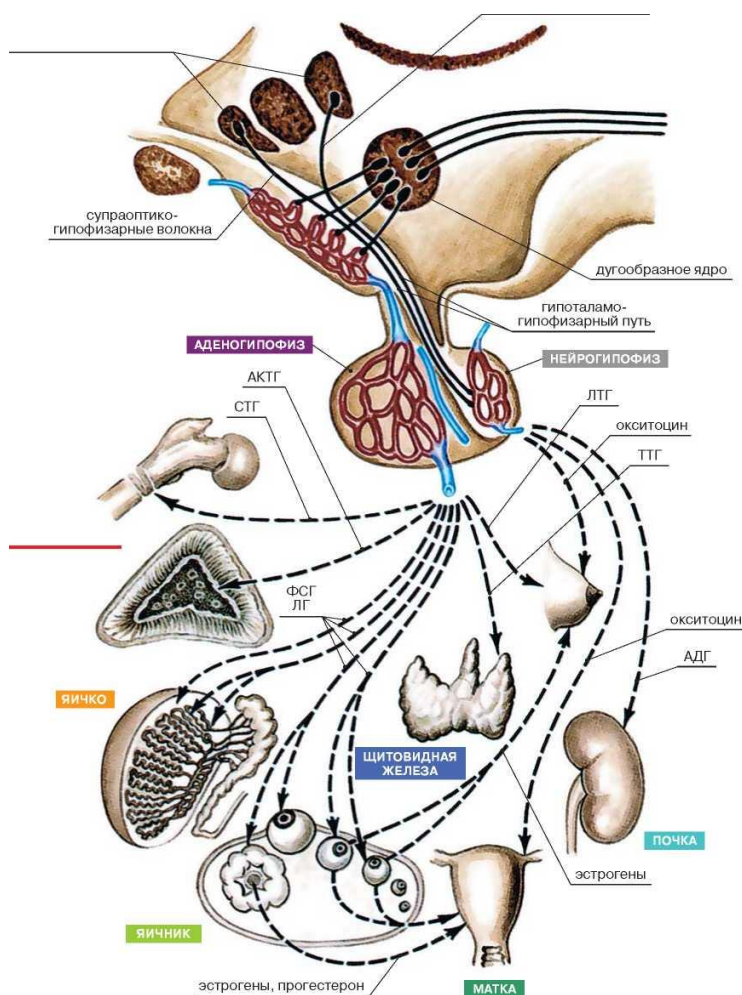
**10. Эпифиз, источники развития.** Эпифиз начинает свое развитие на пятой неделе эмбриогенеза, когда из нейроэктодермы формируется вырост (карман) в участке будущей крыши третьего желудочка. После рождения ребенка афферентные и эфферентные связи эпифиза с мозгом теряются. Он на седьмом году жизни достигает максимального развития, после чего начинается его возрастная инволюция. В результате инволюции часть пинеалоцитов атрофируется, тогда, как стромальные компоненты наоборот разрастаются. В эпифизе накапливаются микроскопические наслоения карбонатных и фосфатных солей шаровидной формы, которые имеют название **мозгового песка**.

## 11. Строение эпифиза.

Эпифиз (шишковидное тело, *epiphysis cerebri, corpus pineale*) – относится к

центральному органу эндокринной системы, который выполняет следующие функции:

- 1) регуляцию фотопериодичности работы органов и систем организма, в частности циркадных ритмов (изменение активности клеток в связи со сменой дня и ночи);
- 2) угнетение преждевременного развития половой системы.

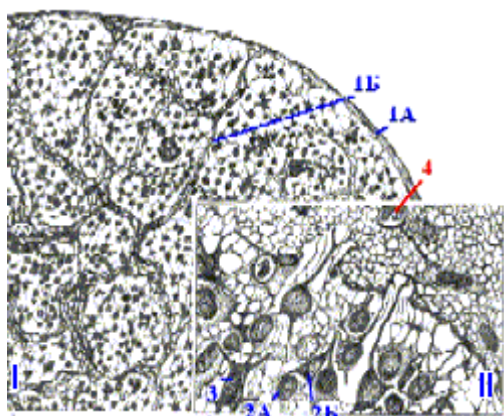


Эпифиз реагирует на изменения освещенности благодаря способности воспринимать раздражений от сетчатки глаза по симпатическим нервным стволам.

Размещен эпифиз около основания промежуточного мозга, в дорсальной части крыши третьего желудочка.

**Строма** - снаружи покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь органа отходят перегородки (трабекулы), делящие его на дольки.

**Паренхима** - каждая долька эпифиза включает в себя два вида клеток - нейросекреторные **пинеалоциты** и **глиоциты** (астроцитная глия). Пинеалоциты располагаются преимущественно в центре долек, астроциты - по периферии долек (тонкая строма). Глиоциты эпифиза **выполняют** преимущественно опорно-механическую функцию: их отростки вплетаются в соединительнотканную строму органа.



## 12. Характеристика клеток эпифиза.

**Пинеалоциты** - это большие клетки полигональной формы, имеющие разветвленные отростки. В их цитоплазме можно наблюдать хорошо развитую гладкую и гранулярную эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, митохондрии и

лизосомы. Окончания отростков имеют булавовидные расширения около гемокapилляров, в составе этих расширений находятся секреторные гранулы и митохондрии. В зависимости от функционального состояния этих клеток различают их разновидности:

-**светлые клетки** (с малым количеством секреторных включений) -**темные пинеалоциты** (в цитоплазме их накапливаются ацидофильные или базофильные гранулы).

**13. Гормоны эпифиза, их действие.** В пинеалоцитах синтезируется около 40 разновидностей регуляторных пептидов, а также биологически активные амины - **серотонин и мелатонин**. Их синтез и выделение зависят от уровня освещенности: синтез мелатонина усиливается в темноте и тормозится на свету. Выделение серотонина, метаболитического предшественника мелатонина, напротив, интенсивно происходит в дневные часы и замедляется, когда света недостаточно. **Мелатонин** имеет способность подавлять секрецию гонадолиберина гипоталамусом, и тем самым тормозит преждевременное половое созревание. У взрослого человека при помощи **мелатонина** контролируются:

- половые функции;
- суточные и сезонные ритмы;
- пигментный обмен;
- процессы деления и дифференциации клеток;
- обнаруживает противоопухолевую активность.

Серотонин также называют «гормоном счастья, удовольствия», нехватка его в ткани мозга является патогенетической предпосылкой возникновения **депрессии**; повышение концентрации серотонина, напротив, предопределяет **эмоциональный подъем**. Среди регуляторных пептидов эпифиза различают: люлиберин и тиролиберин (этими гормонами эпифиз дополняет гипоталамус); тиротропный гормон (аналогичный гипофизарному ТТГ); гормоны-регуляторы минерального обмена, в частности обмена калия в организме.

## **ГИПОФИЗ. ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНАЯ СИСТЕМА.**

### **Содержание темы.**

#### **1. Источники и основные этапы эмбрионального развития гипофиза.**

Гипофиз развивается из двух эмбриональных зачатков - эпителиального и нейрального, на четвертой неделе эмбриогенеза. В ротовой ямке зародыша эктодермальный эпителий ее верхней части формирует **гипофизарный карман**, который углубляется в направлении закладки головного мозга и дифференцируется в структуры **аденогипофиза**.

Со стороны промежуточного пузыря зачатка головного мозга навстречу гипофизарному карману направляется вырост, который впоследствии будет превращаться в воронку третьего **желудочка** мозга. Нейроглия дистального конца воронки сформирует **нейрогипофиз**, проксимальная часть воронки превратится в гипофизарную ножку. Дифференциация гипофиза в целом завершается к моменту рождения ребенка. После рождения наблюдается фазовая активация эндокриноцитов аденогипофиза: в раннем постнатальном периоде активно функционируют преимущественно соматотропные и тиротропные клетки, в пубертатном периоде преобладает активация гонадотропных аденоцитов.

**2. Общая характеристика гипофиза.** Гипофиз - это центральный эндокринный орган, который регулирует деятельность периферических звеньев эндокринной системы (так называемых гипофиззависимых органов), а также осуществляет непосредственное влияние на ряд неэндокринных клеток организма. **Гипофиззависимыми** элементами организма человека является:

- а) щитовидная железа;
- б) кора надпочечников;
- в) эндокриноциты половых желез и половые клетки;
- г) лактоциты молочной железы;
- д) меланоциты, адипоциты, хондроциты.

Такой способ регуляции носит название **трансаденогипофизарного**.

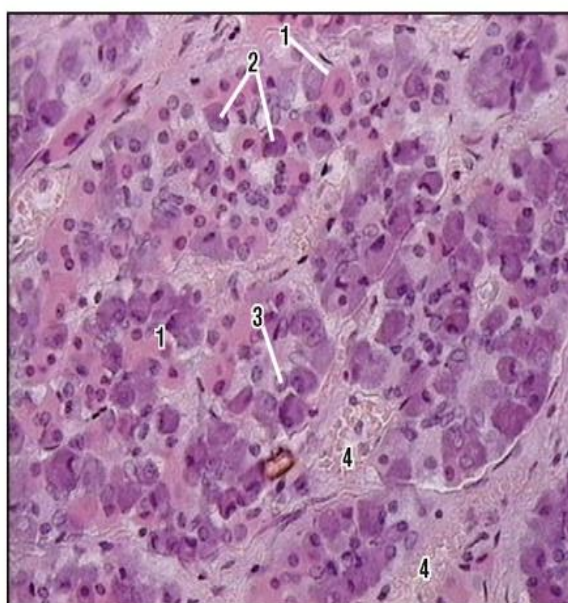
**Гипофизнезависимыми** элементами эндокринной системы является:

- а) поджелудочная железа;
- б) околощитовидные железы;
- в) кальцитониноциты щитовидной железы;
- г) мозговое вещество надпочечников;
- д) диффузная эндокринная система.

Такой способ регуляции носит название **парагипофизарного**.

**3. Строение гипофиза.** Гипофиз размещен около основы среднего мозга, в гипофизарной ямке турецкого седла основания черепа. Он состоит из двух больших отделов: **1. Аденогипофиз; 2. Нейрогипофиз.**

**Аденогипофиз** включает в себя: дистальную (переднюю), промежуточную (среднюю), туберальную части. **Нейрогипофиз** – это задняя доля, в ней накапливаются (аккумулируются) и выводятся в кровь гормоны **окситоцин** и **вазопресин**, которые синтезируются нейросекреторными клетками переднего гипоталамуса.



**4. Клеточный состав аденогипофиза.** В эндокриноцитах передней доли гипофиза различают две группы клеток - **хромофильные и хромофобные**. Они образуют многоклеточные скопления вытянутой формы - трабекулы (перекладины). Центральное положение в трабекулах занимают хромофобные клетки, а периферию трабекул - хромофильные.

**Хромофильные** клетки составляют около 40% клеточной массы передней доли гипофиза и содержат в цитоплазме гранулы, которые интенсивно красятся.

**Хромофобных** клеток больше — около 60%. В их цитоплазме отсутствуют гранулы, поэтому эти клетки слабо красятся на гистологических препаратах.

**5. Характеристика хромофильных клеток аденогипофиза.** Группа хромофильных эндокриноцитов включает две разновидности клеток: **базофильные и ацидофильные**.

**Базофильные** эндокриноциты гипофиза содержат гранулы, которые красятся основными красителями. Среди них различают:

- гонадотропные;
- тиротропные;
- кортикотропные клетки.

**Ацидофильные** эндокриноциты гипофиза содержат в цитоплазме большие плотные гранулы, которые красятся кислыми красителями.

Среди ацидофильных аденоцитов различают:

- лактотропные
- соматотропные клетки.

**6. Гормоны аденогипофиза, их действие.**

Тип клеток	Окраска	Гормоны	Клетки-мишени и главные функции
Соматотропоциты	Ацидофилы	Соматотропин	Метаэпифизарный хрящ (стимулирует рост костей в длину)
Лактотропоциты	Ацидофилы	Пролактин	Лактоциты молочных желез (стимулирует секрецию молока), лютеоциты желтого тела (удлиняет продолжительность жизни желтого тела яичника)
Гонадотропоциты	Базофилы	Фоллитропин	Фолликулярные клетки яичника (стимулирует пролиферацию фолликулярных клеток и секрецию эстрогенов у женщин), семенник (стимулирует сперматогенез у мужчин)
		Лютропин	Яичник (стимулирует овуляцию), желтое тело (секрецию прогестерона), клетки Лейдига семенников (секреция тестостерона)
Тиротропоциты	Базофилы	Тиротропин	Тироциты щитовидной железы (стимулирует синтез и секрецию гормонов щитовидной железы)
Кортикотропоциты	Базофилы	Адренокортикотропин	Эндокриноциты пучковой зоны надпочечников (стимулирует секрецию гормонов коры надпочечников)

**7. Характеристика хромофобных клеток аденогипофиза.** К хромофобным эндокриноцитам передней доли гипофиза относят:

- 1) малодифференцированные камбиальные клетки, которые обеспечивают физиологическую регенерацию;
- 2) клетки, которые вступили в стадию дифференцировки, однако еще не успели насинтезировать гранулы гормона в цитоплазму;
- 3) клетки, которые на момент забора гипофиза для гистологического исследования выделили свои секреторные гранулы в кровь;
- 4) фолликулярнозвездчатые клетки, функция их до этого времени не выяснена.



**8. Общая характеристика промежуточной доли гипофиза.** Промежуточная доля гипофиза отграничена от задней прослойкой рыхлой соединительной ткани. Она включает в себя две разновидности клеток:

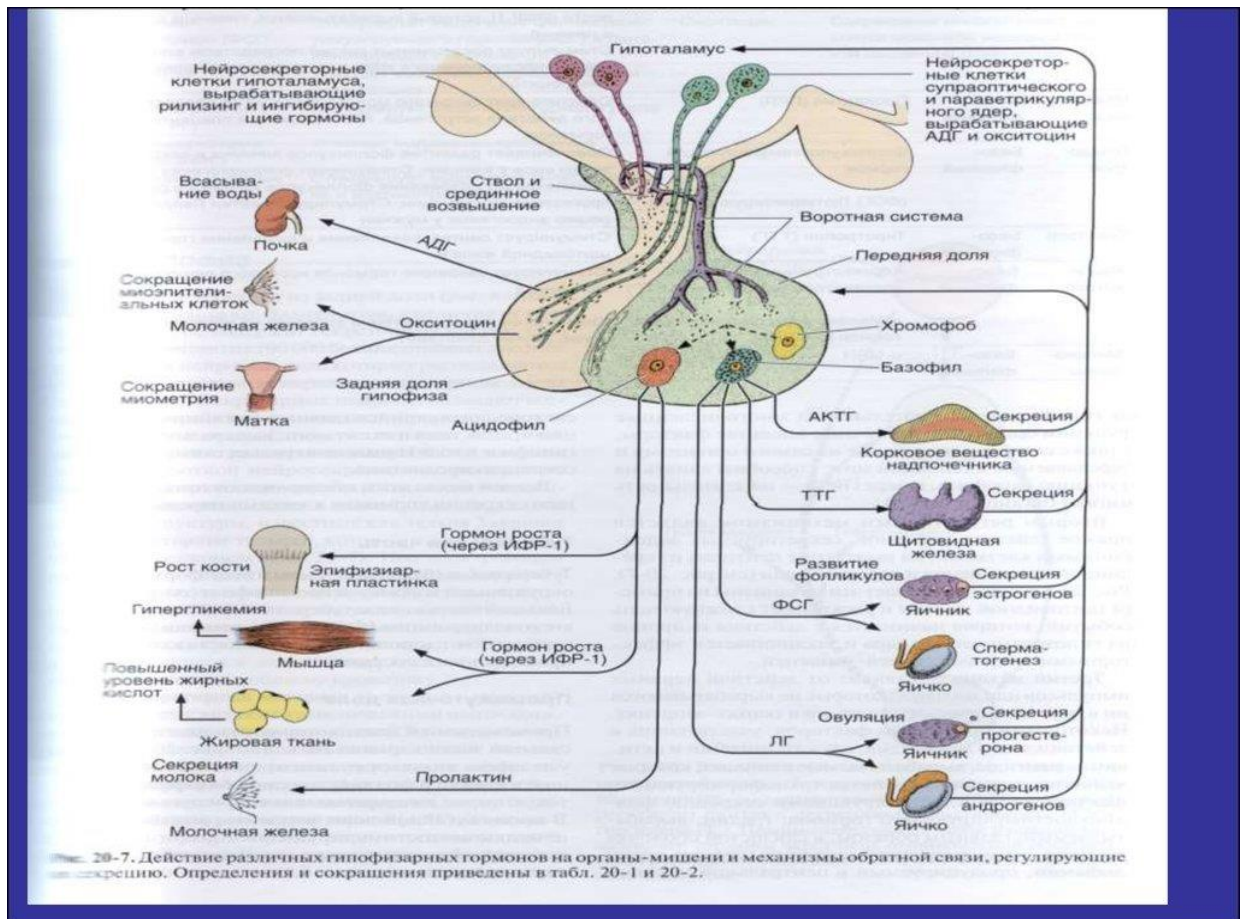
- меланотропные;
- липотропные.

**Меланотропоциты** синтезируют в кровь **меланотропный гормон**, регулирующий пигментный обмен.

**Липотропные** эндокриноциты стимулируют в организме **обмен липидов**.

**9. Строение туберальной доли гипофиза.** Туберальная доля аденогипофиза размещена между гипофизарной ножкой и медиальным возвышением гипоталамуса. Она образована тяжами эпителиоцитов кубической формы с умеренно базофильной цитоплазмой, иногда в ее составе встречаются базофильные гранулы. Функция клеток туберальной доли гипофиза не выяснена.

**10. Строение нейрогипофиза.** Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) содержит терминальные расширения аксонов нейросекреторных клеток переднего гипоталамуса - **тельца Херинга**, в которых накапливаются секреторные гранулы с **окситоцином и вазопрессином**. Клетки эпендимной глиии веретенообразной или неправильной звездчатой формы – **питуициты**, образуют опорно-трофический аппарат нейрогипофиза.

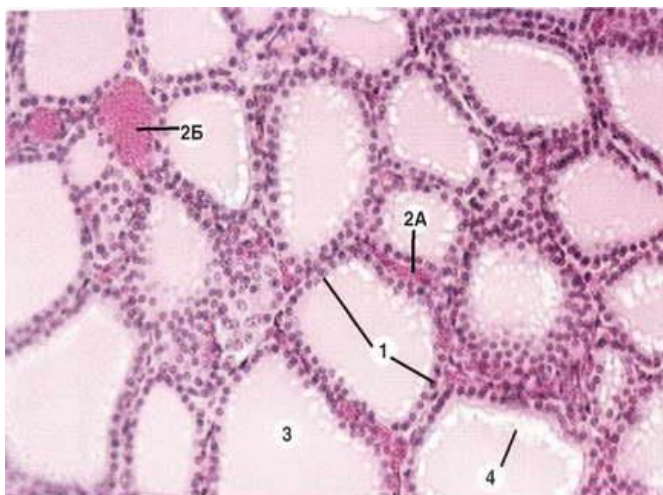


**11. Нарушения, которые возникают при заболеваниях гипофиза.** При гипофункции гипофиза в раннем детском возрасте возникает карликовость, или так называемый **гипофизарный нанизм**. У гипофизарных карликов отстаёт развитие половой системы, они не способны к репродукции, но это не сказывается на умственном развитии. Гиперфункция соматотропных клеток гипофиза у детей предопределяет развитие **гигантизма**. При наличии гиперпродукции соматотропного гормона у взрослых развивается **акромегалия**: непропорционально разрастаются конечности, надбровные дуги, нос, язык, нижняя челюсть, скулы.

## РАЗДЕЛ 6. ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ОРГАНЫ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ. ЩИТОВИДНАЯ И ОКОЛОЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ.

### Содержание темы.

**1. Источники развития щитовидной железы.** Закладка щитовидной железы осуществляется на четвертой неделе эмбрионного развития в виде выроста эпителия стенки глотки между первой и второй парой глоточных (жаберных) карманов. Рост эпителиального тяжа сопровождается его раздвоением на уровне 3-4-й пары глоточных (жаберных) карманов, что дает начало долям щитовидной железы. На ранних этапах эмбриогенеза щитовидная железа имеет трабекулярное (тяжистое) строение, с накоплением коллоида внутри



трабекул. Трабекулы впоследствии превращаются в фолликулы.

### **2. Общая морфофункциональная характеристика щитовидной железы.**

Щитовидная железа относится к периферическим органам эндокринной системы и регулирует основной обмен организма, а также контролирует кальциевый гомеостаз крови. Размещена железа на передней поверхности щитовидного и перстневидного хрящей гортани, а также на уровне второго и третьего колец трахеи, она состоит из двух долей полигональной формы, соединенных перешейком.

**3. Строение щитовидной железы, тканевой и клеточный состав, структурно-функциональная единица.** Строма - щитовидная железа покрыта соединительнотканной капсулой, от которой внутрь отходят перегородки и делят орган на доли. **Фолликул** - структурно-функциональная единица щитовидной железы. Он имеет вид

микроскопического пузырька, стенка которого представлена одним слоем клеток - **тироцитов**. Между ними находится в небольшом количестве второй вид клеток – **кальцитониноциты** (парафолликулярные клетки). Снаружи каждый фолликул окружен базальной мембраной. Внутри фолликула накапливается **коллоид** - вязкое вещество, состоящее из белка тироглобулина. В молекуле последнего тироксин (гормон щитовидной железы) связан с полипептидной цепью (глобулином).

#### **4. Характеристика тироцитов при нормо-, гипер- и гипофункции.**

**Тироциты** - основные клетки щитовидной железы. Форма их связана с функциональной активностью:

- 1) в норме – кубические;
- 2) при гиперфункции и у детей – призматические;
- 3) при гипофункции и в старческом возрасте - плоские.

На апикальной (обращенной в просвет фолликула) поверхности тироцита имеются микроворсинки, они участвуют в выведении секреторных продуктов в просвет фолликула.

Боковые поверхности соседних клеток формируют десмосомные и плотные контакты.

Плазмолемма базальной поверхности тироцита образует многочисленные складки (инвагинации). При усиленном функционировании тироцитов количество и высота микроворсинок увеличиваются, появляется больше инвагинаций плазмолеммы.

**5. Фаза продукции секреторного цикла в тироцитах.** В цитоплазме тироцитов хорошо развита гранулярная эндоплазматическая сеть и диктиосомы комплекса Гольджи. В процессе секреторного цикла тироциты поглощают из кровотока ионы йода и аминокислоту тирозин, которые включаются в синтезированный тироцитом полипептидный компонент **тироглобулина**. Из апикальной части тироцита тироглобулин путем

экзоцитоза попадает внутрь фолликула. Тироциты имеют способность превращать ионы йода в атомарный йод, который после выведения в пространство фолликула связывается с тирозином в составе полипептидной цепи тироглобулина. Йодированный тироглобулин накапливается в форме коллоида внутри фолликула.

**6. Фаза выведения гормонов, их действие на организм.** Гормональной активностью владеют две разновидности йодированного тирозина: трийодотиронин (**T3**) и тетраiodотиронин (**T4**) или тироксин. Приблизительно 90-95% продуцируемых тироцитами гормонов составляют T4 и только 5-10% - T3.

Однако последний владеет значительно большей физиологической активностью по сравнению с T4. При нехватке в организме тироксина частицы коллоида фагоцитируются, и процесс идет в обратном направлении: полипептидная цепь гидролизуется ферментами лизосом в тироците,



высвобожденный тироксин через базальную часть клетки выводится в капиллярную сеть, оплетающую снаружи фолликул. Тироксин регулирует основной обмен организма.

**7. Парафолликулярные клетки, их роль.** Второй тип клеток щитовидной железы - так называемые **парафолликулярные клетки, кальцитониноциты** или **C-клетки**. Они малочисленные, залегают в одиночку между основной тироцитов и базальной мембраной фолликулов и относятся к

нейросекреторным клеткам. Это крупные клетки неправильной округлой или полигональной формы, в цитоплазме их содержится большое количество секреторных гранул. Из органелл хорошо развита гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи. Парафолликулярные клетки синтезируют гормон **кальцитонин и соматостатин**, а также **норадреналин и серотонин**.

**Кальцитонин** воздействует на клетку-мишень – остеокласт костной ткани и угнетает ее активность. Таким образом, кальций депонируется в костной ткани.

**Соматостатин** угнетает белковый синтез и прекращает рост тела и отдельных его частей.

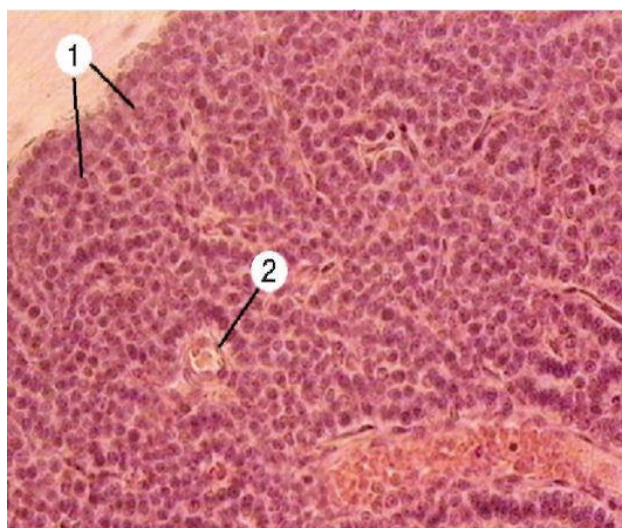
Деятельность тироцитов зависит от воздействия тиротропного гормона аденогипофиза, паратироциты не регулируются аденогипофизом.

**8. Последствия нарушения функции щитовидной железы.** В раннем детском возрасте гипофункция щитовидной железы приводит к развитию **кретинизма** (физической и умственной отсталости). При условии недостаточной функции работы железы у взрослых возникает **микседема**, заболевание, которое сопровождается увеличением масса тела, снижением температуры, выпадением волосы, кожа становится сухой, развиваются признаки подавления функции центральной нервной системы, апатия, брадикардия. В случае гиперфункции щитовидной железы развивается **базедова болезнь**. Проявления последней противоположны тем, которые возникают в случае микседемы.

Уровень организации	Пониженная функция щитовидной железы (гипотиреоз)	Повышенная функция щитовидной железы (гипертиреоз)
Поведение	Задержка умственного развития	Часто ускорение психических процессов
	Психическая и физическая вялость, апатия	Возбуждение, тревога, эмоциональная лабильность, двигательное беспокойство
	Сонливость	Бессонница
Целостный организм	Отставание в росте	Усиленный распад белка и истощение
	Снижение основного обмена	Повышение основного обмена
	Снижение теплопродукции и чувствительность к холоду	Повышение теплопродукции и чувствительность к теплу (непереносимость жары)
	Слизистый отек	Пучеглазие
Сердечно-сосудистая система	Слабость сердечной деятельности, слабость сердечных сокращений, брадикардия (уменьшение частоты сердечных сокращений)	Сердцебиение, увеличение частоты сердечных сокращений
	Замедление скорости кровотока	Ускорение кровообращения

## 9. Источники развития околощитовидных желез, возрастные изменения.

Формирование околощитовидных желез начинается на 5-й неделе эмбриогенеза из выростов эпителия 3-4 пар жаберных карманов. Постепенно эти выросты отделяются, и каждый из них превращается в самостоятельную околощитовидную железу. У новорожденных и детей паренхима железы



построена лишь из главных клеток, на 5-7-ом году жизни появляются ацидофильные клетки. После 20-25 лет в околощитовидных железах наблюдается накопление адипоцитов.

## 10. Общая характеристика околощитовидных желез.

**Околощитовидная железа (*glandula parathyroidea*).** У человека их четыре (реже — две). Они размещены на задней поверхности щитовидной железы, и часто имеют общую со щитовидной железой соединительнотканную капсулу (строма). Структурно-функциональной единицей околощитовидной железы является **трабекула** (перекладина). Трабекулы построены из скоплений клеток-**паратироцитов**, которые соединяются между собой, образуя десмосомные контакты.

#### **11. Тканевой и клеточный состав околощитовидных желез.**

**Паратироциты** имеют достаточно развитую гранулярную эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, митохондрии, в цитоплазме накапливают секреторные гранулы. В зависимости от функционального состояния паратироцитов цитоплазма их может краситься базофильно (так называемые **главные паратироциты**) или ацидофильно (**ацидофильные паратироциты**).

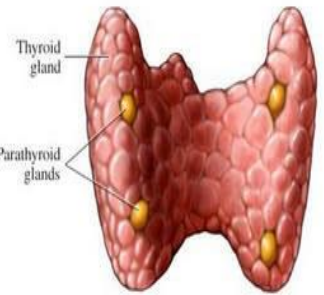
**12. Гормон околощитовидных желез и его участие в регуляции кальциевого гомеостаза.** Паратироциты производят **паратгормон (паратирин)**, который путем стимулирования деятельности остеокластов приводит к деминерализации костей, тем самым повышает уровень кальция в крови. **Кальцитонин** и **паратирин** - антагонисты, их взаимодействие обеспечивает постоянство уровня (гомеостаз) кальция в организме. Механизм активации паратироцитов связан с наличием на поверхности их плазмолеммы рецепторов, способных непосредственно воспринимать влияние ионов кальция (регулируется гипокальциемией – сниженным содержанием Са в крови).





## Паратгормон - белок

- влияние на обмен Са и Р
- способствует переходу  $Ca^{2+}$  из костей в кровь
- угнетает реабсорбцию Р в почках (уменьшает содержание Р в крови за счёт выделения с мочой)
- способствует всасыванию Са в кишечнике



- Действие связано с витамином D (образует активную форму витамина D в почках)

## НАДПОЧЕЧНИКИ. ДИФФУЗНАЯ ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА.

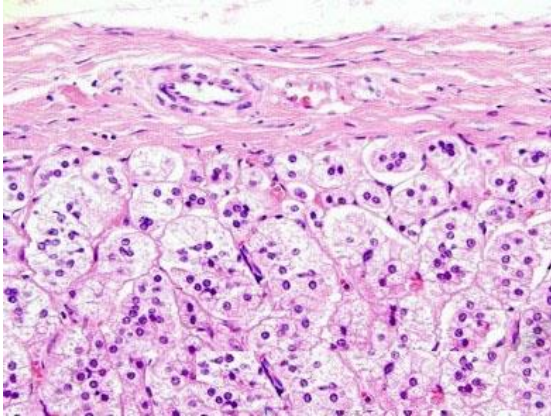
### Содержание темы.

#### **1. Источники развития надпочечников, возрастные изменения.**

Надпочечники развивается из двух эмбриональных зачатков: корковое - из разрастаний целомического эпителия, формирующего так называемое **интерреналовое тело**, мозговое вещество - из парааортальных ганглиев. Закладка коркового вещества осуществляется на пятой неделе эмбриогенеза. Источник образования первичной (фетальной) коры будущих надпочечников - большие ацидофильные клетки интерреналового тела. На десятой неделе эмбрионального развития первичная кора обрастает мелкими базофильными клетками, которые развиваются из целомического эпителия, образующего дефинитивную кору. На шестой-седьмой неделе эмбриогенеза осуществляется перемещение нейробластов из парааортальных симпатических ганглиев в интерреналовое тело. Сначала хромафинные клетки мозгового вещества продуцируют лишь норадреналин, на более поздних стадиях развития начинает производиться адреналин. Максимальное развитие надпочечник приобретает в возрасте 20-25 лет. Начиная с 50-60 лет, наблюдается возрастная инволюция клубочковой и пучковой зон, замещение их эндокринных элементов соединительной тканью. Характеристики мозгового вещества и сетчатой зоны с возрастом существенно не изменяются.

#### **2. Общая морфофункциональная характеристика надпочечниковой железы.**

**Надпочечник (*glandula suprarenalis*)** - парный эндокринный орган, расположенный над верхним полюсом почки. Снаружи надпочечники покрыты соединительнотканной капсулой - строма. Паренхима их состоит из двух отличных по происхождению, строению и функции частей - поверхностного коркового вещества и центрального мозгового. Корковые эндокриноциты образуют тяжи, которые располагаются перпендикулярно к



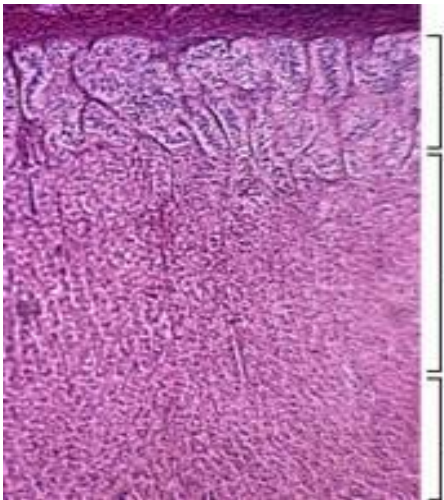
поверхности надпочечника. Промежутки между тяжами заполнены прослойками рыхлой соединительной ткани.

**3.Строение коркового вещества надпочечников. Корковое вещество** содержит три отличающихся в

морфологическом и функциональном отношении зоны:

-поверхностную **клубочковую**; -среднюю **пучковую**; -глубокую **сетчатую**.

Соотношение ширины этих зон в толще коркового вещества надпочечника нормального зрелого организма соответственно 1:9:3.



**4. Характеристика клубочковой зоны коркового вещества.** Мелкие полигональные

клетки клубочковой зоны образуют округлые скопления — **клубочки**. Эндокриноциты клубочков синтезируют

минералокортикостероидные гормоны, главным образом **альдостерон**, который

регулирует минеральный обмен. Действие альдрстерона направлено на реадсорбцию в почках натрия и хлора и выведение из организма калия и водорода.

**5. Пучковая зона коры надпочечников, гормоны, их влияние на организм.**

Клетки в пучковой зоне размещены параллельными рядами. В зависимости от функционального состояния эти клетки имеют светлую или темную цитоплазму, кубическую или призматическую форму. В пучковой зоне эндокриноциты синтезируют глюкокортикостероидные гормоны (**кортизол, кортикостерон**), регулирующие обмен углеводов, белков, липидов,

стимулирующие энергетический обмен, обеспечивающие тканевое дыхание, а также подавляющие воспалительные процессы в организме.

**6. Сетчатая зона коры надпочечниковых желез, ее гормоны.** Клетки сетчатой зоны полигональной или округлой формы, немного меньше, чем клетки пучковой зоны, формируют разветвленные пучки, под микроскопом напоминающие сетку. Эндокриноциты сетчатой зоны синтезируют **стероиды** со слабым андрогенным действием (схожим на действие мужских половых гормонов). Они регулируют поведенческие реакции организма. Меньшей мерой клетки сетчатой зоны синтезируют глюкокортикоиды, чем дополняют функцию эндокриноцитов пучковой зоны.

**7. Ультрамикроскопическое строение клеток коркового вещества надпочечников.** В цитоплазме клеток коркового вещества надпочечников хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть, элементы комплекса Гольджи. Митохондрии этих клеток содержат характерные тубулярные кристы и обеспечивают синтез предшественников стероидных гормонов. Особенностью клеток пучковой и сетчатой зон является наличие в цитоплазме большого количества мелких включений липидов.

**8. Источники физиологической регенерации коры надпочечников.** Между тремя основными гормонпродуцирующими зонами коркового вещества наблюдаются скопления малодифференцированных клеток, которые являются источником физиологической регенерации коры надпочечника. Первая прослойка таких клеток локализована между капсулой и клубочковой зоной, обеспечивает регенерацию клубочковой зоны. Вторая называется суданофобной зоной, размещена между клубочковой и пучковой зоной и является источником регенерации для пучковой и сетчатой зон. Между сетчатой зоной и мозговым веществом располагается так называемая X-зона

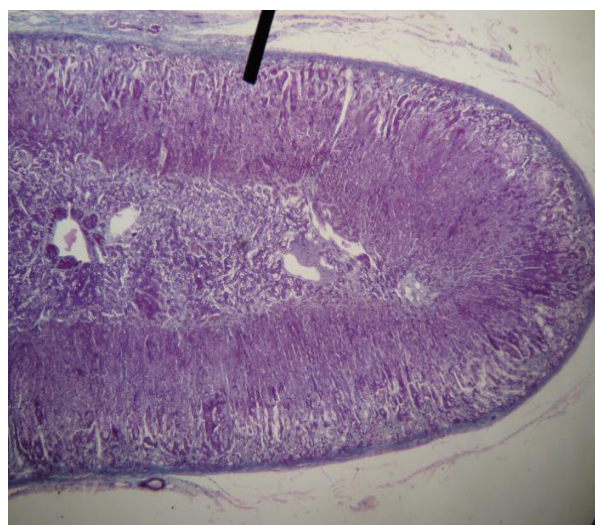
из клеток с ацидофильной цитоплазмой, которая является остатком клеток эмбриональной коры надпочечников.

### **9. Регуляция секреторной функции клеток коры надпочечниковых желез.**

Регуляция деятельности клеток пучковой и сетчатой зон обеспечивается адренокортикотропином (АКТГ) гипофиза, который взаимодействует со специфическим рецептором на их плазмолемме. Синтез и секреция минералокортикоидов клетками клубочковой зоны не зависят от гипофиза и регулируются преимущественно ренин-ангиотензиновой системой.

### **10. Строение мозгового вещества надпочечников, клеточный состав.**

**Мозговое вещество** надпочечниковой железы отделено от коркового несплошной прослойкой соединительной ткани. Представлено мозговое вещество большими клетками округлой или полигональной формы, которые по характеру синтезируемых ими веществ разделяются на **эпинефроциты** и **норэпинефроциты**.



**Эпинефроциты** имеют светлую, заполненную секреторными гранулами цитоплазму и продуцируют **адреналин**.

Цитоплазма **норэпинефроцитов** под электронным микроскопом выглядит темной, содержит секреторные гранулы **норадреналина**.

Адреналин и норадреналин (общее название этих биологически активных веществ - **катехоламины**) мобилизируют защитные силы организма. Характерный признак реакции организма на стресс (действие сильных раздражителей или факторов внешней среды, составляющих угрозу для жизни) вызывает повышение уровня этих гормонов в крови.

**11. Общая характеристика диффузной эндокринной системы. Диффузная эндокринная система** состоит из изолированных эндокриноцитов, рассеянных в большинстве органов и систем организма.

Различают два вида клеточных элементов диффузной эндокринной системы:

-клетки нейрального происхождения, которые развиваются из нейробластов нервного гребня;

-клетки, не имеющие нейрального происхождения. Эндокриноциты нейрального происхождения объединяют в **APUD-систему**.

**12. Морфофункциональная характеристика эндокриноцитов APUD – системы.** Клетки APUD – системы имеют свойство накапливать и декарбоксилировать предшественники биологически активных аминов (серотонина, норадреналина, адреналина) — отсюда происходит их название (анг. Атипичные Precursors Uptake and Decarboxylation). Наряду с образованием нейроаминов в этих клетках происходит синтез биологически активных регуляторных пептидов. В настоящий момент известно около 50 разных **апудоцитов** (клеток APUD-системы) и соответствующих им гормонов.

К APUD-системе принадлежат диссоциированные эндокринные клетки пищеварительной системы (ГЭПС), мелатонинсинтезирующие клетки эпифиза, ряд нейросекреторных клеток головного мозга, клетки мозгового вещества надпочечников.

Функция клеток APUD-системы не зависит от гипофиза, но тесно связана с действием нервных импульсов, которые поступают по симпатическим и парасимпатическим стволам.

Регуляторные пептиды, вырабатываемые клетками APUD-системы, обеспечивают местную (паракринную), а также дистантную регуляцию деятельности органов и систем организма,

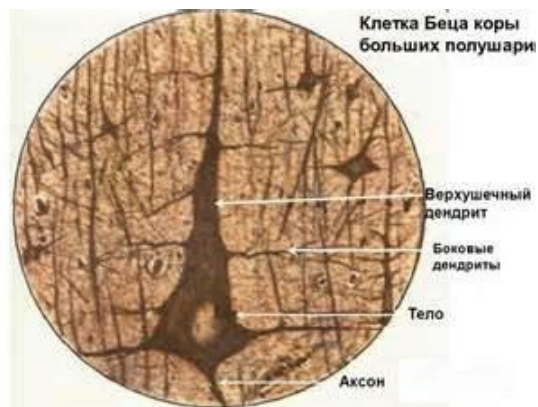
**13. Диффузные гормонпродуцирующие клетки ненейрального происхождения.** Диссоциированные клетки ненейральной природы не имеют способности накапливать и декарбоксилировать предшественников биологически активных аминов. К этой группе клеток принадлежат, в частности, эндокриноциты семенников и фолликулярные клетки и лютеоциты яичников. Эти клетки продуцируют стероидные гормоны (тестостерон, эстрогены, прогестерон), их деятельность зависит от влияния соответствующих тропных гормонов гипофиза.

**14.Связь эндокринной системы с другими системами организма.** Следует заметить, что некоторые регуляторные пептиды (инсулин, гастрин, соматостатин, холецистокинин, субстанция Р) могут вырабатываться отдельными нервными клетками, а ряд биологически активных аминов (адреналин, серотонин) совмещают свойства гормона и нейротрансмиттера, передавая возбуждение через синаптическую щель. Эндокринные механизмы являются подпочвой многих мозговых дисфункций: дефицит серотонина является патогенетическим фактором развития депрессии; серотонину и норадреналину принадлежит важная роль в механизмах развития шизофрении. Приведенные факты свидетельствуют о существовании тесной фило- и онтогенетической связи между нервной и эндокринной системами как важнейшими регуляторными системами организма, причем нервная система, очевидно, является более поздним достоянием эволюции. Функция этих двух систем тесно связана с деятельностью еще одной регуляторной системы – иммунной. Интегративная, регуляторная и защитная функции всех трёх названных систем проходит при посредничестве еще одной системы, которая объединяет организм в одно целое - сердечно-сосудистой.

## РАЗДЕЛ 7. НЕРВНАЯ СИСТЕМА. ГОЛОВНОЙ МОЗГ. МОЗЖЕЧОК.

### Содержание темы.

**1. Развитие головного мозга.** Источником развития органов центральной нервной системы является нервная трубка, которая отделяется от кожной эктодермы на четвертой неделе эмбриогенеза. На ранних этапах развития поперечные срезы нервной трубки включают три зоны: эпендимную, плащевую и краевую вуаль. Эпендимная глия выстилает центральный канал спинного мозга и желудочки головного мозга. Источником развития нейроглии служат спонгиобласты нервной трубки.



Головной мозг развивается из переднего (краниального) отдела нервной трубки. Увеличиваясь в размерах, зачаток головного мозга образует три отдельных шаровидных образования - мозговые пузыри: передний, средний и задний. На шестой-седьмой неделе эмбриогенеза стадию трех мозговых пузырей заменяет стадия пяти мозговых пузырей. Полушария большого мозга развиваются из первого мозгового пузыря, промежуточный мозг - из второго, средний - из третьего, задний мозг (мост и мозжечок) - из четвертого, продолговатый мозг - из пятого.

**2. Общая характеристика головного мозга.** Головной мозг состоит из правого и левого полушария большого мозга и мозгового ствола, в котором различают промежуточный, средний и задний мозг (мост, мозжечок и продолговатый мозг). Все отмеченные органы расположены в черепе и построены из мультиполярных нервных клеток.

**3. Общий план гистологического строения головного мозга.** Скопления тел (перикарионов) нервных клеток формируют нервные центры, или **серое вещество (цитоархитектоника):**



- кору большого мозга и мозжечка, которая покрывает их сверху;
- ядра большого мозга и мозжечка, расположенные в белом веществе.

Отростки нейроцитов образуют белое вещество мозга (**миелоархитектоника**).

**4. Цитоархитектоника коры больших полушарий.** Послойное расположение нейроцитов имеет название цитоархитектоники. Слои коры:

- молекулярный слой;
- внешний зернистый слой;
- пирамидный слой;
- внутренний зернистый слой;
- ганглионарный слой;
- слой полиморфных клеток.

**Молекулярный слой** размещен непосредственно под мягкой мозговой оболочкой. Его составляют преимущественно *веретенообразные* клетки с длинными горизонтальными дендритами и нисходящими аксонами, которые образуют горизонтальные коллатерали.

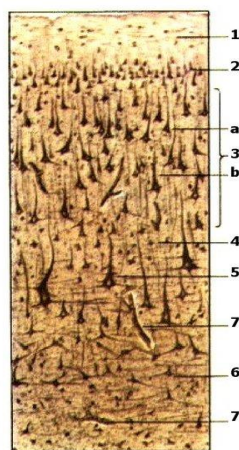
**Внешний зернистый слой** образован мелкими клетками, имеющими *округлую, полигональную, звездчатую и пирамидную форму*.

**Пирамидный слой** имеет наибольшую толщину. Его образуют клетки *пирамидной формы*. Верхушки пирамидных нейроцитов всегда направлены к поверхности коры, основа - к белому веществу. Верхушечный дендрит отходит от верхушки пирамидной клетки, боковые дендриты - от боковой поверхности, аксон - от основания пирамиды. Аксоны больших пирамидных нейроцитов формируют миелиновые нервные волокна, которые идут в белое вещество.

**Внутренний зернистый слой** имеет неодинаковое развитие в разных участках коры. Например, в зрительной коре он развит достаточно хорошо, а в прецентральной извилине совсем отсутствует. Форма нейроцитов внутреннего зернистого слоя - *звездчатая*.

**Ганглионарный слой** коры содержит *гигантские пирамидные* нейроны, высота перикариона которых может достигать 120, а ширина 80 мкм. Эти клетки были впервые описаны киевским морфологом В.О. Бецом в 1874 г., поэтому их называют еще клетками Беца. Морфология клеток Беца напоминает строение описанных выше клеток пирамидного слоя. Аксоны пирамидных нейронов идут к моторным ядрам головного и спинного мозга, образуя значительное количество коллатералей, которые имеют тормозящее действие на кору большого мозга. Пирамидные и гигантские пирамидные нейроны являются дифференцирующими признаками на гистологических препаратах коры большого мозга. **Слой полиморфных** клеток образован нейронами разнообразной формы, большинство среди них *веретеновидные клетки*.

### Кора головного мозга



- 1 – молекулярный слой (клеток мало, но много волокон),
- 2 – наружный зернистый слой (мелкие пирамидные и звездчатые клетки),
- 3 – пирамидный слой:
  - a – слой небольших и средних пирамидных клеток,
  - b – слой больших пирамидных клеток,
- 4 – внутренний зернистый слой (вновь много звездчатых клеток),
- 5 – ганглионарный слой крупных пирамидных клеток, чьи аксоны образуют **пирамидные пути**,
- 6 – слой полиморфных клеток,
- 7 – кровеносные сосуды

**5. Понятие об ассоциативных, проекционных и комиссуральных волокнах.** Среди нервных волокон большого мозга различают:

- 1) **ассоциативные волокна** - связывают отдельные участки коры в пределах одного полушария;
- 2) **комиссуральные** - связывают кору разных полушарий;
- 3) **проекционные** - связывают кору с низшими отделами центральной нервной системы.

Отростки нервных клеток в пределах коры формируют отдельные тангенциальные пучки, так называемые полосы, размещенные между слоями

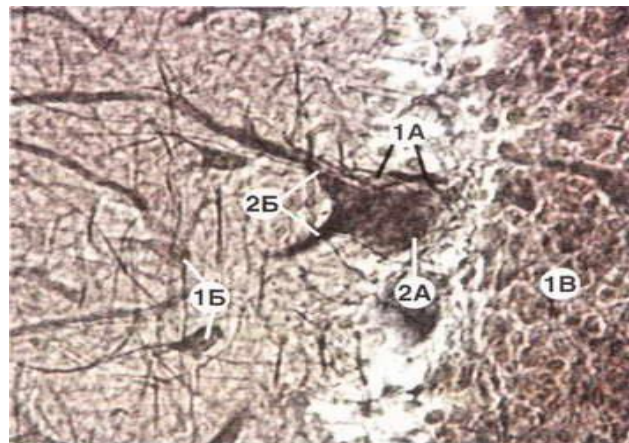
нервных клеток. На поверхности коры проходит:

1)полоска молекулярного слоя (полоска Экснера);

2)между молекулярным и внешним зернистым слоем размещена полоска внешнего зернистого слоя (полоска Бехтерева);

3) между внутренним зернистым и ганглионарными слоями - полоска внутреннего зернистого слоя (внешняя полоска Байярже);

4) между ганглионарным и полиморфноклеточными слоями - полоска ганглионарного слоя (внутренняя полоска Байярже).



**6. Общий план строения и функции мозжечка. Мозжечок (*cerebellum*)** является высшим центром равновесия и координации движений тела, который контролирует поддержание тонуса мышц.

Мозжечок составляют два полушария, поверхность которых покрыта серым веществом (кора мозжечка), а в глубине находятся подкорковые ядра и белое вещество. Благодаря наличию поверхностных извилин и чередованию серого и белого вещества на сагиттальном разрезе в мозжечка можно увидеть характерный рисунок, так называемое **дерево жизни**.

**7. Нейральный состав и слои коры мозжечка. Кора мозжечка** состоит из трех слоев:

- молекулярный;
- ганглионарный;
- зернистый.

## Молекулярный слой

наиболее поверхностный, образован телами **корзинчатых** и **звездчатых** клеток.

## Корзинчатые клетки

посылают многочисленные аксоны к клеткам ганглионарного слоя, к грушевидным нейронам,

и вокруг их тел формируют характерные образования, так называемые корзинки мозжечка.

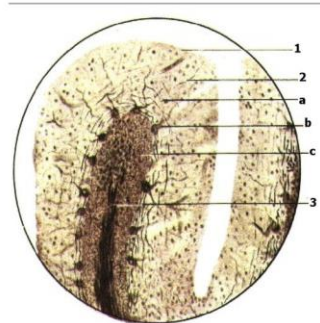
Дендриты корзинчатых клеток имеют направление, поперечное извилине. **Звездчатые клетки** молекулярного слоя бывают **мелкими** и **крупными**. Аксоны мелких клеток контактируют с дендритами больших грушевидных клеток ганглионарного слоя. Крупных – с телами грушевидных нейронов, входят в состав корзинок.

Нейроциты молекулярного слоя коры мозжечка обеспечивают ассоциативную функцию, осуществляя тормозящее влияние на клетки ганглионарного слоя. **Ганглионарный, слой** мозжечка содержит один ряд крупных **грушевидных нейронов** или **клеток Пуркинье**.

В молекулярный слой от верхушки этих клеток отходят 2-3 дендрита, которые имеют радиальное направление и образуют в молекулярном слое многочисленные разветвления. Аксоны отходят от расширенной основы грушевидных нейронов и заканчиваются на клетках подкорковых ядер мозжечка. Эфферентные пути мозжечка сформированы аксонами клеток Пуркинье. Многочисленные коллатерали аксонов грушевидных нейронов образуют синапсы с соседними клетками Пуркинье.

**Зернистый слой** – это самый глубокий слой коры мозжечка, который непосредственно прилегает к белому веществу. Зернистый слой включает в себя несколько разновидностей нейроцитов: **клетки-зерна**, **звездчатые**

## Мозжечок



- 1 – мозговая извилина,
- 2 – кора мозжечка:
- a – молекулярный слой (звездчатые и корзинчатые),
- b – ганглионарный слой (грушевидные клетки, или клетки Пуркинье),
- c – зернистый слой (клетки-зерна, клетки Гольджи и веретеновидные клетки),
- 3 – белое вещество

**нейроны (клетки Гольджи II типа), горизонтальные и веретенообразные клетки.** Возбуждающие афферентные влияния к коре мозжечка поступают по **моховидным и лазающим (лианоподобным) волокнам.**

Окончания дендритов клеток-зерен образуют характерные разветвления, которые по форме напоминают **лапки птицы.** Дендриты **клеток-зерен,** образовывая синапсы с моховидными волокнами, формируют, так называемые, **клубочки мозжечка.** Аксоны **клеток-зерен** проходят в молекулярный слой и там разветвляются на две ветви, которые идут параллельно поверхности извилин мозжечка (так называемые параллельные волокна), образовывая многочисленные синапсы с дендритами **грушевидных, корзинчатых и звездчатых** нейронов. Таким образом, множество **грушевидных клеток** получают возбуждающие влияния от моховидных волокон по аксонам **клеток-зерен.** В участках клубочков мозжечка можно увидеть также большое количество синапсов между **дендритами клеток-зерен** и аксонами **звездчатых клеток с короткими аксонами.**

**Лианоподобные** волокна заканчиваются непосредственно на клетках Пуркинье.

## **8. Морфо-функциональная характеристика нейронов мозжечка.**

Возбуждающие влияния, которые поступают к мозжечку по моховидным волокнам, реализуются при участии клеток-зерен и клубочков мозжечка. Тормозное действие осуществляют корзинчатые клетки, звездчатые клетки молекулярного и зернистого слоёв, причем возбуждение звездчатых нейроцитов может блокировать импульсы, которые поступают к мозжечку по моховидным волокнам. Длинноаксонные звездчатые клетки, вероятно, обеспечивают связь между разными участками коры мозжечка.

**Грушевидные нейроциты** - основное функциональное звено коры мозжечка, на обеспечение нормальной деятельности которого направлена активность всех других клеточных элементов коры, афферентных моховидных и лианоподобных (лазающих) волокон. Лишь аксоны грушевидных

нейроцитов выходят из коры мозжечка и реализуют регуляторное влияние мозжечка на организм.

В глубине белого вещества локализованы подкорковые ядра мозжечка - **зубчатое, пробковидное, шаровидное и ядро шатра**, к которым поступают импульсы по аксонам грушевидных клеток, и которые, таким образом, выполняют функцию переключателей.

**9. Нейроглия мозжечка.** В зернистом слое есть волокнистые и плазматические астроциты. Окончания отростков волокнистых астроцитов образуют периваскулярные мембраны. Все слои мозжечка содержат олигодендроглиocyты. Особенно их много в зернистом слое и в белом веществе мозжечка. Между грушевидными клетками ганглионарного слоя располагаются глиальные клетки с темными ядрами. Их отростки направляются к поверхности коры и образуют глиальные волокна молекулярного слоя мозжечка, которые поддерживают разветвление дендритов грушевидных клеток.

**10. Афферентные и эфферентные связи мозжечка.** **Афферентные волокна** представлены **моховидными и лазящими** волокнами. **Моховидные волокна** мозжечка проходят в составе спино- и мост-мозжечковых путей и, разветвляясь, заканчиваются расширениями и образуют синаптические контакты с **дендритами клеток-зерен**, на которых заканчиваются также аксоны больших звездчатых нейронов, таким образом формируются структуры, которые носят название **клубочков мозжечка**. Снаружи клубочки мозжечка полностью окружены плоскими отростками астроцитов.

**Лазящие волокна** мозжечка идут в составе оливо-мозжечковых путей и проникают в кору из белого вещества, проходя через зернистый слой к ганглионарному, где стелятся по телам и дендритам клеток Пуркинье, на которых они заканчиваются возбуждающими синапсами. Коллатеральные ветви лазящих волокон образуют синапсы на вторых нейронах всех типов (клетки-зерна, клетки Гольджи, звёздчатые и корзинчатые).

**Эфферентные волокна** представлены **аксонами клеток Пуркине**, которые в составе миелиновых волокон направляются в белое вещество к глубоким ядрам мозжечка и вестибулярного ядра, на их нейронах они образуют тормозные синапсы (клетки Пуркинье – это тормозные нейроны).

**11. Оболочки мозга.** Головной и спинной мозг покрывается тремя оболочками - **мягкой, паутинной и твердой мозговой. Мягкая мозговая оболочка** непосредственно прилегает к тканям мозга, отграничиваясь от них краевой глиальной мембраной. Образует мягкую мозговую оболочку рыхлая волокнистая соединительная ткань с большим содержанием кровеносных сосудов и нервных окончаний. **Паутинная оболочка** также представлена рыхлой соединительной тканью, ее отделяет от мягкой мозговой оболочки сеть коллагеновых и эластических волокон. Пространство, расположенное между мягкой мозговой и паутинной оболочками, называется **субарахноидальное**, оно заполнено спинномозговой жидкостью и соединяется с желудочками мозга.

**Твердая мозговая оболочка** - это плотная соединительная ткань, содержащая большое количество эластических волокон. В полости черепа она срастается с надкостницей костей черепа, в спинномозговом канале отграничивается от надкостницы позвонков **эпидуральным пространством**, заполненным рыхлой соединительной тканью.

Пространство, находящаяся между твердой мозговой и паутинной оболочками носит название **субдурального пространства**.

Центральный канал спинного мозга, желудочки головного мозга и подпаутинное пространство содержат **спинномозговую жидкость (ликвором)**. Она состоит из воды и растворенных в ней солей с небольшим количеством белков и лимфоцитов.

Ликвор для органов центральной нервной системы исполняет роль гидравлического амортизатора, а также обеспечивает их иммунной защитой. Продуцируют ликвор сосудистые сплетения желудочков мозга. Капилляры

сосудистых сплетений от просвета желудочков ограничены кубическими клетками эпендимной глии. Глия вместе с эндотелием и тонкими прослойками соединительной ткани входит в состав барьера между кровью и ликвором. Обратное всасывание ликвора происходит благодаря выростам паутинной оболочки, которые выступают в синусы твердой мозговой оболочки.

**12. Гематоэнцефалический барьер.** Гематоэнцефалический барьер сформирован отростками астроцитов нейроглии, которые сопровождают капилляры по всей длине и, расширяясь, образуют вокруг них непрерывный слой, он ограничивает нейроны от непосредственного контакта с сосудистой стенкой.

Микроциркуляторное русло органов центральной нервной системы имеют определенные особенности в строении. Мозговые капилляры имеют характерный сплошной эндотелий, который располагается на хорошо выраженной базальной мембране.

Гематоэнцефалический барьер отделяет нейроны от крови и внутренней среды, препятствует проникновению в ЦНС переносимых кровью токсических веществ, нейромедиаторов, гормонов, антибиотиков, обеспечивает избирательный транспорт ряда веществ в мозг.



## Гематоэнцефалический барьер (химический и аутоиммунный гомеостаз)

### • Капилляры мозга:

- Эндотелиоциты соединены плотными контактами
- Не имеют ни пор, ни фенестр
- Имеют под эндотелием прочную трехслойную базальную мембрану со слоем гликокаликса над ней
- Не реагируют на гистамин
- Изолированы мембранами из астроглии

### Обход барьера:

1. Через церебро-спинальную жидкость (желудочки или подмозжечковая цистерна). При столбняке, туберкулезном менингите, энцефалите и т.д.
2. Через слизистую оболочку носа
3. Ослабление плотных контактов гипертоническим раствором глюкозы – судорожная терапия
4. Использование жирорастворимых веществ,
5. Создание «химер»: лекарство+молекула, для которой есть канал через мембрану эпителиоцита.

При многих заболеваниях барьер повышается: алкоголизм, эпилепсия

### Состав гематоэнцефалического барьера:

1. Эндотелий кровеносных капилляров
2. Базальная мембрана капилляра
3. Периваскулярная пограничная глиальная мембрана, представленная отростками астроцитов.

**13. Возрастные изменения органов центральной нервной системы.** В постнатальном периоде процесс созревания коры мозга характеризуется ростом объема тел нейроцитов, уменьшением их ядерно-цитоплазматического соотношения, увеличением количества синаптических контактов и образованием вокруг аксонов миелиновой оболочки. Значительная часть нейронов (до 50-70%) при этом гибнет путем апоптоза и фагоцитируется клетками микроглии. Развитие сенсорных, интеллектуальных и коммуникативных способностей ребенка в значительной мере определяется "дозреванием" межнейронных связей, которые устанавливаются под воздействием окружающей среды. У взрослых людей количество нейронов на единицу объема коры уменьшается за счет гибели части нейронов, разрастания нейроглии и нервных волокон.

В возрасте от 20 до 60 лет масса мозга каждые 10 лет увеличивается на 6 грамм. В пожилом и старческом возрасте, в сосудах мозга возникают склеротические изменения, ухудшается трофика и гибнет часть нервных клеток, тем самым наблюдается последующее снижение количества нейронов на единицу объема мозга – происходит атрофии коры мозга. В период между 60 до 75 годами масса мозга уменьшается в среднем на 6% (на 50-100 грамм). При этом примерно на 4% уменьшается площадь коры, мозг будто сморщивается. В первую очередь возрастной инволюции подлежат клетки Беца и Пуркинью.

## СПИННОЙ МОЗГ. (ГАНГЛИИ, НЕРВЫ, ОКОНЧАНИЯ).

### Содержание темы.

**1. Общая характеристика нервной системы.** В основе строения нервной системы лежит нервная ткань, которая способна воспринимать раздражение из внешней среды, трансформировать их в ощущение и формировать реакции - ответы.

Нервная система регулирует все жизненные процессы внутри организма, а также его взаимосвязь с окружающей средой.

Морфологическим субстратом рефлекторной деятельности нервной системы являются **рефлекторные дуги**, представляющие собой цепь различных по функции нейронов. Тела клеток, входящих в рефлекторные дуги, расположены в разных отделах нервной системы: в периферических узлах, в сером веществе центральной нервной системы.

**2. Эмбриогенез нервной системы.** Передний (краниальный) отдел нервной трубки является источником развития головного мозга, из туловищного (каудального) отдела формируется спинной мозг.

**3. Пороки развития нервной системы.** Дефекты смыкания нервной трубки могут вызывать полное отсутствие мозга – **анэнцефалия**.

Нарушения миграции и пролиферации клеток обычно возникают от неизвестных причин и могут вызывать следующие пороки:

-**микроцефалия** – объем головы вдвое меньше нормы, обусловлено тем, что размеры черепа определяются малым объемом мозга – **микроэнцефалия**;

-**макроцефалия** – большой объем головы;

-**гидроэнцефалия** – внутриутробный глубокий некроз коры головного мозга с последующим накоплением ликвора;

-**гидроцефалия** – расширение желудочков мозга за счет большого объема ликвора.

Риск возникновения врожденных пороков нервной системы может быть значительно снижен, если будущая мать будет принимать в профилактических целях комплекс витаминов В, вести здоровый образ жизни с момента зачатия и до окончания формирования нервной системы плода (то есть первые три месяца беременности).

**4. Роль нервной системы в жизнедеятельности организма.** Нервная система включает в себя определенные органы и структуры, которые в совокупности призваны обеспечивать связь организма с внешней средой, регуляцию всех жизненных процессов, координированные и интегрированные действия систем органов. Функционирование организма как единого целого происходит благодаря наличию нервной системы. Нервная система хранит информацию (память), превращает и интегрирует следы памяти и сигналы внешней и внутренней среды, руководит мышечными и железистыми клетками, обеспечивает координацию движения.

#### **5. Физиологическая и анатомическая классификация нервной системы.**

Для органов нервной системы существуют две классификации - **анатомическая и физиологическая.**

Анатомическая классификация предполагает деление нервной системы на **центральную и периферическую.**

**Центральная** нервная система состоит из головного и спинного мозга.

**Периферическая** включает в себя нервные узлы, стволы и нервные окончания.

Согласно физиологической классификации нервная система разделяется на:

- **соматическую** - обеспечивает иннервацию всего тела, исключая внутренние органы, сосуды и железы;

- **автономную (вегетативную)** - иннервирует внутренние органы, сосуды и железы.

Следует сказать, что обе классификации являются в известной мере условными, поскольку в основе функционирования нервной системы находятся рефлекторные дуги в разных отделах и органах этой системы.

**6. Развитие спинного мозга и спинномозговых узлов.** Из туловищного отдела нервной трубки и ганглиозной пластинки формируется спинной мозг, спинномозговые и вегетативные нервные узлы и хромафинная ткань организма.

Из клеток плащевого слоя нервной трубки развивается серое вещество спинного мозга, а краевая вуаль дает начало его белому веществу.

Нейробласты передних столбов дифференцируются в моторные нейроны ядер передних рогов. Аксоны этих клеток выходят из спинного мозга и формируют его передние корешки.

В задних столбах и промежуточной зоне развиваются разнообразные ядра вставочных (ассоциативных) клеток. Их аксоны поступают к белому веществу спинного мозга и входят в состав разных проводящих путей.

К задним рогам поступают аксоны (центральные отростки) чувствительных клеток спинномозговых ганглиев.

Исходным материалом для спинномозговых узлов служат клеточные элементы ганглиозной пластинки, которые дифференцируются в нейробласты и глиобласты, а из них образуются нейроны и мантийные глиоциты.

**7. Понятие о ядрах спинного мозга.** Нейроны серого вещества спинного мозга, которые имеют общие морфологические признаки и сходную функцию, объединяются в **ядра** спинного мозга.

**8. Спинной мозг. Серое и белое вещество.** На поперечном разрезе спинного мозга видно, что центральная его часть образована серым веществом, а по периферии располагается белое вещество. Спинной мозг состоит из двух симметричных половин, разделенных передней срединной щелью и задней срединной перегородкой. Серое вещество по форме напоминает раскрытую

## Поперечный срез спинного мозга на уровне грудного сегмента



1 – мозговая оболочка,  
2 – задняя медиальная борозда,  
3 – белое вещество:  
а – задние канатики (восходящие пути),  
б – боковые канатики (восходящие и нисходящие пути),

с – передние канатики (нисходящие пути),  
4 – серое вещество:  
d – задние рога,  
e – боковые рога,  
с – передние рога,  
g – септы, образованные отростками глиальных клеток серого вещества,  
h, l – центральное промежуточное вещество,  
5 – центральный канал, выстланный эпителием,  
6 – передняя медиальная щель

бабочку и букву Н. Каждая половина серого вещества спинного мозга образует выросты, которые называются рога, или столбы.

Можно выделить два передних, два боковых и два задних рога. Передние рога объемные, широкие,

задние - узкие, удлинненные. В задние рога входят задние корешки, несущие импульсы с периферии, из передних рогов выходят передние корешки спинного мозга, доставляющие импульсы на периферию, к рабочему органу.

В центре серого вещества проходит центральный канал с циркулирующей спинномозговой жидкостью (ликвором).

Белое вещество спинного мозга разделяется рогами серого вещества на три пары канатиков: передние, боковые и задние. Канатики, в свою очередь, представлены пучками продольно ориентированных нервных волокон, или трактов, а также клетками нейроглии.

### 9. Характеристика клеток серого вещества спинного мозга.

Мультиполярные нейроны серого вещества спинного мозга классифицируются на **корешковые, пучковые и внутренние (вставочные) клетки**. **Корешковые** клетки направляют свои аксоны за пределы спинного мозга в составе его передних корешков. Аксоны **пучковых** клеток образуют пучки волокон белого вещества, которые соединяют отдельные ядра или сегменты спинного мозга между собой или с соответствующими ядрами головного мозга. Отростки **вставочных** клеток заканчиваются синапсами в пределах серого вещества спинного мозга.

**10. Ядра серого вещества спинного мозга.** Передние рога образуют большие мультиполярные нейроны. Это преимущественно **корешковые** клетки.

**Медиальную группу ядер** можно проследить по всей длине спинного мозга. Она образована нейронами, которые иннервируют мышцы туловища.

**Латеральная группа ядер** хорошо развита только в участке шейного и поясничного отделов спинного мозга. Эта группа образована нейронами, которые иннервируют мышцы конечностей.

В **задних рогах** можно выделить следующие структуры: **собственное и грудное ядра**, а также **губчатую и желатинозную субстанции**.

В задних рогах преобладают внутренние (вставочные) клетки: **ассоциативные** – их отростки заканчиваются в пределах своей половины спинного мозга, и **комиссуральные** – отростки которых связывают две противоположные половины серого вещества.

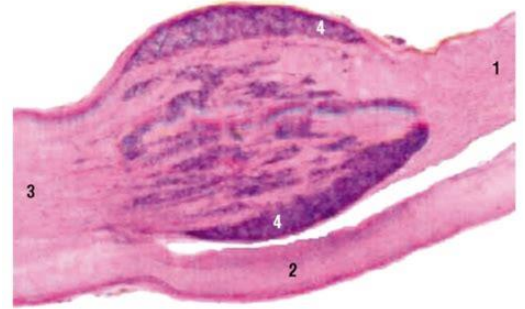
Вставочные клетки **губчатой и желатинозной субстанций**, а также рассеянные вставочные клетки – это связующее звено между чувствительными клетками спинномозговых ганглиев и двигательными клетками моторных ядер передних рогов спинного мозга.

В боковых рогах расположены **медиальное промежуточное и латеральное промежуточное ядра**. Латеральное промежуточное ядро образовано ассоциативными клетками симпатической рефлекторной дуги.

**11. Характеристика нейроглии.** Спинномозговой канал выстлан **ependимоцитами**, вырабатывающими спинномозговую жидкость. Основную часть остова серого вещества составляют **протоплазматичные и волокнистые астроциты**. Отростки волокнистых астроцитов выходят за пределы серого вещества и формируют перепонки в белом веществе, а также создают глиальные мембраны на кровеносных сосудах и на поверхности спинного мозга. Олигодендроглия входит в состав нервных волокон. Микроглия поступает в спинной мозг по мере врастания в него кровеносных сосудов.

**12. Понятие о собственном аппарате спинного мозга.** В сером веществе спинного мозга рассеяно большое количество **пучковых нейронов**. От этих клеток отходят аксоны, идущие в белое вещество, где они сразу разделяются на

длинную восходящую и короткую нисходящую ветви. Эти волокна в совокупности образуют **собственные или основные, пучки** белого вещества, непосредственно прилегающие к серому веществу. Собственных пучков три пары. По



своему ходу они отдают много коллатералей, которые, как и сами ветви заканчиваются синапсами на двигательных клетках передних рогов 4-5 сегментов спинного мозга.

### **13. Спинномозговой узел, локализация и общий план строения.**

**Спинномозговой узел** (спинномозговой ганглий) - покрыт соединительнотканной капсулой, которая проникает в паренхиму органа в виде перегородок. Характерным морфологическим признаком спинномозгового ганглия есть упорядоченное размещение перикарионов (тел) и отростков нейронов: тела локализованы на периферии под капсулой, отростки — преимущественно в срединной части узла. В спинномозговом узле находятся перикарионы (чувствительных, афферентных) нейронов спинномозговых рефлекторных дуг.

Спинномозговой узел располагается около места слияния переднего и заднего корешков спинного мозга.

### **14. Основные тканевые элементы спинномозгового узла.**

Основным функциональным элементом спинномозгового ганглия есть **псевдоуниполярный** нейрон. Свое название эти клетки получили в связи с тем, что оба их отростка (аксон и дендрит) отходят от одного участка перикариона, некоторое время идут рядом, имитируя наличие лишь одного отростка, и только потом расходятся в разных направлениях.

**Дендриты** псевдоуниполярных нейронов идут на периферию к органам, которые они иннервируют.

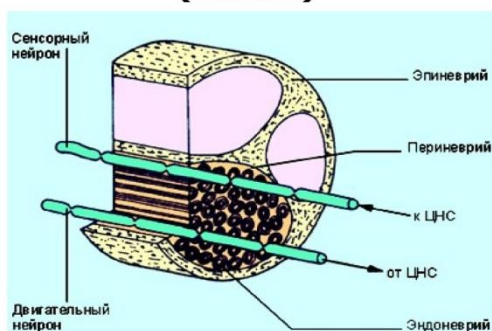


**Аксоны** нейронов спинномозгового узла заходят в задние рога спинного мозга и передают импульс на вставочные нейроны задних рогов. Псевдоуниполярные нейроны находятся в окружении специфических клеток нейроглии, так называемых мантийных глиоцитов, которые формируют что-то вроде плаща (мантии) вокруг перикариона каждого псевдоуниполярного нейрона.

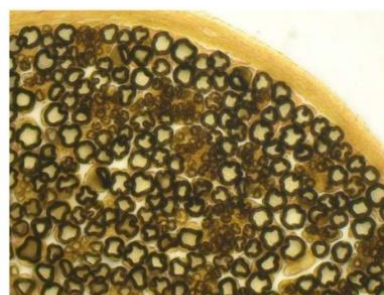
**15. Строение периферического нерва.** Периферические нервные стволы (нервы) – состоят из **миелиновых и безмиелиновых нервных волокон** и соединительнотканых оболочек. Тонкие прослойки соединительной ткани между нервными волокнами носят название **эндоневрий**. Пучки нервных волокон одеты **периневрием**.

**Эпиневрий** или наружная оболочка нервного ствола, представлена плотной волокнистой соединительной тканью, в ней содержится большое количество фибробластов, макрофагов и жировых клеток. В соединительнотканых оболочках нерва содержатся кровеносные и лимфатические сосуды и нервные окончания.

#### Поперечный разрез нерва (схема)



Нерв в поперечном срезе (импрегнация осмием)



# ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА.

## Содержание темы.

**1. Характеристика вегетативного отдела нервной системы. Автономная (вегетативная) нервная система** регулирует работу внутренних органов, в частности пищеварительной системы, давление крови, пото - и мочеотделение, температуру тела, процессы, связанные с обменом веществ, ростом и размножением.

Вегетативная нервная система состоит из двух отделов, в которых входят следующие органы:

- 1.Центральный – ядра головного и спинного мозга.
- 2.Периферический - нервные узлы, стволы и сплетения.

По функциональным признакам вегетативную нервную систему разделяют на две части - **симпатическую** и **парасимпатическую**, которые в целом противоположно действуют на соответствующие органы и системы организма.

В составе вегетативной нервной системы различают еще один отдел - так называемую **метасимпатическую нервную систему**, в которую входят интрамуральные микроганглии внутренних органов - пищеварительного канала, дыхательной системы, сердца, почек.

Микроганглии самостоятельно регулируют функции отмеченных органов, и не контролируются в физиологических условиях центральными звеньями вегетативной и соматической нервной системы.

**2. Центральный отдел вегетативной нервной системы.** Ядра центрального отдела вегетативной нервной системы находятся:

- 1) в среднем, продолговатом отделах головного мозга;
- 2) в спинном мозге (грудные, поясничные и крестцовые сегменты).

**К симпатической** нервной системе принадлежат:

- ядра боковых рогов грудного и верхнепоясничных сегментов спинного мозга.

#### **К парасимпатической:**

- ядра III, VII, IX, X пар черепных нервов;

- ядра боковых рогов крестцовых сегментов спинного мозга.

Ядра центральных отделов вегетативной нервной системы представлены мультиполярными ассоциативными нейронами. Их аксоны в составе передних корешков спинного мозга или черепных нервов выходят за пределы центральных отделов и направляются к вегетативным узлам, где контактируют с их нейронами, а дендриты образуют синапсы с аксонами псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов.

**4. Составные части периферического отдела вегетативной нервной системы. Узлы (ганглии)** вегетативной нервной системы есть как в составе органов, так и за их пределами. Внутриорганные нервные ганглии (сплетения) содержатся в стенках пищеварительного тракта, сердца, матки, мочевого пузыря и других органов.

Внеорганную локализацию имеют:

- 1) паравертебральные симпатические ганглии (расположены с обеих сторон позвоночного столба, образуя симпатические цепочки);
- 2) превертебральные симпатические ганглии (брюшной, верхний и нижний брыжеечные ганглии, образуют брюшное сплетение спереди от брюшного отдела аорты и его разветвлений);
- 3) парасимпатические ганглии головы.

**5. Вегетативные ганглии, их строение и функции. Вегетативный узел** (автономный ганглий, *ganglion autonomicum*) – покрыт соединительнотканной капсулой, от нее вглубь узла врастают прослойки соединительной ткани. Нейроны, формирующие узел, относятся к мультиполярным, это отличает его от чувствительных спинномозговых узлов, которые состоят из

псевдоуниполярных нервных клеток. Каждый нейрон автономного нервного ганглия, как и его отростки, окружен клетками нейроглии.

**Дендриты** нервных клеток вегетативного ганглия сильно ветвятся и контактируют с аксонами нейронов центральных отделов, формируя преганглионарные миелиновые волокна.

**Аксоны** являются преимущественно безмиелиновыми и входят в состав постганглионарных волокон, которые идут к соответствующим органам.

В составе симпатических ганглиев находятся также мелкие нейроны с короткими отростками, которые под действием возбуждающих влияний преганглионарных волокон выделяют адреналин. Эти клетки расположены небольшими группами и играют роль внутриганглионарной тормозной системы.

#### **6. Преганглионарные волокна, их локализация, характеристика.**

**Преганглионарные волокна** – образованы аксонами ассоциативного нейрона вегетативной рефлекторной дуги, выходя из спинного мозга в составе передних корешков, вступают в узел, где заканчиваются непосредственно на перикарионах нейронов, образуя аксо-соматические холинергические синапсы. Подавляющее большинство нейронов автономных ганглиев являются холинергическими. Эти преганглионарные волокна вегетативной нервной системы - **миелиновые**.

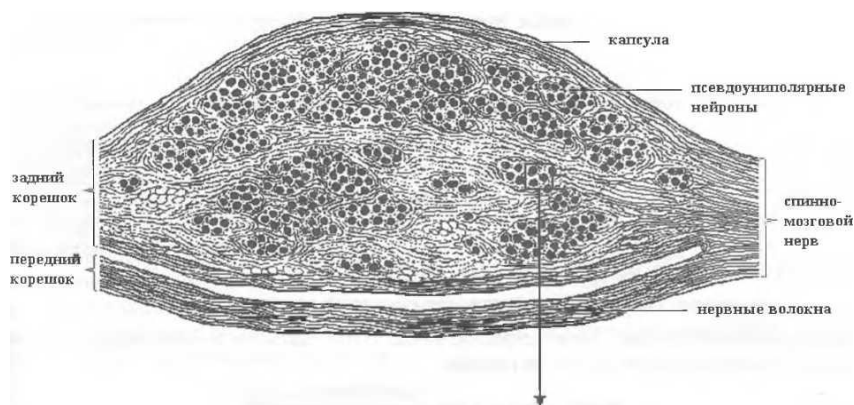
**7. Постганглионарные волокна, их локализация, характеристика.** Аксоны нейронов вегетативного нервного узла являются преимущественно **безмиелиновыми** и в составе **постганглионарных волокон** идут к соответствующим органам.

**8. Морфо-функциональная характеристика клеток Догеля.** По морфологическим признакам во внутриорганных ганглиях различают три типа

нейронов, которые были впервые описаны российским нейрогистологом А.С. Догелем:

- 1) эфферентные нейроны с короткими дендритами и длинными аксонами (клетки Догеля I типа);
- 2) афферентные равноотросчатые нейроны, где нельзя определить, кокой из них аксон, так как отростки уходят далеко от тела клетки (клетки Догеля II типа);
- 3) ассоциативные нейроны с дендритами и аксонами средней длины, которые идут к соседним клеткам узла или к соседним узлам сплетения (клетки Догеля III типа).

**9. Отличия строения вегетативного узла от спинномозгового.** По форме спинномозговые ганглии бывают овальные, а вегетативные наоборот – звездчатые. Отличия **в составе нейроцитов:** спинномозговой узел состоит из олигодендроцитов, микроглии и **псевдоуниполярных клеток**, и имеет **упорядоченное размещение**, а вегетативные узлы состоят из астроцитов, микроглии и **мультиполярных** клеток, без четкого расположения.



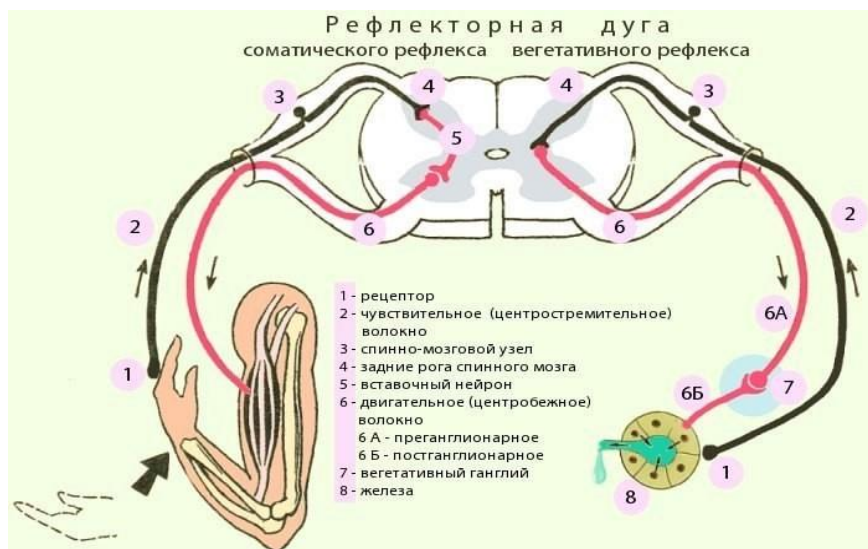
**10. Представление о рефлексорных дугах.** Рефлекторная дуга представляет собой цепочку нейронов, связанных между собой синапсами, которые обуславливают проведение нервного импульса от рецептора чувствительного нейрона к эффекторному окончанию на рабочем органе.

## Состав рефлекторной дуги:

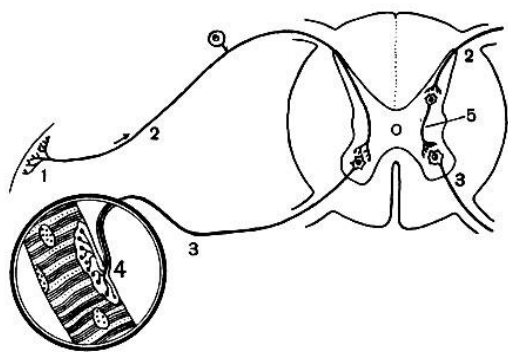
- 1) рецепторы (от лат. *рецептор* – принимающий) – нервные окончания, воспринимающие раздражения;
- 2) чувствительные нервные волокна (проводящие импульсы в центральную нервную систему);
- 3) нервный центр (нейроны и их контакты в центральной нервной системе);
- 4) двигательные нервные волокна (проводят импульсы из центральной нервной системы к органам);
- 5) органы, отвечающие на раздражения (мышцы или железы).

**11. Характеристика разных видов рефлекторных дуг.** Рефлекторные дуги разделяются на простые и сложные по количеству нейронов в дуге: простая дуга состоит из 2-х нейронов (чувствительный и двигательный), а в сложной дополняются вставочные или ассоциативные.

**12. Отличия соматической рефлекторной дуги от вегетативной.** Соматическая рефлекторная дуга всегда бывает 2-х нейронной (простая), а вегетативная простая рефлекторная дуга всегда 3-х нейронная.



**13. Соматическая рефлекторная дуга. Рецепторное (афферентное) звено –** образовано афферентными псевдоуниполярными нейронами, тела которых



располагаются в чувствительных спинномозговых узлах (1-й чувствительный нейрон). **Дендриты** этих клеток заканчиваются чувствительными нервными окончаниями на периферии (в коже или скелетной мускулатуре). **Аксоны**

направляются в спинной мозг в составе задних корешков и заходят в задние рога серого вещества спинного мозга. Там они заканчиваются синапсами на телах и дендритах **вставочных** нейронов.

**Ассоциативное звено** – это мультиполярные **вставочные** нейроны, которые расположены в задних рогах спинного мозга (2-й ассоциативный нейрон). Аксоны этих клеток направляются в передние рога, где расположены двигательные (эфферентные) нейроны.

**Эфферентное (двигательное) звено** – представлено мультиполярными двигательными нейронами (мотонейронами) передних рогов спинного мозга (3-й двигательный нейрон), аксоны их в составе передних корешков выходят из спинного мозга и идут к скелетной мускулатуре, формируя нервно-мышечный синапс (моторную бляшку).

**14. Вегетативная рефлексорная дуга. Рецепторное (афферентное) звено** – это афферентные псевдоуниполярные нейроны, тела которых располагаются в чувствительных спинномозговых узлах (1-й чувствительный нейрон). Расположение чувствительного нейрона в соматической и вегетативной рефлексорной дуге совпадает.

**Дендриты** этих клеток формируют чувствительные нервные окончания в тканях внутренних органов, на сосудах и железах.

**Аксоны** направляются в спинной мозг в составе задних корешков и проходят в боковые рога серого вещества спинного мозга, где находится 2-й ассоциативный нейрон. Там они заканчиваются синапсами на телах и

дендритах **вставочных** нейронов **латерального промежуточного ядра** боковых рогов.

**Ассоциативное звено** – представлено мультиполярными **вставочными** нейронами, которые расположены в боковых рогах спинного мозга, латеральное промежуточное ядро (2-й ассоциативный нейрон). Аксоны вставочных нейронов, формируют **преганглионарное волокно** и направляются в передние рога, где расположены двигательные (эфферентные) нейроны.

**Эффекторное (двигательное) звено** – образовано мультиполярными нейронами, которые лежат в составе вегетативных ганглиев (3-й двигательный нейрон), аксоны которых формируют **постганглионарное волокно** и в составе нервных стволов и их ветвей направляются к клеткам рабочих органов – гладких мышц, сердца, желез.



## РАЗДЕЛ 8. ОРГАНЫ ЧУВСТВ. ОРГАН ЗРЕНИЯ.

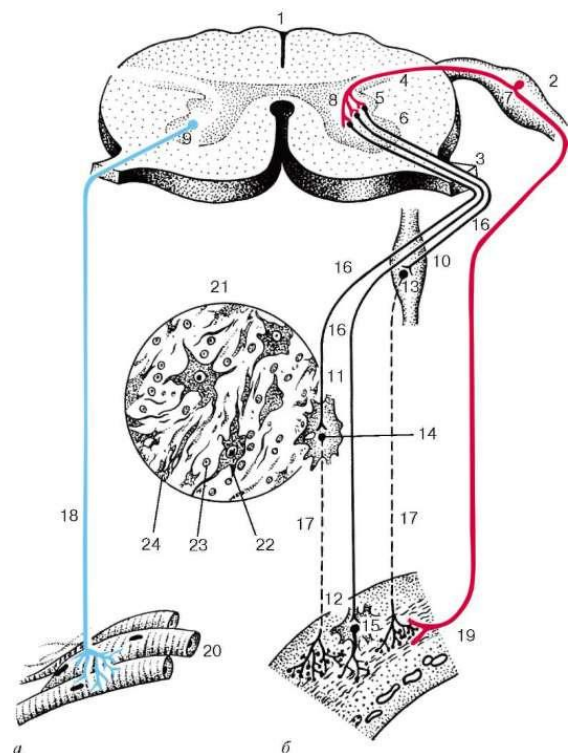
### Содержание темы.

**1. Понятие об органах чувств и анализаторах.** Органы чувств – сенсорные структуры для восприятия зрительных, слуховых, обонятельных и вкусовых раздражений. Они образуют периферические (афферентные) отделы анализаторов. В состав анализаторов входят также промежуточные отделы (осуществляют передачу информации) и центральные отделы, которые перерабатывают информацию и формируют субъективные ощущения.

**2. Классификация органов чувств.** В зависимости от природы клеток, которые воспринимают сигнал, выделяют **первичночувствующие** (нейросенсорные), **вторичночувствующие** (сенсорно-эпителиальные) и **тканевые** рецепторы.

**Первичночувствующие рецепторы** (орган зрения и обоняния) представлены нервными клетками, которые воспринимают сигналы периферическими отростками, превращают их в нервные импульсы и передают в ЦНС по центральным отросткам.

**Вторичночувствующие рецепторы** (сенсорно-эпителиальные) представлены специализированными эпителиальными клетками, которые не имеют периферических отростков и могут возбуждаться в ответ на раздражение. Передача возбуждения от них поступает на нервные клетки соответствующих ганглиев, где формируется нервный импульс, а нервный импульс с нейронов ганглия передается в ЦНС. Входят в состав органов слуха, равновесия и вкуса.



**Тканевые рецепторы** – специализированные сенсорные структуры, которые отвечают за восприятия тактильных (прикосновение, давление, вибрация, растяжение), температурных, болевых и некоторых других сигналов внешней и внутренней среды.

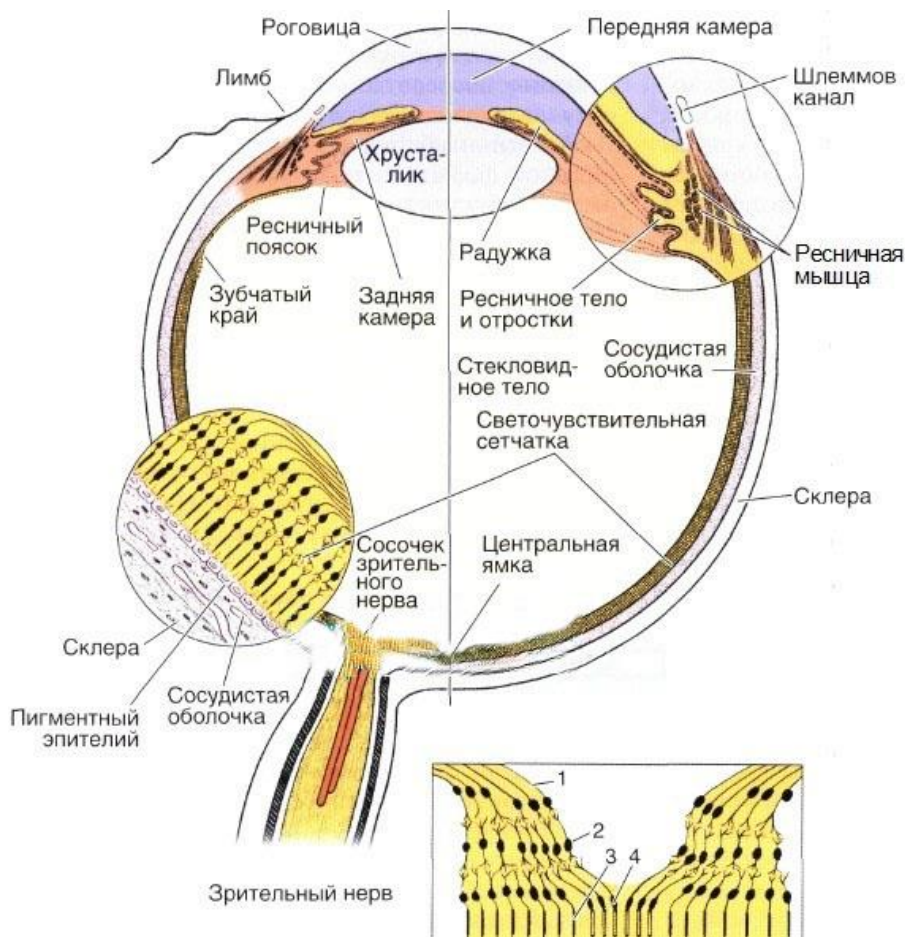
### 3. Общая характеристика органа зрения. Оболочки глазного яблока.

Орган зрения – включает глазное яблоко, зрительный нерв и вспомогательный аппарат (веки, мышцы глазного яблока, слезный аппарат). Стенка глазного яблока образована тремя оболочками:

**Внешней - фиброзной** (склера и роговица);

**Средней - сосудистой** (собственно сосудистая оболочка, ресничное тело и радужка);

**Внутренней - сенсорной** (сетчатка), связанной с мозгом зрительным нервом.



**4. Функциональные аппараты глаза. Светопреломляющий** (роговица, водянистая влага, хрусталик, стекловидное тело) – состоит из прозрачных сред и обеспечивает преломление световых лучей и проекцию предметов на сетчатку.

**Аккомодационный** (радужка, реснитчатое тело с реснитчатым пояском) – обеспечивает фокусирование изображения на сетчатке путем изменения формы хрусталика, регулирует интенсивность освещения сетчатки (в результате изменения диаметра зрачка).

**Рецепторный** (сетчатка) – обеспечивает восприятие и первичную обработку световых сигналов.

**5. Фиброзная оболочка** – внешняя оболочка глазного яблока, которая состоит из **склеры и роговицы. Склера** – плотная соединительная ткань, состоящая из пластинок коллагеновых волокон, которые располагаются параллельно поверхности глаза, фиброцитов и эластических волокон. Выполняет защитную и опорную функции, к ее внешней поверхности прикрепляются сухожилия глазных мышц.

**Роговица** – передняя прозрачная часть внешней оболочки, составляет 1/6 поверхности глазного яблока, состоит из пяти слоёв:

- Передний эпителий** – многослойный плоский неороговевающий;
- Передняя пограничная пластинка** – плотный слой собственного вещества роговицы под базальной мембраной;
- Собственное вещество (строма)** – плотная волокнистая соединительная ткань, гликопротеины которой обеспечивают прозрачность;
- Задняя пограничная пластинка** – трехмерная сетка коллагеновых волокон;
- Задний эпителий (эндотелий)** – однослойный плоский эпителий.

**6. Строение сосудистой оболочки и ее производных. Сосудистая оболочка** глаза – расположена между фиброзной оболочкой и сетчаткой, включает собственно сосудистую оболочку, радужку и реснитчатое тело.

**Собственно сосудистая оболочка** – рыхлая волокнистая соединительная ткань с высоким содержанием пигментных клеток и кровеносных сосудов. В ее составе четыре пластинки:

- 1) **Надсосудистая** – наружная, лежит на границе со склерой;
- 2) **Сосудистая** – содержит артерии и вены;
- 3) **Хориокапиллярная** – густая сетка капилляров, обращенная к сетчатке, покрывает 90-95% внешней поверхности сетчатки;
- 4) **Базальная** – базальная мембрана пигментного эпителия.

**Ресничное тело** – ресничная мышца, от передней части которой отходят цилиарные отростки к которым прикрепляются волокна ресничного пояса, связанные с капсулой хрусталика. При сокращении ресничной мышцы увеличивается кривизну хрусталика и фокусирует глаз на близкие предметы.

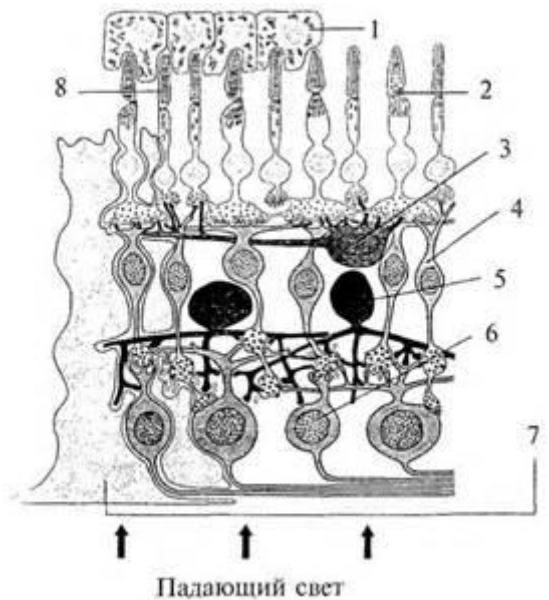
**Радужка** – часть сосудистой оболочки глаза, которая создает непрозрачную сократительную диафрагму перед хрусталиком и регулирует количество света, которое попадает на сетчатку. Включает пять слоёв:

- 1) **Передний эпителий** – плоские полигональные клетки;
- 2) **Наружный пограничный слой** – состоит из основного вещества с большим количеством фибробластов и пигментных клеток;
- 3) **Сосудистый слой** – состоит из многочисленных сосудов, расположенных в рыхлой волокнистой соединительной ткани;
- 4) **Внутренний пограничный слой** – не отличается от наружного;
- 5) **Задний пигментный эпителий** – двухслойный кубический эпителий.

**7. Строение и характеристика хрусталика.** **Хрусталик** – прозрачное двояковыпуклое тело, которое удерживается волокнами ресничного пояса, обеспечивает способность фокусировать на сетчатке предметы, расположенные на разном расстоянии. Образован хрусталик хрусталиковыми волокнами – удлинёнными шестигранными эпителиальными клетками,

цитоплазма которых заполнена прозрачным белком кристаллином. Снаружи покрыт капсулой.

**8. Стекловидное тело.** Стекловидное тело – прозрачная желеобразная масса, которая заполняет пространство между хрусталиком и сетчаткой. По периферии оно плотнее, содержит коллагеновые фибриллы, которые формируют его капсулу. Центральная часть содержит белок витреин и гиалуроновую кислоту.



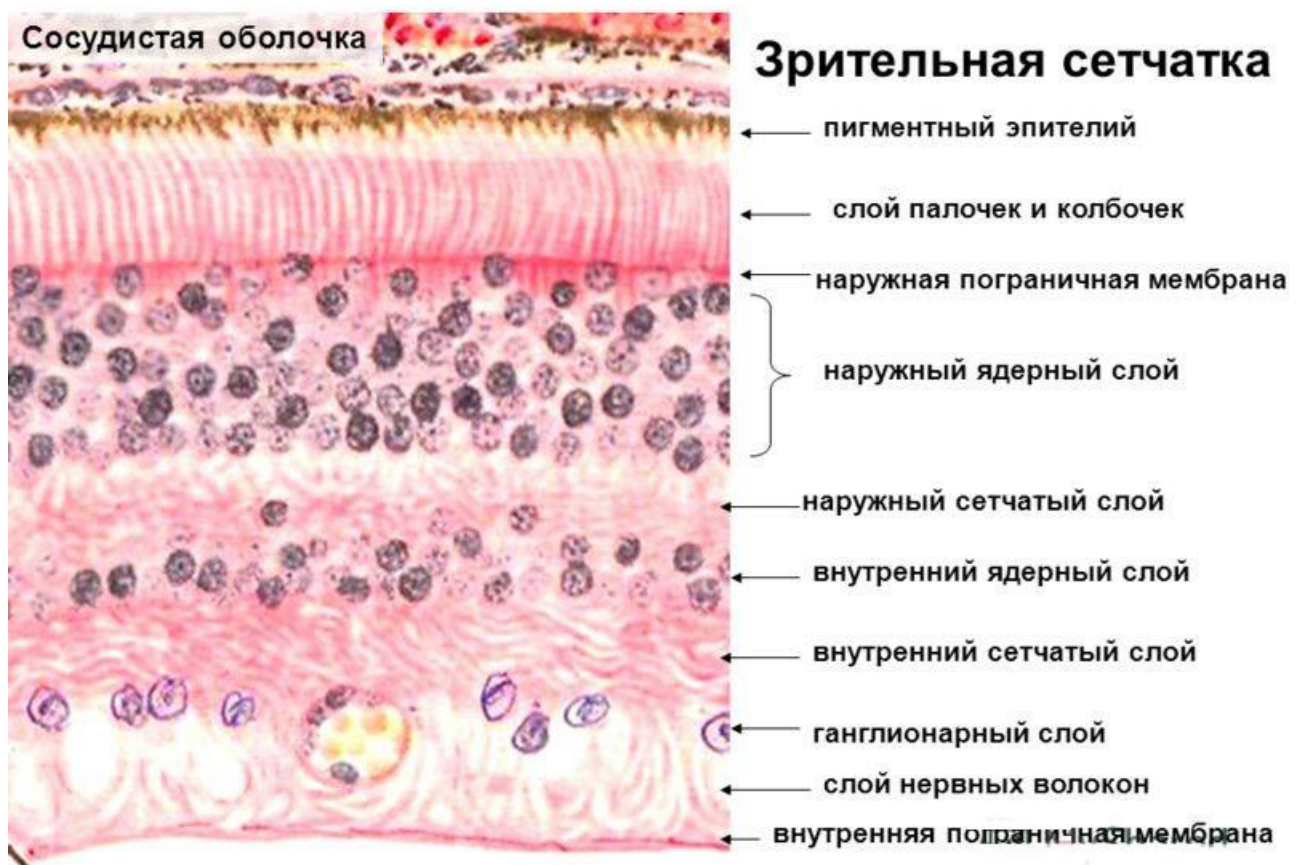
**9. Сетчатка. Общая характеристика.** Сетчатка – внутренняя светочувствительная оболочка глаза. Разделяется на **зрительную часть**, которая выстилает заднюю часть глазного яблока и **слепую часть**, которая покрывает ресничное тело и заднюю поверхность радужки. Структурными компонентами сетчатки являются: нейроны, пигментный эпителий, нейроглия и сосуды. Нейроны сетчатки образуют трехчленную цепь из радиально расположенных клеток:

- 1) (афферентных);
- 2) ассоциативных (вставочных);
- 3) ганглионарных (эфферентных).

**10. Слои сетчатки.** В сетчатке различают 10 слоёв:

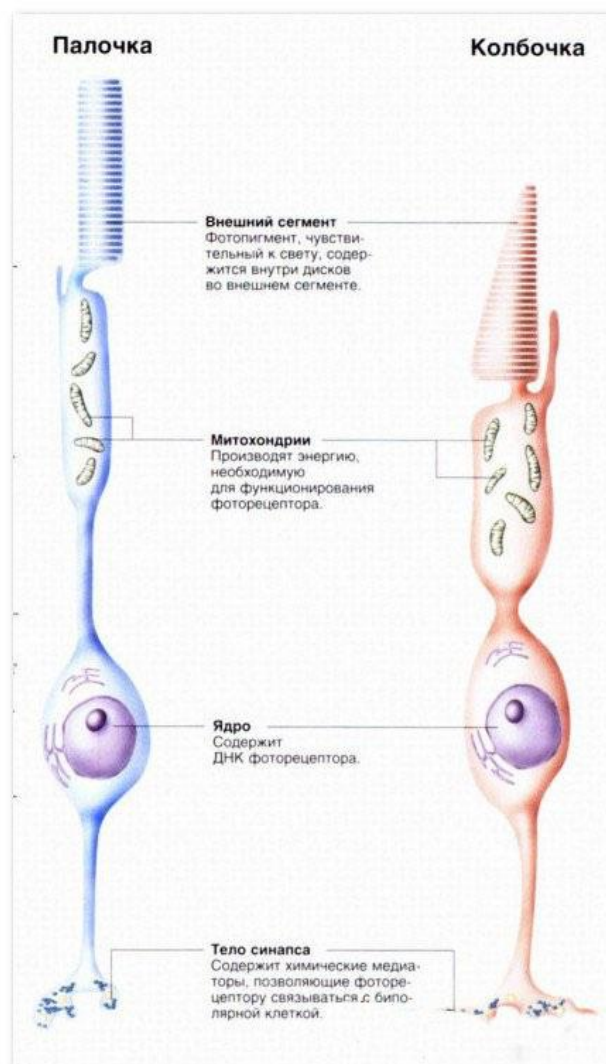
- **пигментный эпителий** – слой полигональных клеток, располагается на границе с сосудистой оболочкой;
- **фотосенсорный слой** (слой палочек и колбочек) – представленный периферическими отростками (дендритами) фотосенсорных клеток;

- **наружная глиальная пограничная мембрана** – отделяет фотосенсорный слой от наружного ядерного, образована отростками мюлеровых клеток;
- **наружный ядерный слой** - состоит из тел нейросенсорных клеток;
- **наружный сетчатый** – область синапсов между аксонами нейросенсорных клеток и дендритами биполярных и горизонтальных клеток;
- **внутренний ядерный** – содержит тела биполярных, амакриновых, горизонтальных и мюлеровых клеток;
- **внутренний сетчатый слой** – область синапсов между биполярными, ганглионарными и амакриновыми клетками;
- **ганглионарный слой** – содержит тела ганглионарных клеток;
- **слой нервных волокон** – состоит из аксонов ганглионарных клеток, которые образуют зрительный нерв;
- **внутренняя глиальная пограничная мембрана** – образована внутренними отростками мюлеровых клеток и их базальной мембраной.



**11. Фоторецепторные клетки.** Фоторецепторные клетки – нейросенсорные клетки, дендриты которых видоизменены в виде палочек и колбочек. Это афферентные (чувствительные) нейроны зрительной рефлекторной дуги.

**Палочковые нейросенсорные клетки** – светочувствительные клетки сетчатки глаза, видоизмененные дендриты которых имеют цилиндрическую форму и содержат 1000 – 1500 мембранных дисков. В мембранах дисков находится зрительный пигмент **родопсин**, который под действием света распадается, что приводит к возникновению импульса. Эти клетки располагаются в периферических отделах сетчатки, отвечают за черно-белое и сумеречное зрение.



**Колбочковые нейросенсорные клетки** – светочувствительные клетки сетчатки глаза, видоизмененные дендриты которых имеют коническую форму, содержат мембранные полудиски, образованные складками плазмолеммы. В мембране дисков содержится зрительный пигмент **йодопсин**, который в функционально разных типах колбочек распадается под действием красного, зеленого или синего света. Располагаются в центральных отделах сетчатки, обеспечивают дневное и цветное зрение.

**12. Ассоциативные клетки** – биполярные, горизонтальные и амакриновые клетки. Биполярные нейроны – клетки, дендриты которых

образуют синапсы с аксонами нейросенсорных клеток, а их аксоны передают нервные импульсы на дендриты ганглионарных и амакриновых клеток.

**Горизонтальные нейроны** – ассоциативные мультиполярные нейроны; их дендриты и аксоны синаптически связаны с аксонами палочек и колбочек. Возбуждение этих клеток вызывает временную блокаду импульсов от фоторецепторов и увеличивает контрастность изображения.

**Амакриновые клетки** – ассоциативные нейроны, дендриты которых образуют связи с аксонами биполярных клеток и дендритами ганглионарных. Выполняют функцию, похожую на функцию горизонтальных клеток.

**13. Ганглионарные нейроны.** Ганглионарные нейроны – большие мультиполярные клетки, дендриты которых образуют синапсы с аксонами биполярных клеток и отростками амакриновых клеток. Аксоны их образуют зрительный нерв. Это эфферентные (двигательные) нейроны зрительной рефлекторной дуги.

**14. Пигментный эпителий.** Пигментный слой сетчатки – один слой пигментных эпителиальных клеток шестиугольной формы, которые лежат на базальной мембране сосудистой оболочки. На апикальной поверхности – микроворсинки и длинные отростки, которые ветвятся и проникают в фотосенсорный слой. Пигментный эпителий транспортирует витамин А к фоторецепторам, обеспечивает питание сетчатки, поглощает свет и предотвращает избыточное освещение рецепторов благодаря перемещению в отростки меланина.

**15. Нейроглия сетчатки.** Кроме нейронов, сетчатка содержит большие клетки радиальной глии – Мюллеровы клетки, отростки которых формируют наружную и внутреннюю глиальные пограничные мембраны. Астроциты своими отростками охватывают капилляры и образуют гемато-ретикулярный



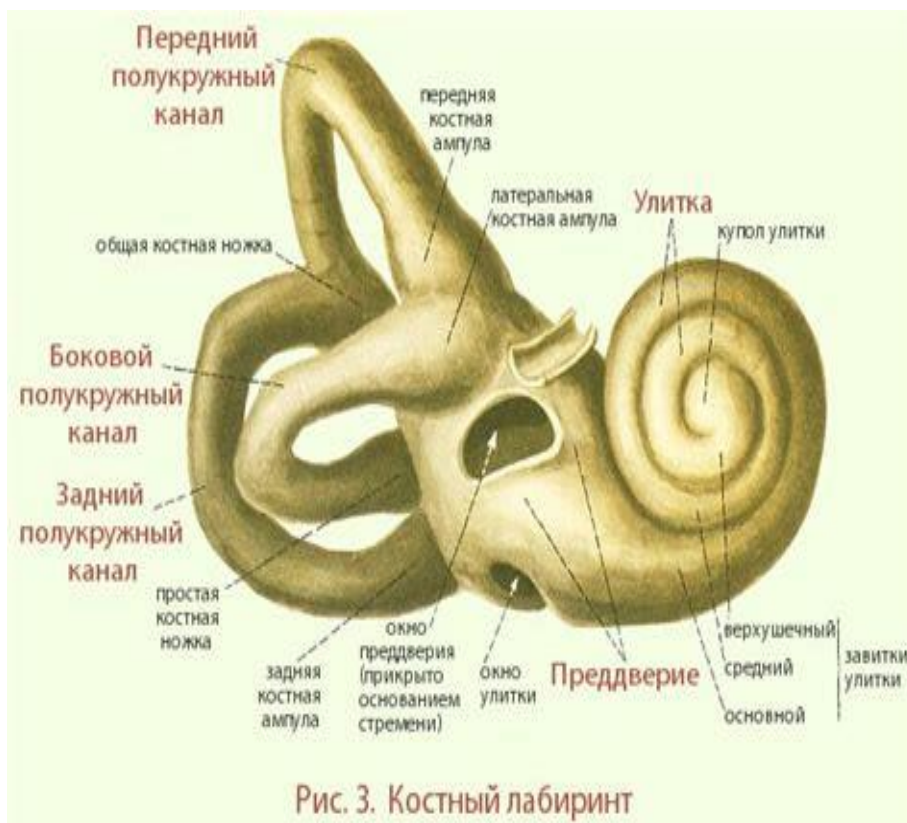
барьер. Клетки микроглии располагаются во всех слоях сетчатки, они немногочисленные. Выполняют фагоцитарную функцию.

# ОРГАН СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ.

## Содержание темы.

### 1. Общая характеристика органа слуха и равновесия.

**Орган слуха и равновесия** - периферическая часть слухового и вестибулярного анализаторов; включает наружное, среднее и внутреннее ухо.



Обеспечивает восприятие звуковых сигналов, линейных и угловых ускорений, вибрационную и гравитационную чувствительность.

**2. Развитие внутреннего уха.** У эмбриона человека перепончатый лабиринт развивается путем инвагинации в эмбриональную соединительную ткань эктодермы, которая образует слуховой пузырек. Последний построен из многорядного эпителия, который секретирует эндолимфу, заполняющую полость пузырька. В процессе последующего развития пузырек разделяется на две части, первая превращается в эллиптический мешочек с тремя полукружными каналами, вторая образует сферический мешочек и формирует канал улитки. Там, где слуховой ганглий прилегает к слуховому пузырьку, стенка последнего утолщается, образуя общее пятно, которое потом

разделяется на верхнюю и нижнюю части. Из верхней части развивается пятно эллиптического мешочка и ампулярные гребешки, а из нижней – пятно сферического мешочка и спиральный орган.

### **3. Структурные элементы наружного уха и их функциональное значение.**

**Наружное ухо** представлено:

- ушной раковины;
- наружного слухового прохода;
- барабанной перепонки.

**Ушная раковина** — это сложной формы пластинка эластического хряща, покрытая тонкой кожей с пушковыми волосами, сальными и потовыми железами. С ее помощью определяют источник звука.

**Наружный слуховой проход** - это трубка длиной 2,5-3 см. Основа стенки наружного слухового прохода ближе к поверхности образована эластичным хрящом, а в глубине хода - костью. Поверхность покрыта тонкой кожей, с волосами и сальными железами. Глубже расположены видоизмененные апокриновые потовые, так называемые **церуминозные**, железы, которые вырабатывают ушную серу. Они открываются на поверхности наружного слухового прохода или в протоки сальных желез.

**Барабанная перепонка** – отграничивает полость среднего уха и образует ее латеральную стенку. Это тонкая упругая мембрана толщиной 0,1 мм, она необходима для передачи звуковых колебаний, которые поступают из внешней среды.

Основу барабанной перепонки составляет собственная пластинка, представленная двумя слоями коллагеновых волокон (наружного радиального и внутреннего циркулярного) и фибробластов, которые залегают между волокнами. Эпидермис покрывает барабанную перепонку снаружи, а изнутри, со стороны среднего уха, она покрыта слизистой оболочкой с однослойным плоским эпителием.

#### 4. Структурные элементы среднего уха и их функциональное значение.

Среднее ухо состоит из:

- барабанной полости;
- слуховых косточек;
- слуховой трубы.

В барабанной полости различают шесть стенок: переднюю, заднюю, верхнюю, нижнюю (костные), латеральную (барабанная перепонка) и медиальную.

Последняя стенка также костная, но в ней находятся два отверстия, так называемых **окна**.

**Верхнее, овальное, окно** закрыто основой стремечка, колебания которого передаются на перилимфу вестибулярной лестницы улитки.

**Нижнее, круглое, окно** закрыто фиброзной мембраной - вторичной барабанной перепонкой, ведет в барабанную лестницу.

**Слуховые косточки - молоточек, наковальня и стремечко** – расположены в барабанной полости.

Головка молоточка подвижная и прилегает к наковальне, которая вторым концом соединяется со стремечком. Стремечко закрывает овальное окно и фиксируется к его стенке тонкой связкой.

Следовательно, слуховые косточки, соединяясь друг с другом,

образуют подвижную цепочку, которая идет вдоль барабанной полости от наружной к внутренней стенке, за которой лежит внутреннее ухо.

Поверхность слуховых косточек и все стенки барабанной полости изнутри покрыты



однослойным плоским (местами кубическим или цилиндрическим) эпителием.

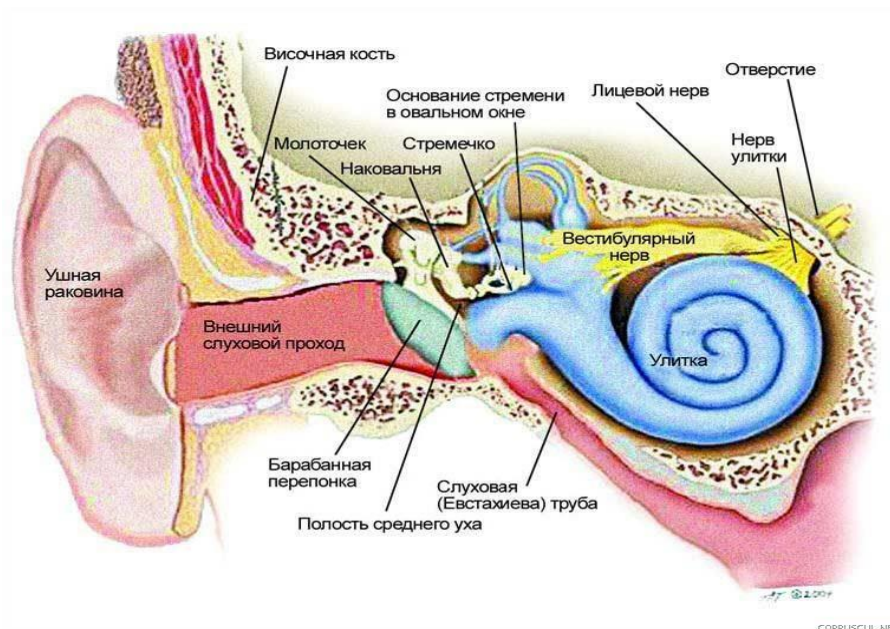


Рис. 2. Слуховые косточки

**Слуховая (Евстахиева) труба** - это образование, которое соединяет барабанную полость с носовой частью глотки. Ее функция - обеспечить регуляцию равновесия между внешним атмосферным давлением и давлением воздуха в полости среднего уха.

Слуховая труба внутри покрыта слизистой оболочкой с многоядным реснитчатым эпителием, аналогичным эпителию дыхательных путей.

В нижнем отделе слуховой трубы имеется соединительнотканная подслизистая основа. В подслизистой основе содержатся слизистые железы. Вокруг глоточного отверстия трубы локализуются трубные миндалины.



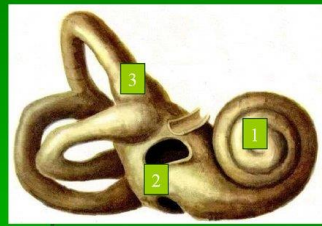
**5. Внутреннее ухо. Локализация рецепторных участков органа слуха и равновесия.** Внутреннее ухо включает **костный лабиринт** и **перепончатый лабиринт**. **Костный лабиринт** – система полостей в височной кости, в которой находится перепончатый лабиринт, связанный с надкостницей тонкими тяжами соединительной ткани. Заполнен перилимфой.

**Перепончатый лабиринт** – система соединенных между собой полостей, расположенных в костном лабиринте внутреннего уха. Заполнен эндолимфой. Содержит рецепторные волосковые клетки органов равновесия и слуха.

В нем находятся два расширенных пузырька – сферический (**мешочек**) и эллиптический (**маточка**), рецепторные участки в них имеют название пятен. С пузырьками связаны **три полукружных канала**.

Каналы расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях и имеют на концах ампулы с гребешками. Стенка этих структур состоит из соединительной ткани и эпителия.

## ВНУТРЕННЕЕ УХО



*Костный лабиринт*

*Перепончатый лабиринт*

*1 - улитка с улитковым ходом*

*2 - преддверие (мешочек и маточка)*

*3 - полукружные каналы с ампулами*

**6. Общий план строения улитки и улиткового канала.** Улитка - это костный канал, который свернут как раковина улитки, образуя 2,5 оборота вокруг оси – костного веретена. Изнутри костная стенка покрыта надкостницей.

В участке спирального выступа утолщенная надкостница образует выпуклость - **лимб**, разделенный спиральным тоннелем на две лестницы, – верхнюю **вестибулярную** и нижнюю **барабанную**. На краю нижней лестницы в один ряд расположены отверстия, через которые к клеткам слухового органа проходят нервные волокна. Наружная стенка костного канала также неровная и имеет утолщение периоста, которое называется спиральной связкой.

**Улитковый канал** - спиральный канал с треугольным просветом. Стенка улиткового канала образована:

- сосудистой полоской;
- вестибулярной мембраной;
- базиллярной мембраной.

**Сосудистая полоска** – полоска многослойного эпителия, которая лежит на спиральной связке, пронизанна густой сеткой капилляров, выделяет эндолимфу.

**Вестибулярная мембрана** – тонкая соединительнотканная пластинка, которая натянута от спирального лимба к верхнему краю спиральной связки;

выстлана однослойным плоским эпителием со стороны улиткового канала и эндотелием со стороны перилимфы вестибулярной лестницы.

**Базиллярная пластинка** – нижняя стенка улиткового канала, на которой лежит спиральный (кортиев) орган; натянутая между нижней губой лимба и выступлением спиральной связки. Состоит из трех слоёв – базальной мембраны, слоя коллагеновых волокон (слуховых струн) и однослойного плоского эпителия.



**7. Строение спирального органа. Спиральный (Кортиев) орган** – рецепторный аппарат слухового анализатора, расположенный на базиллярной пластинке улиткового канала. Состоит из **сенсорноэпителиальных (волосковых) клеток** и разнообразных **поддерживающих клеток**.

**Внутренние волосковые клетки** – сенсорноэпителиальные клетки спирального органа грушевидной формы, на апикальной поверхности имеют 50-70 подвижных **стереоцилий**, располагаются в один ряд между внутренними фаланговыми клетками.

**Наружные волосковые клетки** – сенсорноэпителиальные клетки спирального органа призматической формы, на апикальной поверхности имеют 100-300 стереоцилий, погруженных в желеобразную покровную мембрану, располагаются в 3-5 рядов в чашевидных углублениях наружных фаланговых клеток.

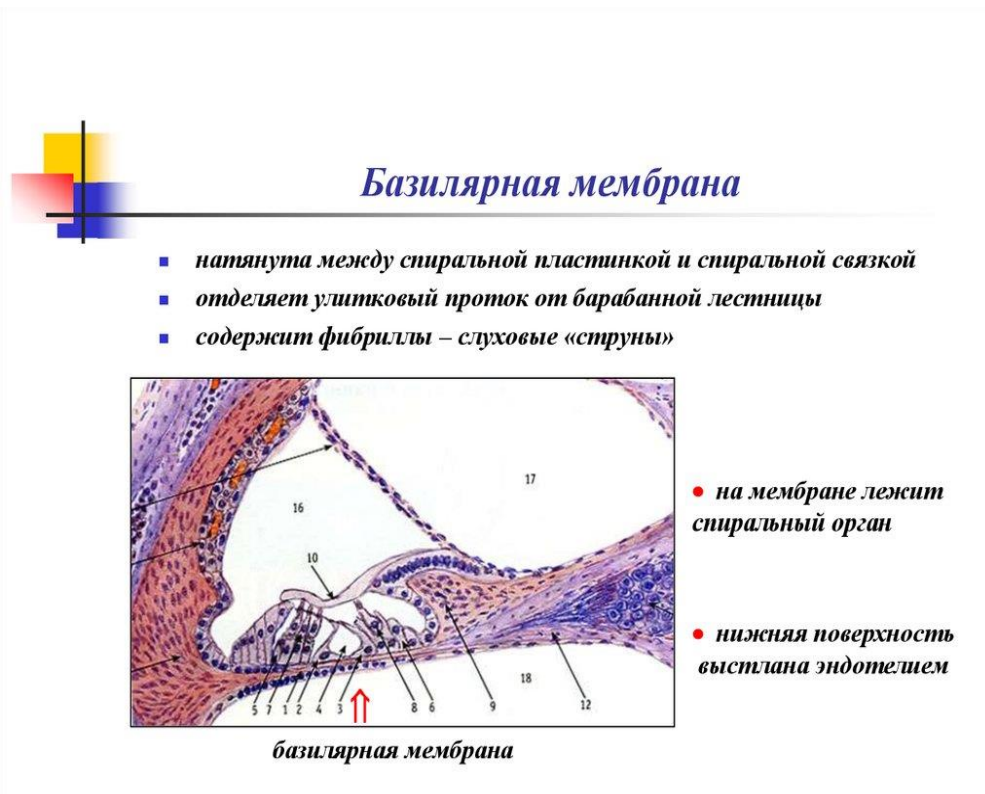


**Поддерживающие клетки** – клетки спирального органа, выполняют опорную, трофическую функции, разграничивают волосковые клетки:

-**клетки-столбы** (внутренние и наружные), образуют туннель, заполненный эндолимфой, в котором проходят волокна спирального ганглия к сенсоэпителиальным клеткам;

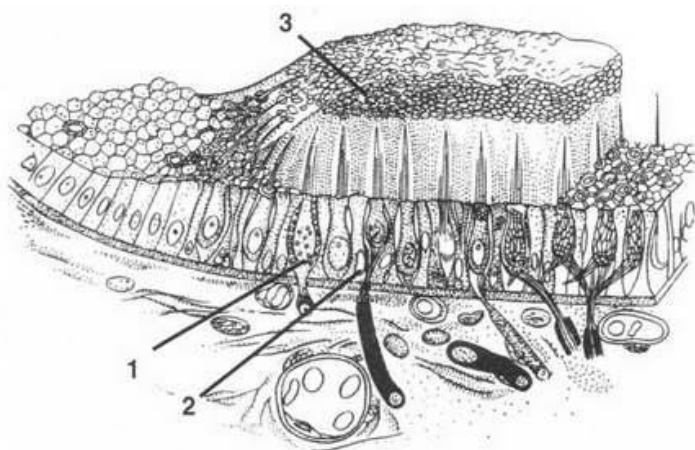
-**фаланговые клетки** (внутренние и наружные).

**Покровная мембрана (пластинка)** – нависает над всем спиральным органом, состоит из фибрилл, погруженных в плотное аморфное вещество.



**8. Гистофизиология органа слуха.** Звуковые волны вызывают колебания барабанной перепонки, которая приводит в движение слуховые косточки. Последние передают их на перилимфу и базилярную мембрану. Колебания базилярной мембраны приводят к деформации стереоцилий волосковых клеток, которые погружены в покровную пластинку. При этом образуется электрический потенциал, который принимают окончания дендритов биполярных клеток спирального ганглия. Их аксоны формируют слуховой нерв.

**9. Вестибулярная часть перепончатого лабиринта.** Вестибулярная часть перепончатого лабиринта включает **маточку** и **мешочек** преддверия и **три полукружных канала**.



Стенка всех этих образований покрыта однослойным плоским эпителием, который лежит на базальной мембране, под которой есть слой плотной тонковолокнистой

соединительной ткани.

В участке ампулярных гребешков полукружных каналов и пятен маточки и мешочка соединительнотканная основа утолщается и образует возвышение, а эпителий становится призматическим.

**10. Строение пятен мешочков и их функциональное значение.** Пятна – участки маточки и мешочка внутреннего уха, которые содержат чувствительные волосковые и поддерживающие клетки.

Макула маточки обеспечивает восприятие линейных ускорений и гравитационную чувствительность. Макула мешочка обеспечивает также гравитационную чувствительность и выбрацию.

**Сенсорная волосковая клетка** – клетка грушевидной (I типа) или призматической (II типа) формы, содержит многочисленные митохондрии, развитую агранулярную ЭПС и комплекс Гольджи, на апикальном полюсе располагаются одна эксцентрично размещенная ресничка (**киноцилия**) и 40-80 неподвижных **стереоцилий** (специализированных микроворсинок), погруженных в отолитовую мембрану.

**Поддерживающие клетки** – призматические клетки, расположенные на базальной мембране, имеют многочисленные микроворсинки на апикальной поверхности, принимают участие в образовании отолитовой мембраны.

**Отолитовая мембрана** – слой студенистого вещества, который покрывает макулы. Содержит кристаллы карбоната кальция – отолиты. Во время соответствующих движений головы и тела отолитовая мембрана пытается скользить относительно пятна и тянет волоски сенсорных клеток (киноцилию), что приводит к возникновению нервных импульсов.

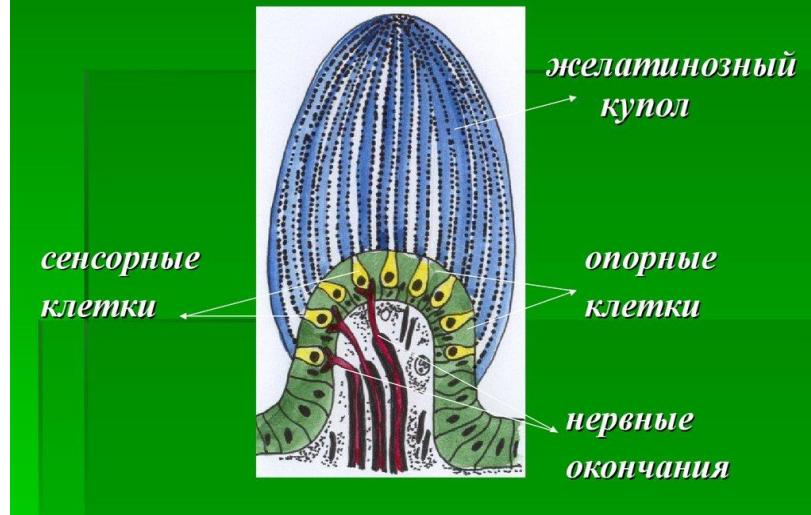
**11. Строение и функциональное значение ампулярных гребней.** Ампулярные гребешки имеют вид поперечных складок в ампуле полукружного канала.

Образованы они **волосковыми** и **поддерживающими эпителиоцитами**, строение, разновидность и иннервация которых подобны описанным выше в пятнах.

Апикальная часть этих клеток покрыта **желатинозным куполом**, который имеет форму колокола без полости высотой около 1 мм.

Ампулярные гребешки являются рецепторами угловых ускорений. При вращении тела возникает ток эндолимфы, который отклоняет купол, что приводит к стимуляции волосковых клеток. Если движение купола направлено в сторону киноцилии – это вызывает возбуждение рецепторов, а если в противоположном направлении, то их торможение.

## *АМПУЛЯРНЫЙ ГРЕБЕШОК*



**12. Возрастные изменения органа слуха.** С возрастом у человека могут возникать нарушения органа слуха. При этом может изменяться и звукопроводящая и звуковоспринимающая система. Это связано с тем, что в участке овального окна костного лабиринта происходит оссификация. Стремечко становится неподвижным, что приводит к резкому снижению слуха. С возрастом чаще нарушается звуковоспринимающий нейросенсорный аппарат, то есть сенсорные клетки проходят свой жизненный цикл, погибают и не восстанавливаются.

## ОРГАНЫ ОБОНЯНИЯ И ВКУСА.

### Содержание темы.

#### 1. Общая характеристика обонятельной сенсорной системы.

**Обонятельный анализатор** представлен двумя системами – **основной и вомероназальной**, каждая из них состоит из трех частей: периферической (органы обоняния), промежуточной (аксоны нейросенсорных обонятельных клеток и нервных клеток обонятельных луковец) и центральной (гиппокамп коры больших полушарий).

#### 2. Развитие органа обоняния.

Орган обоняния имеет эктодермальное происхождение и развивается из плакод.

Образуются обонятельные ямки. На 4-м месяце эмбрионального развития человека из элементов обонятельной ямки образуются нейросенсорные обонятельные клетки и поддерживающие эпителиоциты, аксоны нейросенсорных клеток направляются к обонятельным луковицам головного мозга.



#### 3. Общий план строения органа обоняния.

Обонятельный участок собственно носовой полости выполняет функцию периферического отдела обонятельного анализатора, который локализуется в верхней и, отчасти, средней раковины носовой полости. Слизистая оболочка здесь имеет желтоватую окраску. Эпителий представлен клетками трех типов:

- 1) обонятельными рецепторными;
- 2) поддерживающими;
- 3) базальными.

**4. Цитологическая характеристика нейросенсорных клеток органа обоняния.** Обонятельные рецепторные клетки относятся к видоизмененным биполярным нейронам. Каждая клетка состоит из перикариона (тела), от поверхностной части которого вверх, к эпителию отходит дендрит, а аксон от глубокой части идет вниз. Дендриты поднимаются к поверхности между поддерживающими клетками, и заканчиваются в виде утолщения, которое имеет название **обонятельной булавы**. От обонятельной булавы отходят длинные **обонятельные реснички**. Этот участок увлажняется секретом слизистых желез. Они расположены в собственной пластинке слизистой оболочки. Аксоны рецепторных клеток образуют обонятельный нерв, который достигает обонятельных луковиц мозга.



**5. Цитологическая характеристика поддерживающих и базальных клеток органа обоняния.** Поддерживающие клетки обонятельного участка имеют форму высоких призм, светлые ядра их расположены над ядрами рецепторных клеток. В цитоплазме этих клеток содержится желто-коричневый пигмент, который предопределяет желтую окраску слизистой оболочки в обонятельном участке.

**Базальные клетки** имеют коническую форму, расположены на базальной мембране. Это камбиальные клетки, которые могут дифференцироваться в поддерживающие или рецепторные.

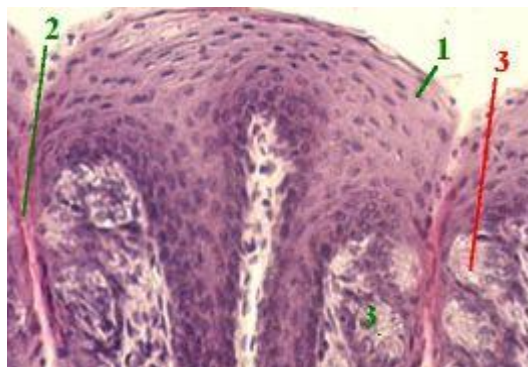
**6. Гистофизиология органа обоняния.** Обонятельные реснички подвижные и являются рецепторами для пахучих веществ. Периферические отростки обонятельных клеток могут сокращаться под действием пахучих веществ. Под действием внешнего раздражения в клетках возникает рецепторный потенциал. Информация поступает в подкорковые и корковые центры.

**7. Общая характеристика вкусовой сенсорной системы.** Орган вкуса – периферическая часть вкусового анализатора - представлен рецепторными вкусовыми клетками во вкусовых почках сосочков языка. Они воспринимают вкусовое раздражение и передают рецепторный потенциал.



**8. Развитие органа вкуса.** Источником развития вкусовых почек является эмбриональный многослойный эпителий сосочков языка. Он дифференцируется под индуктивным влиянием окончаний нервных волокон язычного, языкоглоточного и блуждающего нервов.

**9. Строение вкусовой почки. Вкусовые почки** представляют периферический отдел вкусового анализатора. У детей вкусовые почки, кроме сосочков языка, можно наблюдать в слизистой оболочке губы, надгортанника, голосовых связок.



Вкусовая почка эллипсовидной формы и располагается по всей толщине эпителиального пласта сосочка.

Состоит из плотно контактирующих друг с другом 40-60 клеток, среди которых различают:

- рецепторные;
- поддерживающие;
- базальные.

**Вкусовая ямка** формируется верхушками рецепторных клеток вкусовой почки и прилегающими к ним эпителиоцитами слизистой оболочки ротовой полости. Она сообщается с полостью рта при помощи **вкусовой поры**.

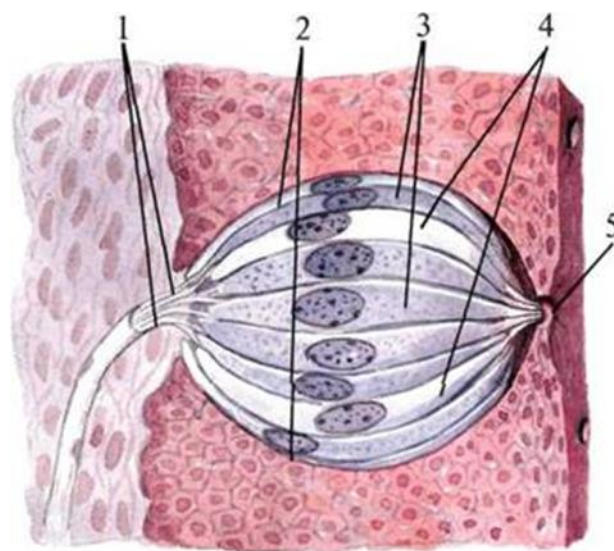
**10. Цитологическая характеристика вкусовой сенсоэпителиальной клетки.** Вкусовые клетки светлые, высокопризматические с пучком толстых микроворсинок на апикальной поверхности. На плазмолемме этих клеток заканчиваются миелиновые и безмиелиновые нервные волокна. Между микроворсинками находится электронно-плотное вещество с высокой активностью фосфатаз и значительным количеством рецепторного белка и гликопротеидов, которые играют роль адсорбента для вкусовых веществ, попадающих на поверхность языка.

**11. Строение и функциональное значение поддерживающих и базальных клеток.** Поддерживающие эпителиоциты вкусовых почек окружают



сенсоэпителиальные клетки, разграничивая их. Клетки имеют большие ядра, хорошо развитую эндоплазматическую сеть и элементы комплекса Гольджи.

Базальные клетки расположены около основы вкусовой почки. Они находятся на базальной мембране и не достигают своими верхушками вкусовой ямки. Они являются малодифференцированными клеточными элементами для новообразования рецепторных и поддерживающих клеток.

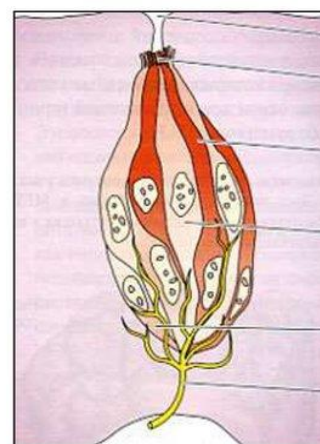
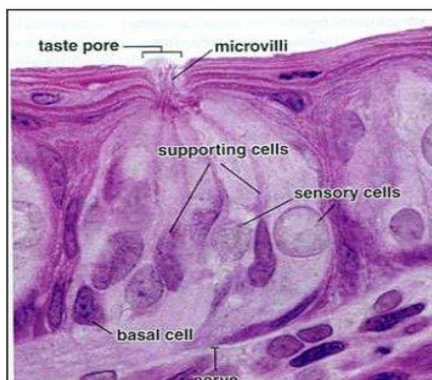


Время жизни одной рецепторной или поддерживающей клетки составляет около 10 суток, поэтому течение процессов новообразования и замены клеток вкусовой почки достаточно интенсивное. С возрастом число вкусовых почек редуцируется и повышается порог вкусового раздражения.



### *СЭК органа вкуса - хеморецепторы*

- *на апикальной поверхности - микроворсинки*
  - *омываются слюной*
  - *имеют мембранные рецепторы для вкусовых молекул*



*микроокружение - слюна*

**12. Гистофизиология органа вкуса.** Считают, что механизм вкусовой рецепции связан с конформационными изменениями молекул рецепторных

белков под воздействием соответствующих адсорбируемых веществ, конформационные изменения, в свою очередь, влекут изменение проницаемости плазмолеммы сенсоэпителиальных клеток и генерацию потенциала возбуждения. Каждая вкусовая почка содержит около 50 нервных волокон, которые образуют синапсы с базолатеральной поверхностью рецепторных клеток и передают генерируемый этими клетками импульс к центральным отделам вкусового анализатора.

## РАЗДЕЛ 9. КОЖА И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫЕ.

### Содержание темы.

**1. Характеристика кожи и ее функции.** Кожа – сложный орган, который функционально связан с внутренними органами, отображает их состояние, как в норме, так и при патологии. Кожа образует внешний покров организма человека и состоит из разнообразных структурных элементов, которые выполняют следующие функции:

-защитную – кожа защищает ткани внутренней среды от повреждающего действия механических, химических, термических факторов и ультрафиолетовых лучей; роговой слой эпидермиса препятствует проникновению в кожу микроорганизмов;

-иммунную – кератиноциты синтезируют ряд веществ, которые стимулируют дифференциацию Т-лимфоцитов в коже со следующим транспортом антигенов и развитием иммунной реакции;

-участие в водно-солевом и тепловом обменах – через кожную поверхность вместе с потом выводятся разнообразные соли, вода и продукты азотистого обмена; за счет излучения тепла и выделения пота осуществляется терморегуляторная функция кожи;

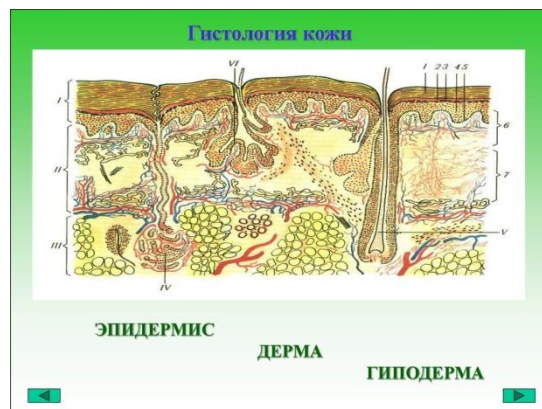
-эндокринную и метаболическую – в коже под воздействием ультрафиолетовых лучей синтезируется витамин D; кожа содержит ферменты, которые необходимы для процессов метаболизма многих гормонов, ядов и канцерогенов;

-депонирование крови – в коже хорошо развитая сосудистая сеть (сосуды дермы в случае их расширения могут вместить до 1 л крови);

- рецепторную – кожа является большим рецепторным полем с многочисленными нервными окончаниями (тактильные, температурные и болевые рецепторы), которые позволяют органам центральной нервной системы получать информацию как об изменениях в самой коже, так и о характере раздражителя (эта связь лежит в основе иглорефлексотерапии).

**2. Источники развития и общий план строения кожи.** Кожа построена из трех слоёв:

- эпидермиса;
- дермы (собственно кожи);
- гиподермы (подкожной жировой клетчатки).



Общая площадь поверхности кожи взрослого человека составляет около 1,5-2 м<sup>2</sup>. Эпидермис развивается из эктодермы, дерма кожи – из дерматомов (производного сомита).

### **3. Тканевой состав кожи и ее роль в жизнедеятельности организма.**

**Эпидермис** кожи представлен многослойным ороговевающим эпителием, который защищает ткани организма от действия окружающей среды.

**Дерма** кожи состоит из **сосочкового** и **сетчатого** слоев. **Сосочковый слой** составляет рыхлая волокнистая соединительная ткань, которая выполняет трофическую функцию.

**Сетчатый слой** представлен плотной неоформленной соединительной тканью с коллагеновыми волокнами, которые обеспечивают прочность кожи и предупреждают избыточное ее растяжение.

**Гиподерма** представлена жировой тканью, которая исполняет роль амортизатора и защищает кожу от механических повреждений.

**4. Микроскопические и субмикроскопические особенности строения клеток базального слоя эпидермиса.** Базальный слой образован одним слоем размещенных на базальной мембране эпителиальных клеток – базальных эпидермоцитов, среди которых лежат **пигментные клетки** (меланоциты), внутриэпидермальные **макрофаги** (клетки Лангерганса) и **клетки Меркеля**.

**Базальные эпидермоциты** – клетки кубической или призматической формы с базофильной цитоплазмой, которая содержит органеллы общего

назначения, а также кератиновые филаменты (**тонофиламенты**). Последние в примембранных зонах формируют пучки, при участии которых образуются десмосомные контакты между эпидермоцитами. С базальной мембраной эпидермоциты соединяются полудесмосомами. Эти клетки играют роль камбиальных элементов эпителия.

**Меланоциты** – клетки с отростками, которые ветвятся в направлении поверхностных слоев эпидермиса и достигают зернистого слоя. Они не связаны десмосомами с соседними клетками. В их цитоплазме отсутствуют тонофиламенты, но много рибосом и особых структур – меланосом, в которых происходит синтез меланина. **Меланин** – пигмент черно-коричневого или желто-красного цвета, он синтезируется и накапливается в теле клеток, а затем в составе меланосом транспортируется в отростки меланоцита, а из них поступает в кератиноциты зернистого слоя. Меланин поглощает ультрафиолетовое излучение, чем защищает ткани организма от его повреждающего действия. Под действием ультрафиолетовых лучей происходит усиление пигментации кожи – „загар”. Цвет кожи у людей зависит от количества меланосом и расположения меланоцитов в эпидермисе: у темнокожих людей в меланоцитах всех слоев эпидермиса содержатся большие меланосомы с большим количеством меланина; у светлокожих людей – при таком же количестве меланоцитов, которые расположены лишь в базальном слое эпидермиса, меланосомы немногочисленные и более мелкие по размерам. У альбиносов тоже есть меланоциты, однако у них нет меланосом, поскольку нарушен процесс синтеза меланина.

**Клетки Лангерганса** (внутриэпидермальные макрофаги) – клетки, которые имеют моноцитарное происхождение. Их цитоплазма содержит значительное количество лизосом, фагоцитированные гранулы меланина, а также особые мембранные гранулы Бирбека, которые имеют вид теннисной ракетки. Клетки Лангерганса первыми из всех клеток контактируют с антигенами внешней среды, которые проникают в эпидермис. Они захватывают антигены и передают их Т-хелперам лимфатических узлов,

вызывая развитие иммунной реакции. Клетки Лангерганса принимают участие в противоопухолевых реакциях организма, а также обеспечивают местные защитные реакции эпидермиса. А также оказывают регулирующее влияние на пролиферацию и дифференцировку (ороговение) кератиноцитов.

**Клетки Меркеля** – расположены поодиночно или группами, особенно в большом количестве на сенсорных участках кожи (пальцы, кончик носа и так далее). Тела этих клеток лежат в базальном слое, а отростки связаны десмосомами с эпидермоцитами базального и шиповатого слоёв. К базальной части клеток подходят афферентные нервные волокна, которые вместе с клетками образуют в эпидермисе **тактильные механорецепторы**, они реагируют на прикосновение и осуществляют рецепторную функцию. Также имеют гранулы с гормоноподобными веществами (**эндокринная способность**) - регуляция регенерации эпидермиса, тонус сосудистой стенки.

**5. Микроскопические и субмикроскопические особенности строения клеток острого слоя эпидермиса. Остистый (шиповатый) слой** эпидермиса образован 5-10-тью слоями клеток полигональной формы, которые накладываются друг на друга, образуя плотный эпителиальный пласт. Среди эпидермоцитов данного слоя встречаются одиночные клетки Лангерганса. В цитоплазме клеток острого слоя увеличивается количество тонофиламентов, усиливается синтез кератина, и формируются новые структуры – **кератиносомы**, или ламеллярные гранулы. Кератиносомы представлены ограниченными мембраной скоплениями пластин, которые содержат липиды и гидролитические ферменты. Базальные эпидермоциты и клетки нижних рядов острого слоя образуют ростковую зону эпидермиса.

**6. Особенности строения зернистого слоя эпидермиса. Зернистый слой** образован тремя-четырьмя слоями кератиноцитов овальной формы. Своё название этот слой получил благодаря **кератогиалиновым гранулам**, которые расположены в цитоплазме клеток этого слоя. Гранулы

кератогиалина под световым микроскопом определяются в виде больших, неограниченных мембраной, базофильно окрашенных структур, которые заполняют цитоплазму, придавая ей зернистый вид.

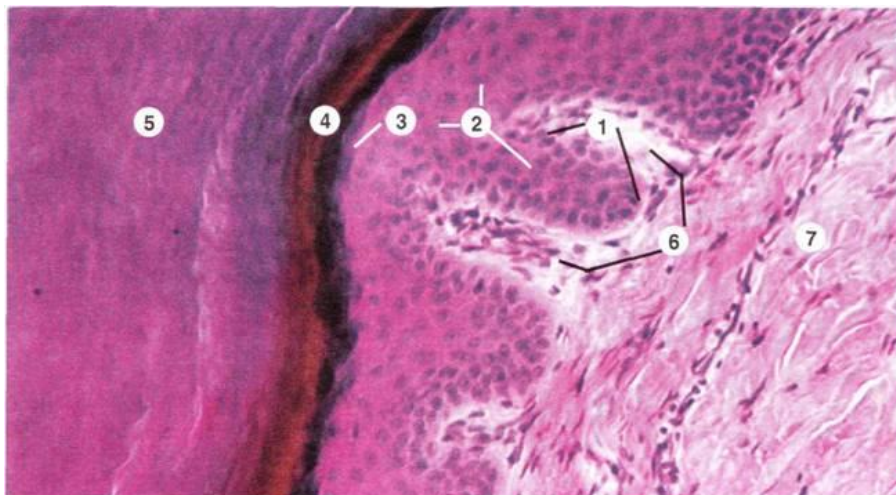
Кератогиалиновые гранулы содержат белок **филагрин**, который способствует агрегации и стабилизации тонофиламентов. Появление в клетках гранул кератогиалина свидетельствует о начале процесса ороговевания клеток эпидермиса. Все клетки эпидермиса, что в процессе своего жизненного цикла проходят стадию ороговевания, объединяют под общим названием кератиноциты.

Кроме белка филагрина, в эпидермоцитах зернистого слоя синтезируются также белки **инволюкрин** и **кератолинин**, которые образуют белковый слой под плазмолеммой и защищают ее от действия гидролитических ферментов кератиносом и лизосом.

**7. Особенности строения блестящего слоя эпидермиса. Блестящий слой** образован одним-двумя рядами плоских оксифильных клеток, в которых полностью разрушаются ядра и органеллы, растворяются кератогиалиновые гранулы, образуя матрикс, в который погружаются тонофиламенты. В цитоплазме кератиноцита накапливается белок **элеидин**, который является последующей стадией превращения кератогиалина. Между клетками начинают исчезать десмосомы. На гистологических препаратах блестящий слой выглядит как светлая, яркая оксифильная однородная лента.

**8. Особенности строения рогового слоя эпидермиса. Роговой слой** построен из десятков рядов уплощенных клеток, которые в направлении к поверхности эпидермиса постепенно отмирают и превращаются в роговые чешуйки. Между роговыми чешуйками располагается межклеточный цемент, который состоит из смеси липидов, они обеспечивают водонепроницаемость рогового слоя эпидермиса. В составе чешуек при участии белка филагрина осуществляется последующая агрегация промежуточных филаментов. В

результате этого в их цитоплазме накапливается белок **кератин**. В процессе жизнедеятельности поверхностные чешуйки слущиваются.



**9. Морфофункциональная характеристика сосочкового слоя дермы.** В составе соединительнотканной основы кожи (дермы) различают два слоя:

- 1) **сосочковый** - поверхностный;
- 2) **сетчатый** – глубокий.

**Сосочковый слой** состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, из которой формируются сосочки неправильной формы, врастающие в эпидермис. Сосочковый слой содержит большое количество сосудов микроциркуляторного отдела, за счет которых через базальную мембрану диффузно осуществляется **питание эпидермиса**.

Рельеф сосочков дермы является индивидуальным для каждого человека и предопределяет характерное чередование выпячиваний и углублений на поверхности эпидермиса, который четко повторяет контуры этих сосочков, что видно невооруженным глазом на подушечках кожи пальцев ладоней. Соединительная ткань сосочкового слоя содержит тонкие коллагеновые, эластичные и ретикулярные волокна, а также там представлены клетки, среди которых наиболее часто встречаются фибробласты, макрофаги, тканевые базофилы. В сосочковом слое также встречаются гладкие миоциты, которые местами собраны в пучки и связанные с корнем волоса. Это мышца, поднимающая волос. Больше всего мышечных пучков в коже головы, щек, лба



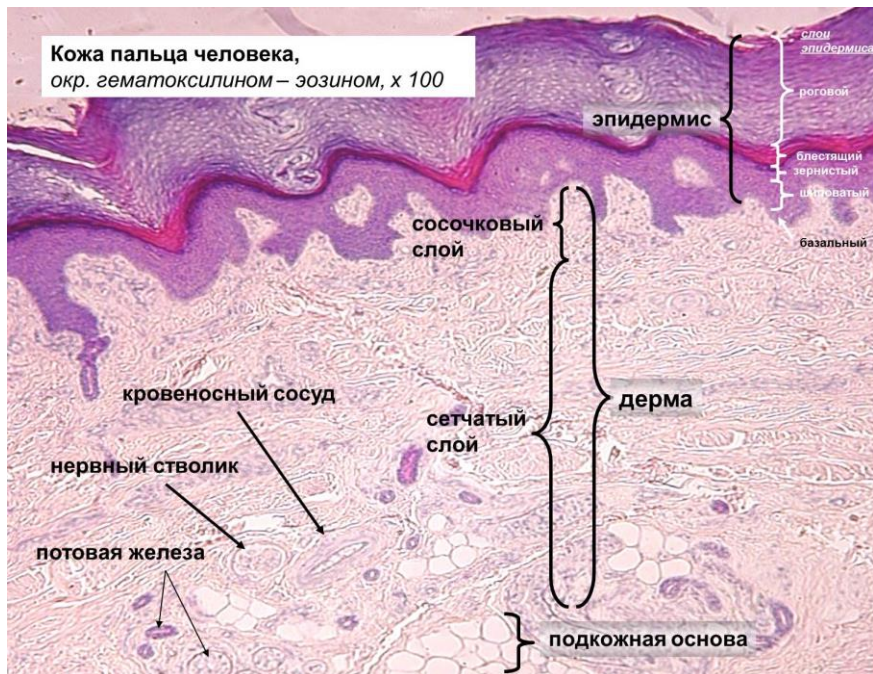
и тыльной поверхности конечностей. Сокращение мышечных клеток предопределяет появление так называемой „гусиной кожи”.

#### **10. Морфофункциональная характеристика сетчатого слоя дермы.**

**Сетчатый слой** образован плотной неоформленной волокнистой соединительной тканью, которая содержит сетку толстых пучков коллагеновых волокон, взаимодействующих с сетью эластических волокон. Толстые пучки коллагеновых волокон обеспечивают **прочность кожи** и ее тесную связь с подкожной жировой клетчаткой. Эластические волокна повторяют ход коллагеновых, их количество в участке суставов и на лице значительно больше. В большинстве участков кожи человека в ее сетчатом слое располагаются корни волос, а также железы кожи: ближе к сосочковому слою – сальные, ближе к подкожной жировой клетчатке – потовые. Капилляров в этом слое дермы гораздо меньше, чем в сосочковом.

#### **11. Строение и функции гиподермы.**

Подкожная жировая клетчатка образована белой жировой тканью с прослойками рыхлой волокнистой соединительной ткани. Она играет роль теплоизолятора, депо питательных веществ и гормонов, смягчает действие на кожу разнообразных механических факторов, а также обеспечивает некоторую подвижность кожи по отношению к нижележащим частям, что в значительной степени предохраняет ее от разрывов.



**12. Особенности строения кожи в разных участках тела.** Толщина кожи в разных частях тела колеблется от 0,5 до 5,0 мм, потому различают тонкую и толстую кожу. Толстая кожа покрывает участки тела, которые испытывают постоянную механическую нагрузку (ладони рук, стопы ног). Тонкая кожа покрывает лицо, волосяную часть головы, шею, и тому подобное.

Эпидермис представлен многослойным плоским ороговевающим эпителием, в котором различают пять слоёв: базальный, остистый, зернистый, блестящий и роговой. В эпидермисе толстой кожи присутствуют все вышеназванные слои, в эпидермисе тонкой кожи есть лишь четыре слоя, поскольку отсутствует блестящий слой.

### **13. Производные кожи. Гистофизиология потовых и сальных желез.**

**Сальные железы** – простые альвеолярные разветвленные железы с голокриновым типом секреции. Они располагаются по всему телу, кроме кожи ладоней и подошв. Особенно много желез на волосяной части головы, лбе и лице. Большая часть концевых секреторных отделов желез размещается около корня волос на границе сетчатого и сосочкового слоёв дермы, а их выводные протоки открываются на дне волосяных фолликулов или непосредственно на поверхность эпителия.

Концевые секреторные отделы сальных желез образованы альвеолами, которые состоят из клеток двух типов:

**базальных себоцитов** – клеток, которые лежат на базальной мембране и по своему строению и функциональному значению напоминают базальные клетки эпидермиса;

**зрелых себоцитов** – больших клеток полигональной формы, где интенсивно синтезируются липиды. По мере накопления в своей цитоплазме жировых включений, себоциты перемещаются по направлению выводных протоков, при этом происходит распад и разрушение ядра. Постепенно себоциты перерождаются в скопление окруженных плазмолеммой липидных капель. Секрет клеток – **кожное сало**,

выделяется на поверхность кожи, смягчает ее, а также защищает от высыхания, мацераций водой и влажным воздухом. Сальная железа имеет широкий и короткий выводной проток, который соединяет с устьем волосяного фолликула несколько мешочков концевого отдела. Проток выстлан многослойным плоским эпителием, который около концевого секреторного отдела становится однослойным кубическим и сливается с внешним слоем клеток секреторного отдела. Выделение секрета сальных желез происходит при сокращении мышцы, поднимающей волос.



**Потовые железы** – простые трубчатые неразветвленные железы с мерокриновым и апокриновым типом секреции. За сутки потовые железы выделяют около 500 мл пота. Железы принимают участие в терморегуляции (организмом отдается около 20% тепла путем испарения пота), а также в экскреции продуктов обмена, солей, лекарств, тяжелых металлов. **Мерокриновые** потовые железы встречаются в коже всех участков тела, особенно их очень много на ладонях, подошвах, лбе. Они секретируют

прозрачный гипотонический пот с низким содержанием органических компонентов.

**Апокриновые** потовые железы размещены лишь в отдельных участках тела человека: под мышками, вокруг анального отверстия, в коже лба. Они начинают функционировать в период полового созревания. Эти железы секретируют пот с высоким содержанием белковых веществ, которые, располагаясь на поверхности кожи, определяют характерный запах пота. Концевые секреторные отделы потовых желез лежат в глубоких слоях дермы и подкожной жировой клетчатки, они имеют вид свернутой в клубок трубочки с мешкообразными расширениями и широким просветом.

В составе потовых желез с **мерокриновым** типом секреции в концевых секреторных отделах различают клетки трех типов:

- **светлые секреторные** – большие клетки со слабобазофильной цитоплазмой, функция которых связана с секрецией воды и минеральных солей;
- **темные секреторные** – малые клетки, функция которых связана с секрецией органических макромолекул (сиаломуцинов);
- **миоэпителиальные** – уплощенные клетки с отростками, которые размещаются снаружи секреторных клеток и своим сокращением способствуют выведению секрета.

В составе потовых желез с **апокриновым** типом секреции концевые секреторные отделы значительно больше. Они построены из следующих клеток:

- **секреторные** – клетки кубической или призматической формы, в оксифильной цитоплазме которых накопление секрета происходит в апикальной части;
- **миоэпителиальные** клетки.

Выводные протоки потовых желез спирально проходят через сетчатый и сосочковый слои дермы, пронизывают все слои эпидермиса и открываются на поверхности кожи потовой порой. Часть выводных протоков (апокриновые потовые железы) не образует пор, а впадает вместе с протоками сальных желез

в волосяную луковицу над выводным протоком сальной железы. Их стенка образована двухслойным кубическим эпителием.



**14. Строение и физиологическое значение волос.** Различают длинные волосы (головы, бороды, усов), щетинковые (брови, ресницы) и пушковые (покрывают все тело человека).

Каждый волос имеет **стержень и корень**. Стержень волоса выступает над поверхностью кожи, корень утоплен в эпидермис и дерму.

**Стержень** волоса имеет две зоны – поверхностную **кутикулу** и **внутреннее корковое вещество**.

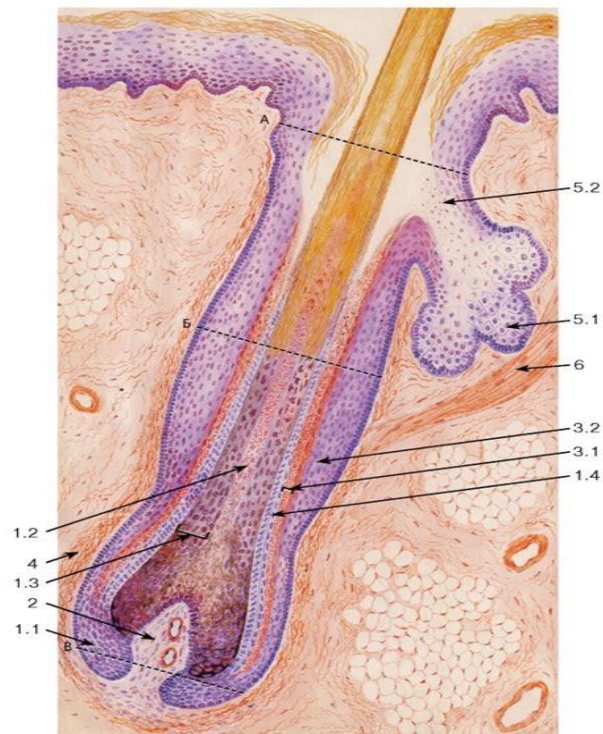
В корне длинного и щетинкового волоса различают три зоны – внутреннее **мозговое**, среднее **корковое** вещество и поверхностная **кутикула**.

**Кутикула** представляет собой один слой плоских клеток, которые наслаиваются одна на другую.

**Корковое вещество** образовано вытянутыми в длину клетками, цитоплазма которых содержит твердый кератин, пигмент и пузырьки газа.

**Мозговое вещество** состоит из клеток кубической или полигональной формы, которые содержат мягкий кератин, пигмент и пузырьки газа.

Волосы растут из **волосяной луковицы**, где происходит пролиферация эпителиальных клеток, которые потом перемещаются вверх и ороговевают. Волосяная луковица питается за счет сосудов соединительнотканного **сосочка** волос. Корень волос окружен внутренним и внешним корневыми влагалищами и дермальным влагалищем.



**15. Общий план строения, функция и рост ногтей.** Ноготь представляет собой образование в виде пластинки, которое лежит на дорсальной поверхности дистальной фаланги пальцев.

**Ноготь** – это роговая пластинка, которая является производной эпидермиса. Состоит из ногтевой пластинки (собственно ноготь) и ногтевого ложа.

**Ногтевая пластинка** образована слоями роговых чешуек, которые плотно прилегают друг к другу и в своем составе имеют твердый кератин. Ногтевая пластинка лежит на ногтевом ложе и с трех сторон окружена складками кожи – **ногтевыми валиками**. Между ногтевыми пластинками и ногтевыми валиками есть **ногтевая щель**.

Ногтевая пластинка разделяется на **корень**, **тело** и **свободный край**. **Корень** ногтя находится в задней ногтевой щели и покрыт надкожицей, за исключением небольшой светлой зоны полукруглой формы (луночки). Дистально пластинка заканчивается **свободным краем**, который лежит над ногтевой пластинкой. Между ногтевой луночкой и свободным краем находится **тело** ногтевой пластинки, которое латерально ограничено двумя кожными складками – ногтевыми валиками.

**Ногтевое ложе** состоит из **эпителиальной** и **соединительнотканной** части. **Эпителиальная** часть ногтевого ложа (подногтевая пластинка) образована ростковой зоной эпидермиса, а собственно ноготь – роговым слоем эпидермиса. Корень ногтя лежит на подногтевой пластинке, в участке которой постоянно идут процессы пролиферации и ороговевания клеток. **Соединительнотканная основа** (дерма) ногтевого ложа содержит много коллагеновых и эластических волокон.