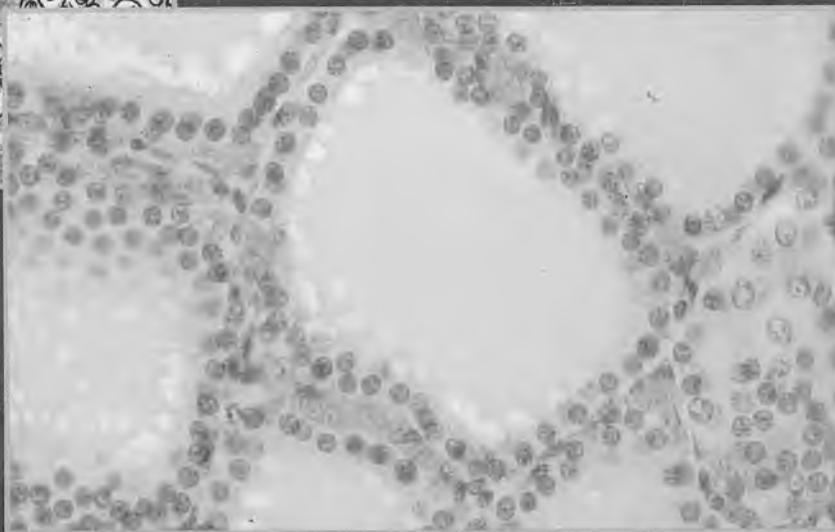
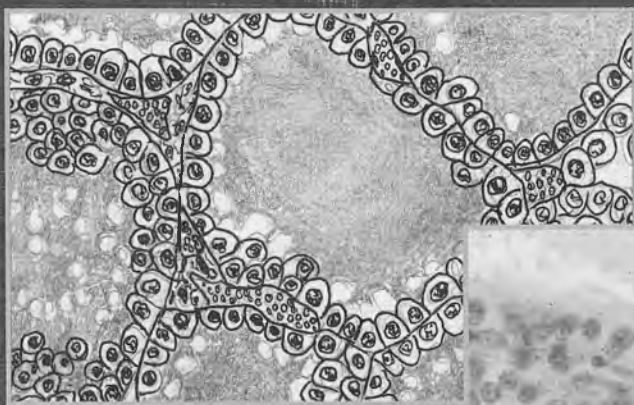


НАГЛЯДНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

общая и частная

Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко



МЕДИЦИНСКОЕ
ИНФОРМАЦИОННОЕ
АГЕНТСТВО

Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко

НАГЛЯДНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

(общая и частная)

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России
в качестве учебного пособия для студентов медицинских вузов*



Медицинское информационное агентство
Москва
2008

Библиотека
Московской медицинской
академии им. И.М. Сеченова

УДК 616.018
ББК 28.706
Г21

А в т о р ы:

Л.Г. Гарстукова, С.Л. Кузнецов, В.Г. Деревянко.

Р е ц е н з е н т ы:

А.В. Павлов – заведующий кафедрой гистологии Ярославской медицинской академии, доктор медицинских наук, профессор;

М.Н. Болтовская – заведующая лабораторией клеточной биотехнологии НИИ морфологии человека, доктор биологических наук.

Гарстукова Л.Г., Кузнецов С.Л., Деревянко В.Г.

Г21 Наглядная гистология (общая и частная). – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 204 с.: ил.

ISBN 5-89481-597-5

При создании данного учебного пособия авторы ставили цель облегчить усвоение материала учебника, атласа и лекций, изданными ранее кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии ММА им. И.М. Сеченова, и помочь сформировать основное представление о морфофункциональных особенностях органов и их тканевом составе. Читатель найдет в данном пособии упрощенный для понимания и заучивания материал, иллюстрированный более чем 300 рисунками и схемами. Кроме того, в состав пособия входит атлас цветных микрофотографий, полученных со срезов различных органов. Это даст возможность обучаемому осуществлять самоконтроль, сравнивая схему строения ткани и органа с их микрофотографией.

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного пособия для студентов медицинских вузов.

Для студентов медицинских и биологических вузов.

УДК 616.018
ББК 28.706

ISBN 5-89481-597-5

© Гарстукова Л.Г., Кузнецов С.Л.,
Деревянко В.Г., 2008
© Оформление. ООО «Медицинское
информационное агентство», 2008

Оглавление

Список сокращений	4
Введение	5

ОБЩАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Эпителиальные ткани	7
Кровь	14
Соединительные ткани	23
Хрящевые ткани	29
Костные ткани	31
Мышечные ткани	36
Нервная ткань	42

ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Нервная система	52
Органы чувств	70
Сердечно-сосудистая система.....	85
Органы кроветворения и иммуногенеза	95
Эндокринная система	119
Пищеварительная система	133
Дыхательная система	156
Система кожных покровов	163
Выделительная система	172
Мужская половая система	184
Женская половая система	193

Список сокращений

AgNO ₃	– азотнокислое серебро
АВА	– артериоловеноулярные анастомозы
АГ	– антиген
АДФ	– аденозиндифосфат
АКТГ	– адренокортикотропный гормон
АСБ	– андрогенсвязывающий белок
АТ	– антитело
АТФ	– аденозинтрифосфат
АТФаза	– аденозинтрифосфатаза
ГКГ _{II}	– главный комплекс гистосовместимости II типа
ИДК	– интердигитирующая клетка
ИЛ	– интерлейкины
Ig	– иммуноглобулины
КОЕ	– колониеобразующая единица
ЛГ	– лютеинизирующий гормон
ЛССО	– лимфоидная система слизистых оболочек
ЛТГ	– лактотропный гормон
МСГ	– меланоцитостимулирующий гормон
РВСТ	– рыхлая волокнистая соединительная ткань
РНК _p	– рибосомальная РНК
CD	– рецептор маркерной части
САК	– сурфактантный альвеолярный комплекс
СДГ	– сукцинатдегидрогеназа
СКК	– стволовая кроветворная клетка
СТГ	– соматотропный гормон
T ₃	– трийодтиронин
T ₄	– тетраiodтиронин
ТКР	– Т-клеточные рецепторы
ТРГ	– тиреотропин релизинг гормон
ТТГ	– тиреотропный гормон
ФСГ	– фолликулостимулирующий гормон
ЦНС	– центральная нервная система
ЭМЕ	– эпидермальная меланиновая единица
ЭПЕ	– эпидермальная пролиферативная единица
ЭПС	– эндоплазматическая сеть
ЮГА	– юктагломерулярный аппарат

Введение

Гистология — наука о строении, развитии и жизнедеятельности животных организмов. В ней условно можно выделить два раздела: общую и частную гистологию.

Под **общей гистологией** понимают собственно учение о тканях.

Частная гистология изучает закономерности строения, жизнедеятельности и взаимодействия различных тканей в органах и служит основой для изучения морфофункциональных особенностей органов и организмов в целом.

Ткань — это система клеток и неклеточных структур, обладающая общностью строения и специализированная на выполнение определенных функций.

Общепринято различать 4 основных типа тканей, каждый из которых делится на несколько подтипов и разновидностей:

1. Эпителиальные ткани

покровные

железистые

2. Ткани внутренней среды:

а) кровь;

б) собственносоединительные ткани;

волокнистая

со специальными свойствами

в) хрящевые ткани;

гиалиновая

эластическая

волокнистая

г) костные ткани.

ретикуло-фиброзная

пластинчатая

3. Мышечные ткани

поперечно-полосатая

сердечная

гладкая

4. Нервная ткань

ОБЩАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Эпителиальные ткани

Эпителиальные ткани разделяются на:

Покровный эпителий

образует покров тела
и выстилку внутренних органов и полостей.

Функции:

- защитная;
- барьерная;
- рецепторная;
- всасывательная;
- экскреторная.

Железистый эпителий

образует железы

Функции:

вырабатывает секреты и гормоны, используемые организмом, т.е. выполняет секреторную функцию.

Покровный эпителий

Лежит на границе двух сред, формирует барьер на границе между внутренней средой организма и окружающей средой.

Морфофункциональная характеристика покровного эпителия.

1. Клетки плотно прилегают друг к другу, соединяясь с помощью межклеточных контактов.
2. Относительно небольшое количество межклеточного вещества.
3. Клетки всегда лежат на базальной мембране, под которой располагается соединительная ткань.
4. Отсутствие сосудов (исключением является эпителий сосудистой полоски внутреннего уха).
5. Полярная дифференцировка клеток. У клеток выделяют базальную часть, прилежащую к базальной мембране, и апикальную поверхность.
6. Высокая регенерационная способность (наличие в составе ткани стволовых клеток).

Классификация покровного эпителия

В основу классификации эпителия могут быть положены различные признаки.

1. **Морфологическая классификация** подразумевает признак: отношение клеток к базальной мембране:

Покровный эпителий

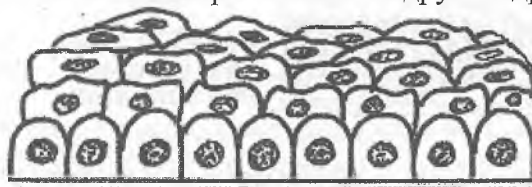
Однослойный

Все клетки такого эпителия расположены на базальной мембране.



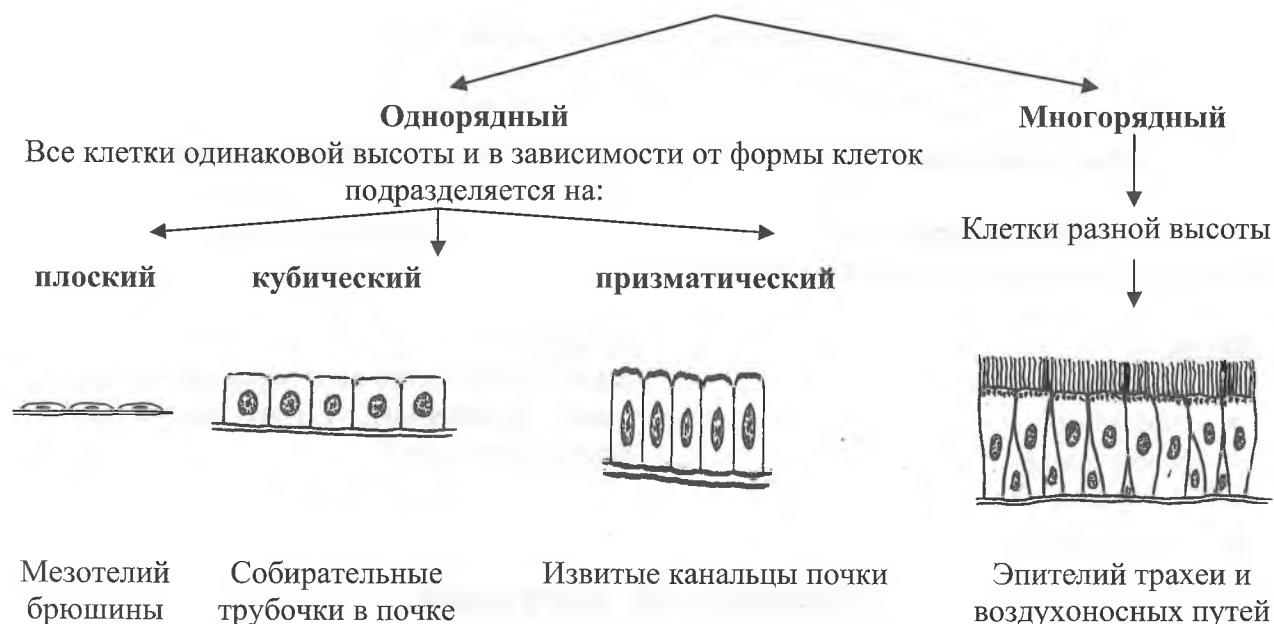
Многослойный

С базальной мембраной связаны только клетки одного слоя, остальные клетки расположены друг на друге.

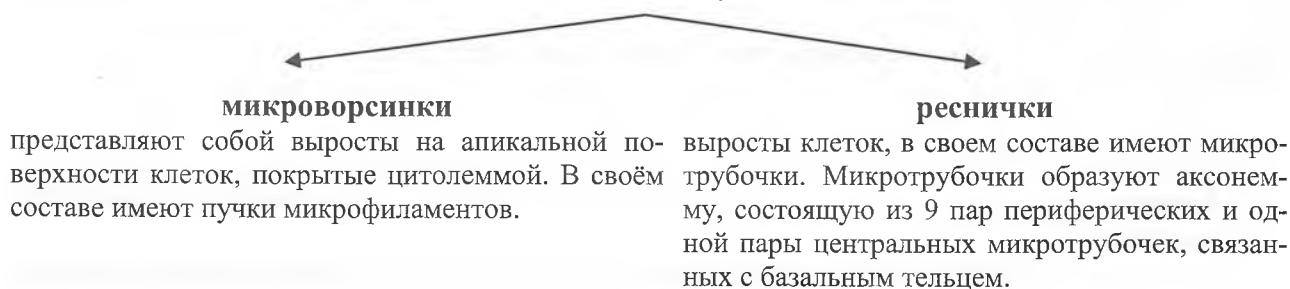


В свою очередь в составе однослойного эпителия могут быть клетки разной или одинаковой высоты и в зависимости от этого однослойный эпителий подразделяется на:

Типы однослойного эпителия



На поверхности клеток однослойного эпителия могут находиться:



Функция:

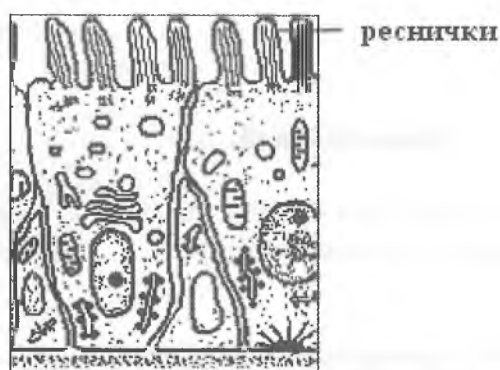
- в клетках эпителия тонкого кишечника и в клетках канальцев почки резко увеличивают всасывающую поверхность.

Функция:

- обеспечивают поступательные движения, в частности, продвижение слизи на апикальной поверхности клеток воздухоносных путей;
- обеспечивают подвижность клеток, например: сперматозоидов



эпителиальные клетки канальцев почки

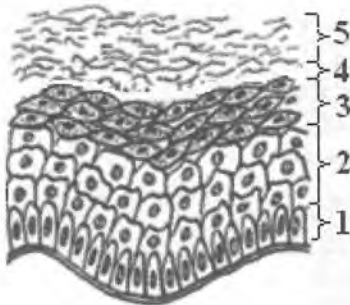


эпителиальные клетки трахеи

Типы многослойного эпителия

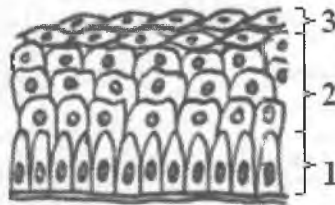
Ороговевающий

эпителий кожи



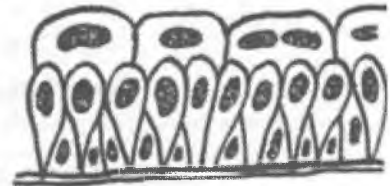
Неороговевающий

эпителий роговицы, пищевода



Переходный

эпителий органов мочевой системы: мочевого пузыря, мочеточника и др.



Неороговевающий эпителий состоит из трех слоев:

1. Базального слоя

2. Нескольких слоев шиповатых клеток

3. Слой кубических либо плоских клеток

Ороговевающий эпителий состоит из пяти слоев:

1. Базального слоя

2. Слой шиповатых клеток

3. Зернистого слоя

4. Блестящего слоя

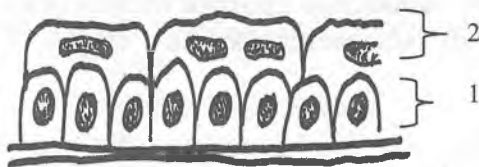
5. Рогового слоя

Переходный эпителий выстилает органы, резко изменяющие свой объем в процессе функционирования. Состоит из двух слоев:

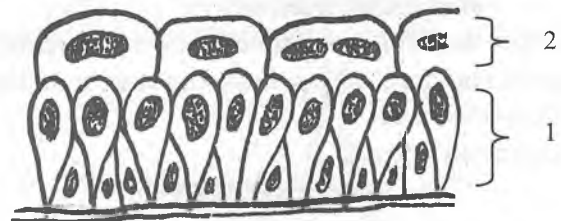
базального слоя

слой кроющих клеток

базальный слой многорядный (представлен клетками разной высоты).



(при растяжении органа)

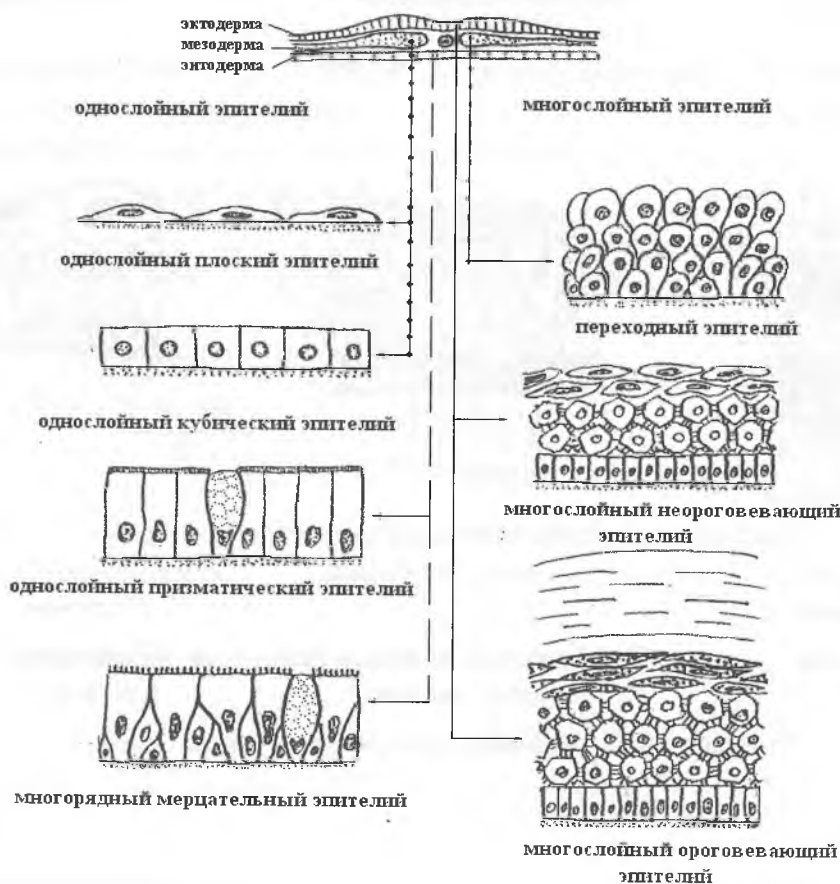


(при сокращении органа)

При изменении объема органа, например, мочевого пузыря, изменяется рядность базального слоя: при растяжении количество рядов уменьшается, а при сокращении — увеличивается.

2. Классификация эпителия по происхождению (источникам развития):

Морфогенетическая классификация эпителия



Железистый эпителий

Образует все множество желез в организме. Железы могут быть **многоклеточными** и **одно-клеточными**. Одноклеточными железами являются **бокаловидные клетки** в составе эпителиальной выстилки кишечника и воздухоносных путей.

Многоклеточные железы

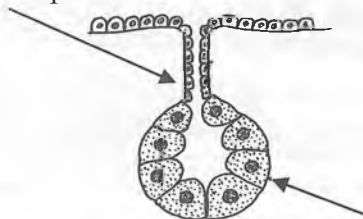
Экзокринные

В структуре железы имеются:

- **концевой отдел**, состоящий из секреторных клеток (гландулоцитов)
- **выводной проток**.

Секрет выделяют на поверхность эпителия, выстилающего внутренние органы, и на поверхность тела.

Выводной проток



Концевой отдел

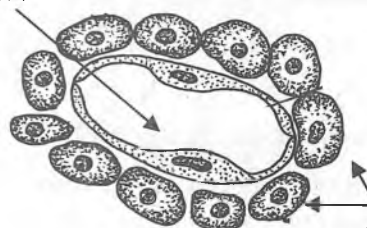
Эндокринные

В своём составе имеют:

- секреторные клетки
- значительное количество сосудов
- выводные протоки отсутствуют.

Секрет выделяется в кровь и лимфу.

Сосуд

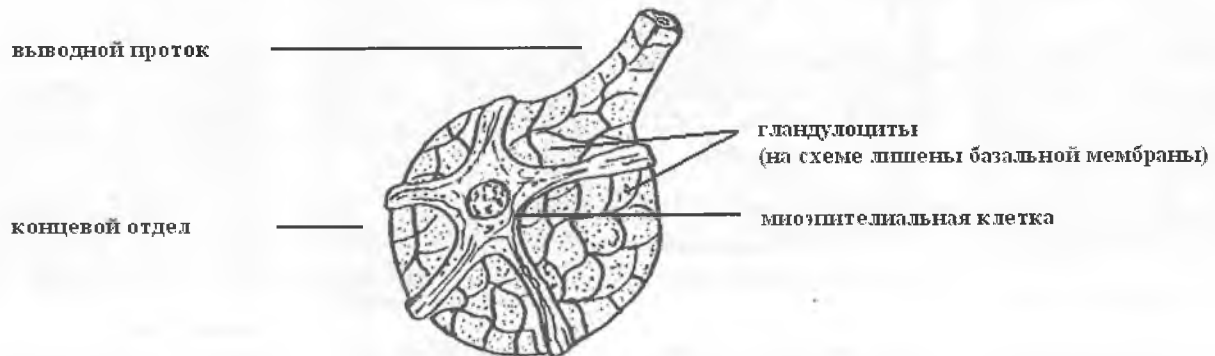


Секреторные клетки

Экзокринные железы

1. Концевой отдел экзокринных желез состоит из

- **секреторных клеток**, лежащих на базальной мембране и
- **миоэпителиальных клеток**, расположенных между секреторными клетками и базальной мембраной. Сокращение этих клеток обеспечивает продвижение секрета в выводной проток.



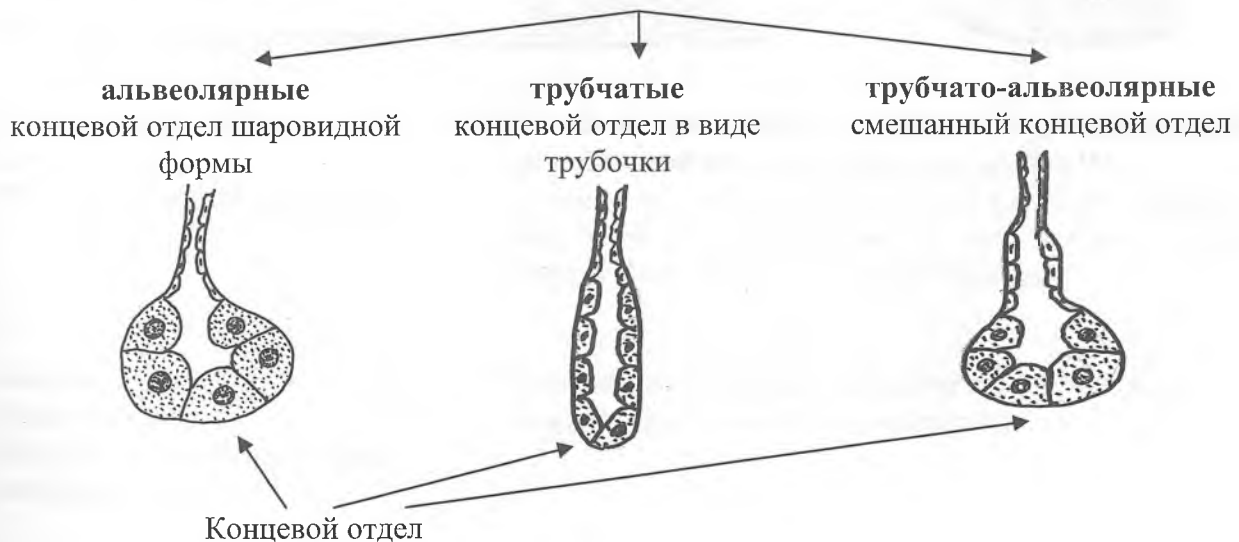
2. Выводные протоки выстланы изнутри однослойным или многослойным эпителием.

Классификация экзокринных желез

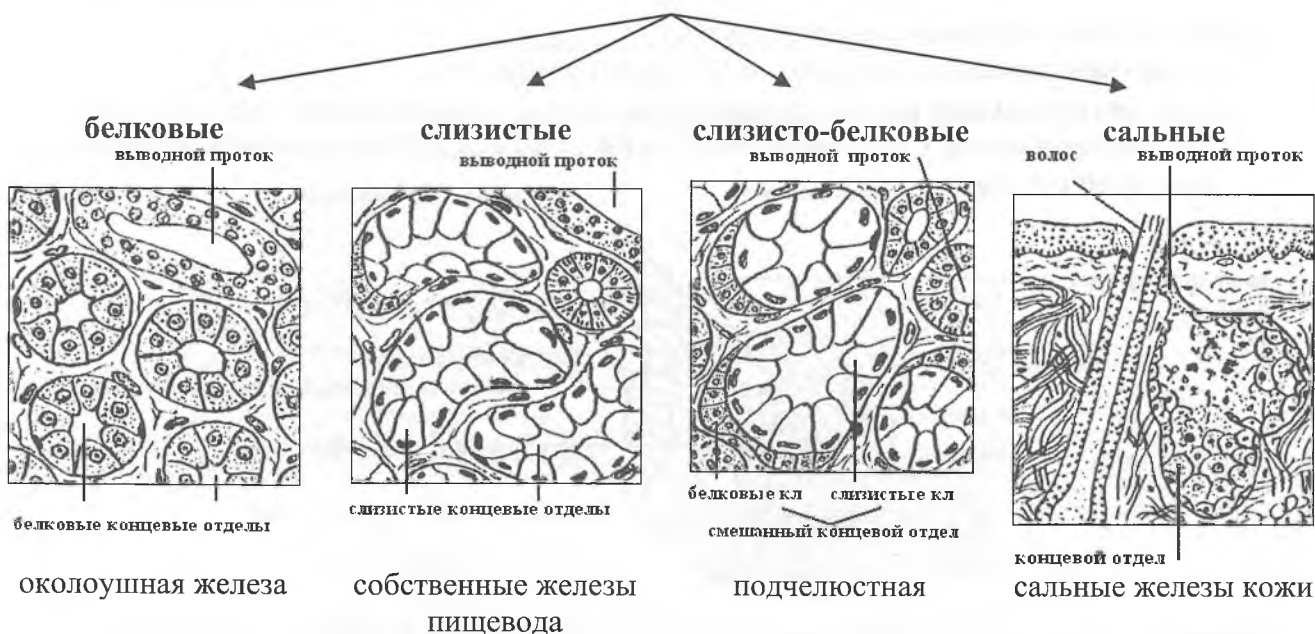
В зависимости от разветвления концевого отдела и выводного протока железы подразделяются на:



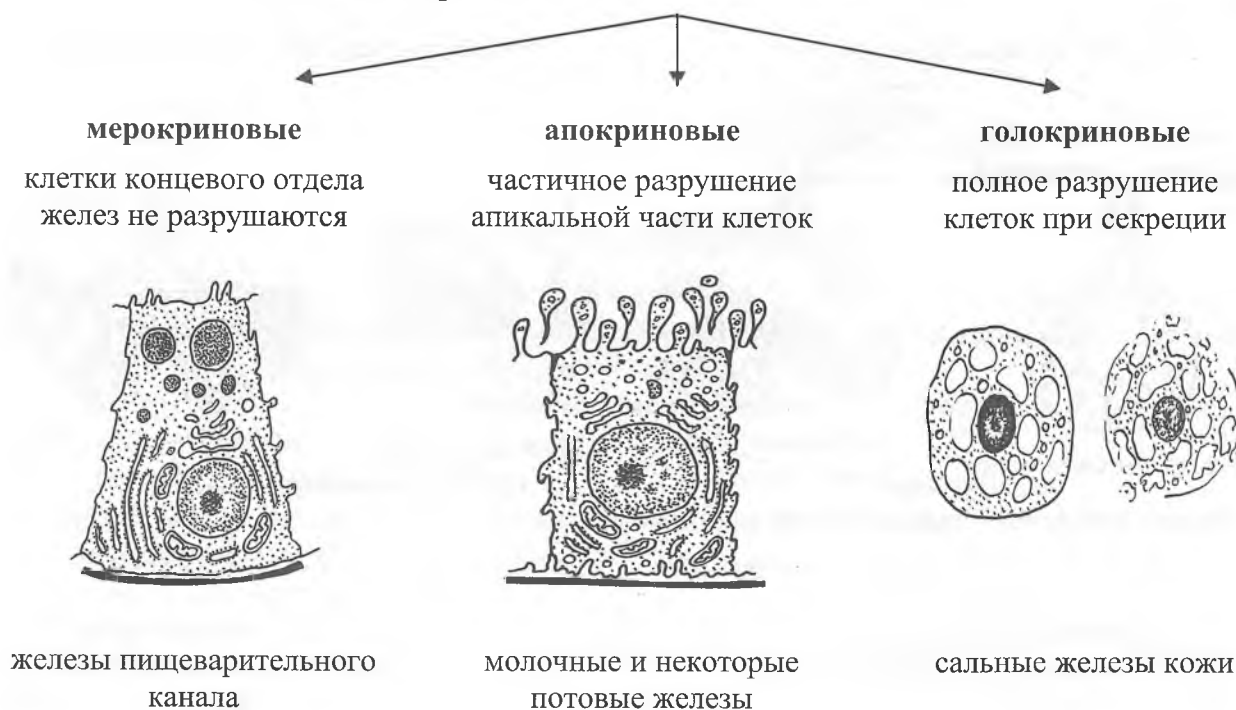
По форме концевого отдела железы подразделяются на:



По химическому составу секрета железы подразделяются на:



По способу секреции железистых клеток (имеется в виду сохранность клеток концевой отдела при секреции) железы подразделяются на:



Ткани внутренней среды

К тканям внутренней среды относятся:

Кровь, лимфа

**Собственно
соединительные ткани**

**Скелетные ткани
(хрящевые и костные ткани)**

Несмотря на то, что перечисленные ткани обладают различными морфофункциональными особенностями, они имеют ряд общих признаков, дающих возможность объединить их в группу тканей внутренней среды:

1. Все они **располагаются внутри организма** и не граничат с внешней средой.
2. В филогенезе и в онтогенезе все перечисленные ткани **образуются из мезенхимы**.
3. Клетки мезенхимы **дифференцируются в двух направлениях**:



Клетки дифференцируются в:

- фибробласты,
- хондробласты,
- остеобласты.

Клетки в процессе дифференцировки образуют:

- клетки крови,
- макрофаги,
- тучные клетки соединительной ткани.

4. **Много межклеточного вещества**: его значительно больше, чем клеток.
5. Большое **разнообразие клеточных форм** в составе ткани.
6. Клетки тканей внутренней среды относятся к обновляющейся популяции, т.е. это **зрелые клетки** ткани, которые характеризуются относительно коротким сроком жизни и **постоянно обновляются за счет стволовых клеток**.

Функции тканей внутренней среды:

Кровь
Лимфа
Рыхлая соединительная ткань



Выполняют в основном трофическую функцию и играют ведущую роль в защитных реакциях: клетки этих тканей фагоцитируют бактерии, вырабатывают антитела, организуют воспалительную реакцию, образуют капсулы вокруг инородных тел.

Костные ткани
Хрящевые ткани
Плотная оформленная соединительная ткань



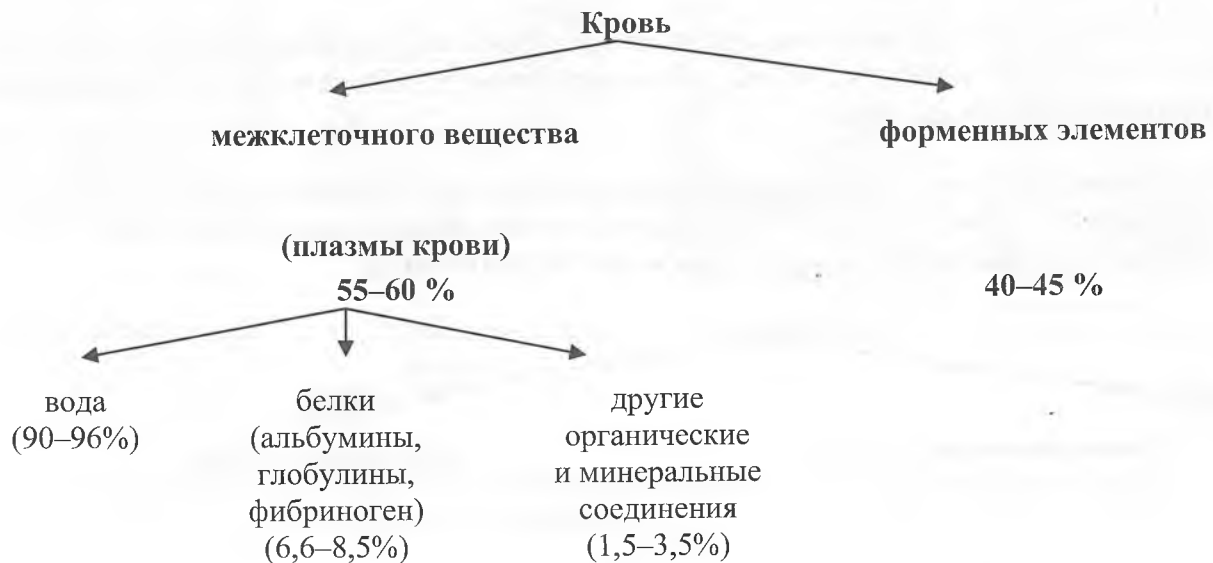
Выполняют в основном механическую функцию, образуют опорную систему организма.

Кровь

Кровь является составной частью системы крови, которая включает: кровь, органы кроветворения, лимфу.

Функции крови: транспортная, дыхательная, трофическая, защитная, гомеостатическая — поддержание постоянства внутренней среды организма.

Как и все ткани внутренней среды, кровь состоит из:



Белки плазмы крови продуцируются клетками **печени** (исключение: γ -глобулины, синтезирующиеся плазмócитами). Белки плазмы крови выполняют важные функции:

- определяют онкотическое давление и вязкость крови,
- выполняют защитную и транспортную функции,
- участвуют в коагуляции крови.

Особенности морфологии клеток крови изучают на мазках, которые, как правило, окрашивают смесью двух красителей:

- азура II (основного красителя) и
- эозина (кислого красителя).

Способность клеток крови окрашиваться (проявлять сродство) к этим двум красителям определяет их тинкториальные особенности.

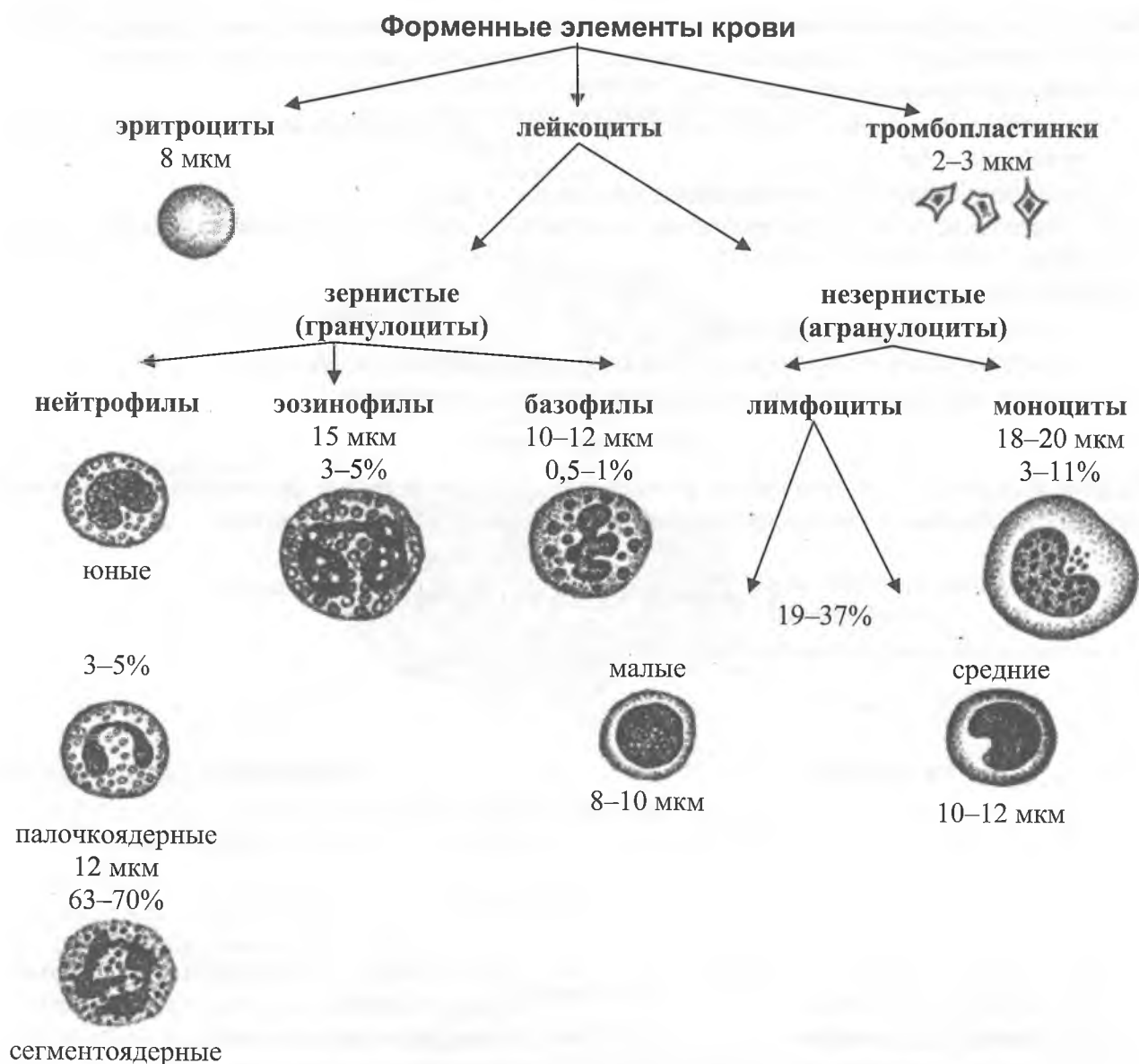
Классификация форменных элементов крови

К форменным элементам крови у человека и млекопитающих относятся:



Тромбоциты не являются клетками. Это фрагменты цитоплазмы гигантских клеток красного костного мозга мегакариоцитов. Цитоплазма мегакариоцитов разделяется с помощью клеточной мембраны на фрагменты, которые поступают в периферическую кровь.

Ниже рассматриваются морфологические особенности форменных элементов крови, указаны размеры клеток в мазке и процентное содержание лейкоцитов (лейкоцитарная формула).

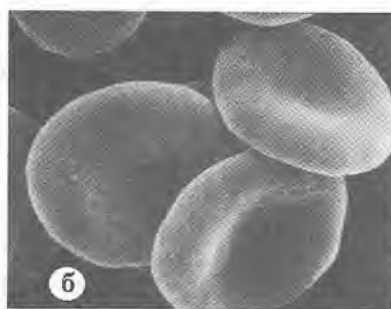
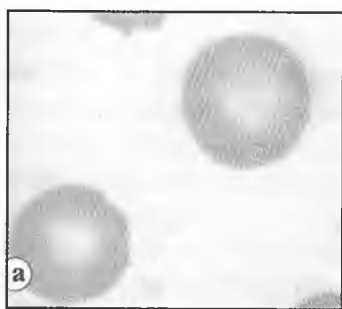


Морфофункциональные особенности форменных элементов крови

В настоящее время существует мнение, что непосредственно в кровотоке функционируют два типа форменных элементов крови: эритроциты и тромбопластинки.

Эритроциты

Эритроциты у человека и млекопитающих это безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутого диска.



а — эритроциты в мазке крови; б — эритроциты в сканирующем микроскопе

Поверхность эритроцита покрыта гликокаликсом, содержащим антигены – А, В, определяющие группы крови у человека. Органеллы в эритроците практически отсутствуют.

Цитоплазма эритроцита содержит:

- гемоглобин. Различают 2 типа гемоглобина: HbF – fetalный гемоглобин и HbA – гемоглобин взрослого;
- цитоскелет – комплекс белков (спектрина, актина и др.).

Продолжительность жизни эритроцитов составляет 120 дней, после чего клетки разрушаются в селезёнке.

Функции эритроцитов:

- осуществляют транспорт газов,
- адсорбируют и транспортируют аминокислоты, ферменты, антитела,
- могут переносить токсины и ряд лекарственных препаратов.

Тромбопластинки

Тромбопластинки у млекопитающих и человека — это безъядерные фрагменты цитоплазмы, которые отделяются от гигантских клеток красного мозга – мегакариоцитов.

В тромбопластинке выделяют:

грануломер

гиаломер

центральную часть тромбопластинки

периферическую зону тромбопластинки

содержит:

- органоиды: комплекс Гольджи, ЭПС, митохондрии, лизосомы,
- включения (гликоген) и
- специальные гранулы:

α-гранулы

δ-гранулы

λ-гранулы
(лизосомы)

содержат:

факторы
свёртывания
крови
(фибриноген,
фибрoneктин,
тромбоспон-
дин)
и др.

серотонин,
гистамин,
АТФ,
АДФ,
Ca²⁺

лизосомаль-
ные
ферменты

характеризуется наличием:

- гликокаликса, покрывающего плазмолемму, содержит антигены групп крови;
- канальцев, образованных:
 - а. инвагинациями плазмолеммы содержащими гликопротеины (рецепторы), которые обеспечивают захват факторов свертывания крови и агрегацию тромбоцитов;
 - б. цистернами гладкой ЭПС.
- хорошо развитым цитоскелетом – пучки микротрубочек, актиновые микрофиламенты.

поперечный срез тромбопластинки



Функции тромбопластинок:

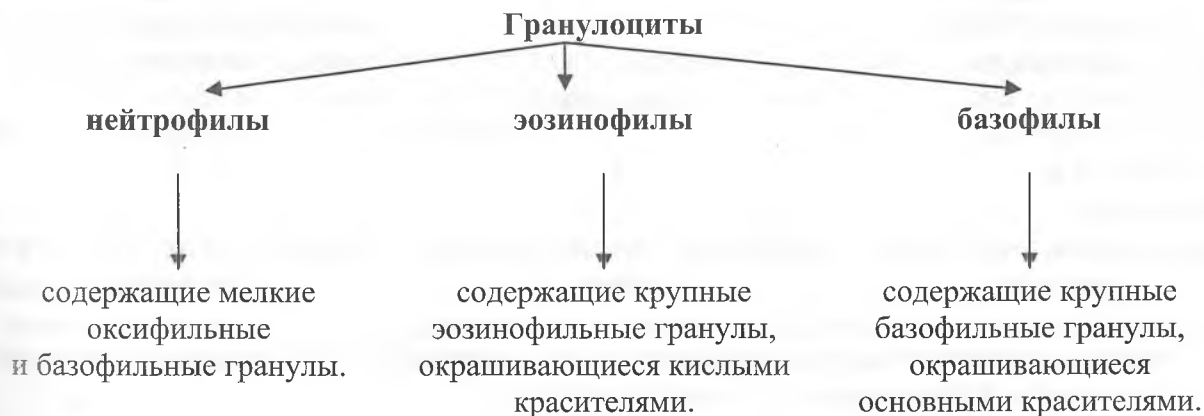
- принимают участие в каскадной реакции свертывания крови (выделяют внутренние факторы свертывания крови),
- участвуют в образовании тромбов,
- способны фагоцитировать молекулярные комплексы,
- участвуют в обмене биогенных аминов.

Лейкоциты

Содержание в крови колеблется от 3 до 8 на 10^9 на 1 литр. Лейкоциты в кровеносном русле, как правило, не функционируют. Для них кровь представляет транспортную систему. Лейкоциты осуществляют свои основные функции после выхода из сосудов в окружающую соединительную ткань. Разделяются на:

1. Гранулярные лейкоциты (гранулоциты), которые характеризуются:

- сегментированным ядром,
- наличием в цитоплазме различных типов гранул, поэтому цитоплазма клеток имеет зернистый вид.



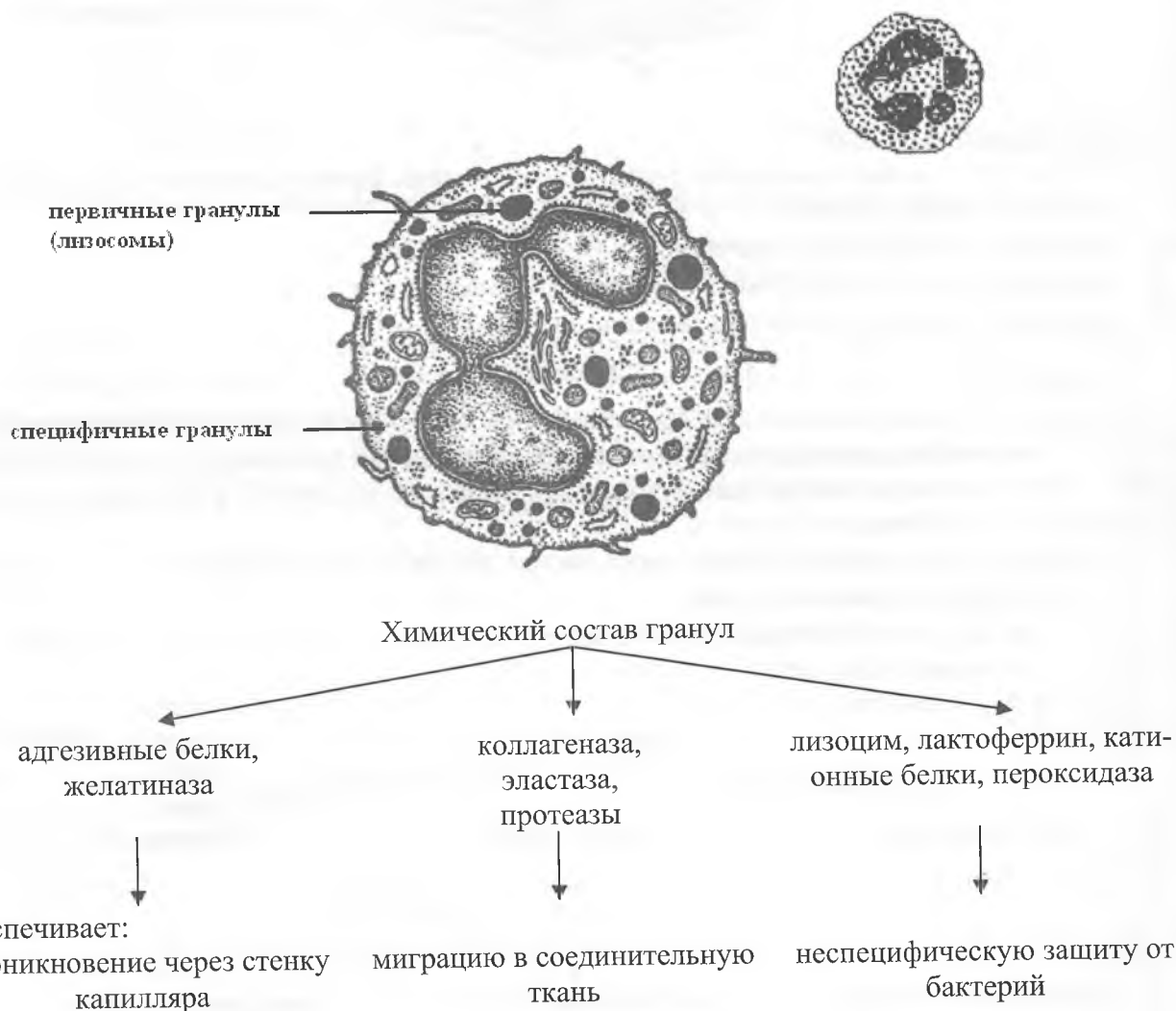
2. Агранулярные лейкоциты (агранулоциты) имеющие:

- несегментированное ядро,
- цитоплазму, лишенную специфической зернистости.

Нейтрофилы

Нейтрофильные лейкоциты это крупные клетки, содержащие:

- ядро, в котором много гетерохроматина. Форма ядра может быть различной и зависит от степени дифференцировки клеток. В крови человека выделяют 3 типа нейтрофилов:
 - в юных нейтрофилах ядро имеет подковообразную форму,
 - в палочковидных нейтрофилах в виде палочки,
 - в сегментоядерных формах ядро представлено 3–7 сегментами.
- в цитоплазме
 - слабо развиты органоиды общего назначения,
 - хорошо развитый цитоскелет (обеспечивающий подвижность клеток),
 - включения гликогена и липидов.
 - 2 типа гранул:
 - неспецифических, окрашивающихся азуром, представляющих собой лизосомы;
 - специфических, окрашивающихся кислыми и основными красителями.



Лактоферрин – связывает железо, необходимое для развития бактерий, и вызывает их склеивание, тормозит дифференцировку молодых гранулоцитов.
Лизоцим разрушает полисахариды бактериальной стенки, что ведет к их разрушению.

Функции нейтрофилов:

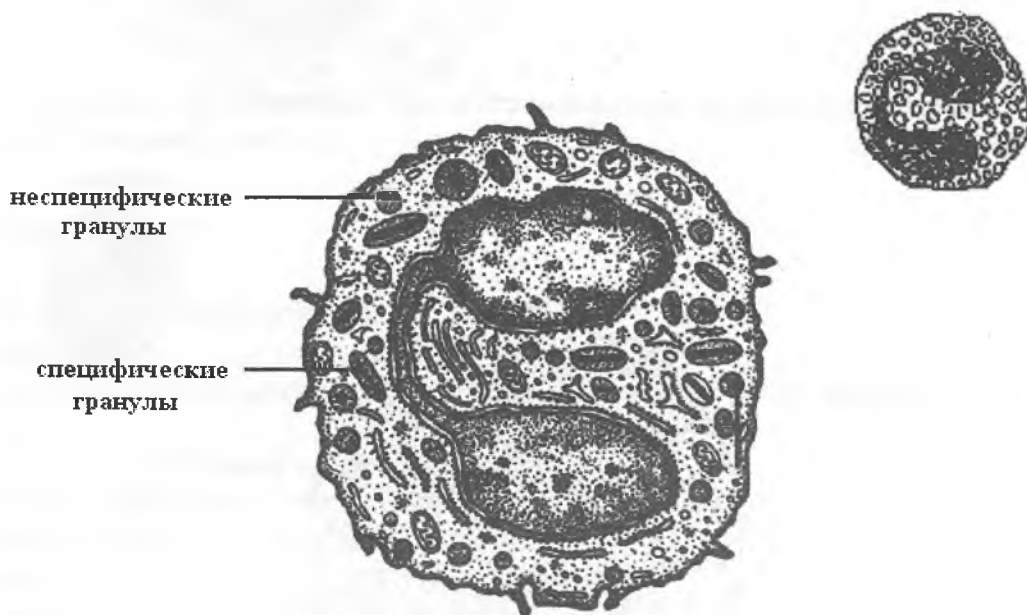
- фагоцитоз бактерий;
- эти клетки первыми мигрируют в очаг воспаления и выделяют вещества, привлекающие в очаг другие типы клеток;
- выделяют:
 - бактерицидные вещества (перекиси и ненасыщенные радикалы),
 - пирогены (вещества, вызывающее местное повышение температуры).

Продолжительность жизни составляет 8 суток, из них 8 часов в циркуляции, а затем миграция через стенку капилляра и функционирование в соединительной ткани.

Эозинофилы

Эозинофильные лейкоциты характеризуются:

- ядром, состоящим обычно из 2 сегментов и содержащим много эухроматина.
- цитоплазмой, содержащей органоиды общего назначения и гранулы 2 типов:
 - азурофильные, представляющие лизосомы;
 - специфические, окрашивающиеся кислыми красителями (ацидофильные), имеющие кристаллоидную структуру.



Химический состав гранул

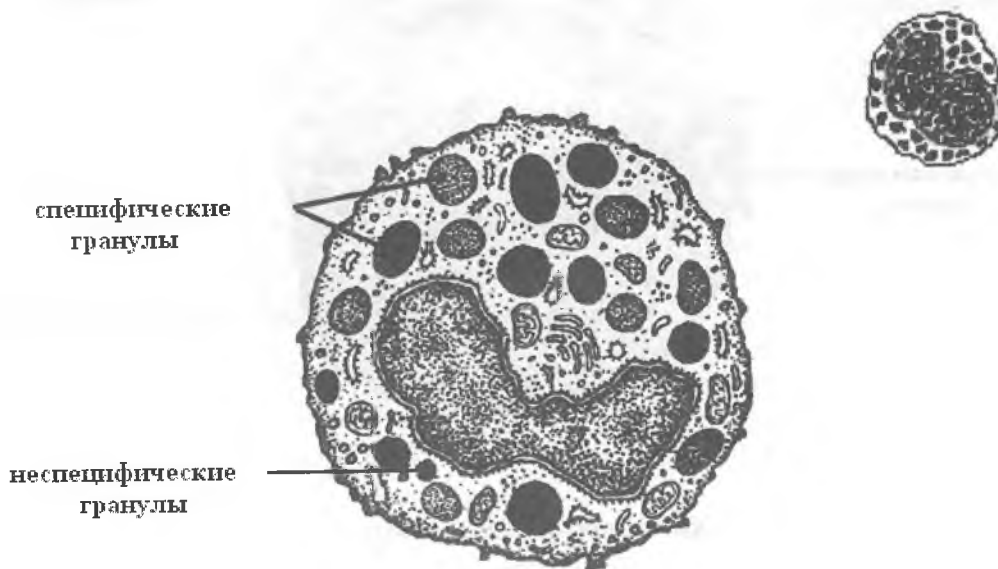
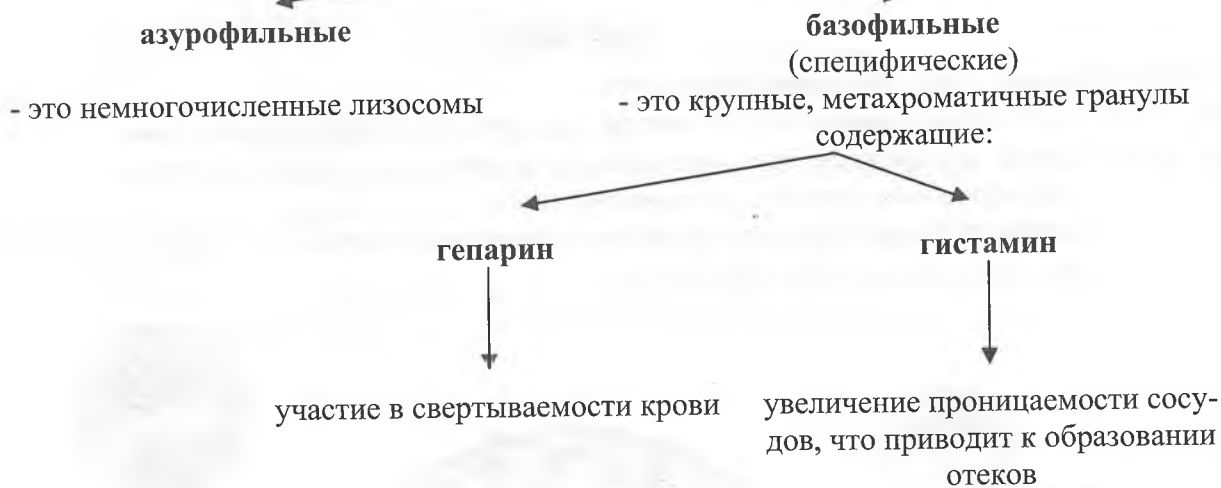


Функции эозинофилов:

- участие в антибактериальной и антипаразитарной защите,
- обезвреживание токсинов и ядов,
- участие в аллергических и местных воспалительных реакциях.

Базофилы

Базофилы, клетки с ядром, сегментация которого не четко выражена. В цитоплазме помимо органелл имеются гранулы двух типов:



Функции базофилов:

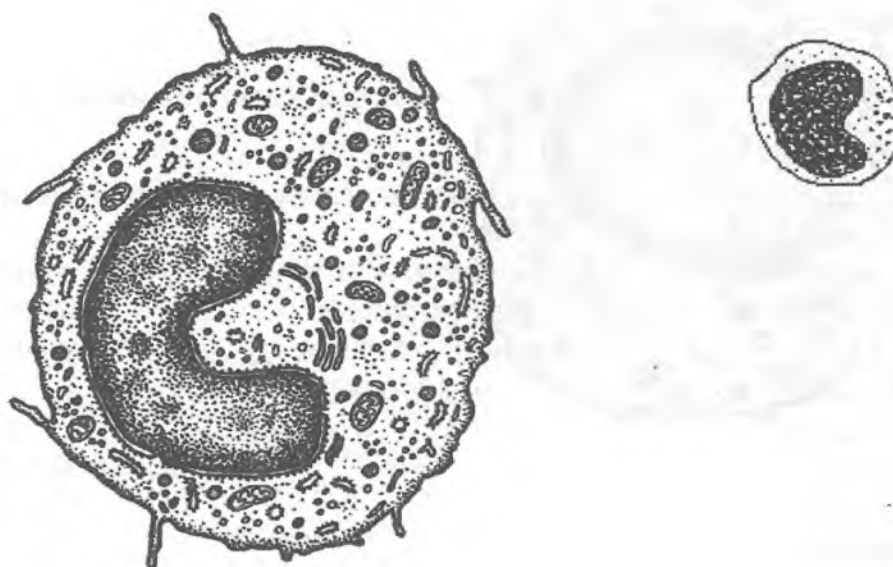
- участие в свёртываемости крови и метаболизме гепарина;
- регуляция проницаемости стенки сосудов;
- участие в воспалительных и аллергических реакциях.

Агранулоциты

Моноциты. Крупные клетки с базофильной цитоплазмой и бобовидным ядром. В цитоплазме имеются:

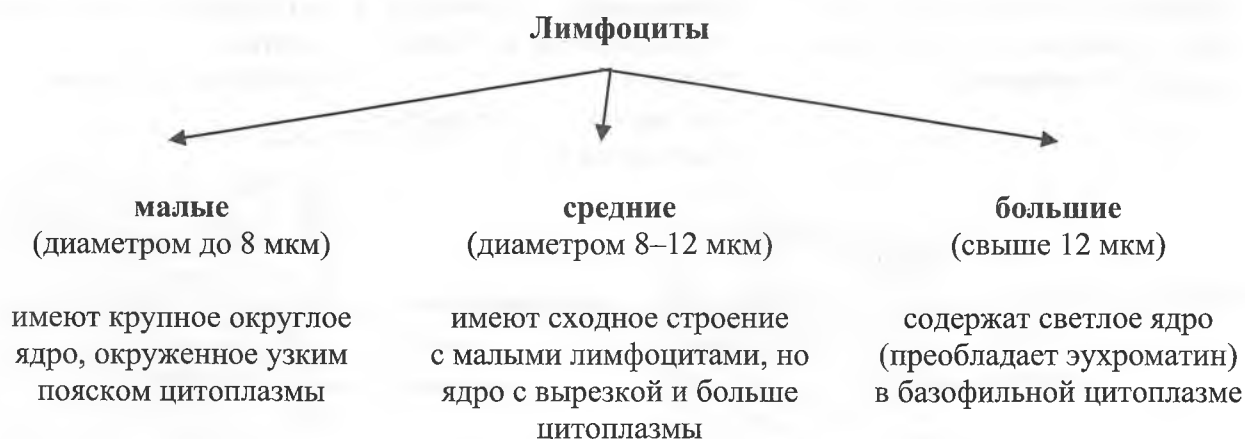
- органоиды общего назначения,
- лизосомы,
- цитоскелет, обеспечивающий подвижность клеток,
- включения гликогена.

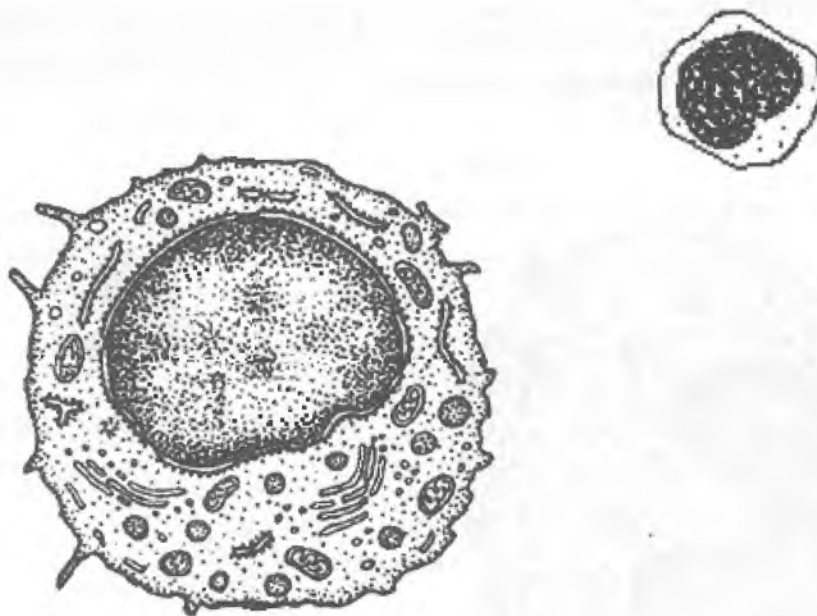
После выхода из сосудов моноциты превращаются в активно фагоцитирующие клетки — **макрофаги**. Поэтому моноциты рассматриваются как источник органных макрофагов и входят в состав **макрофагической системы организма**.



Функции макрофагов:

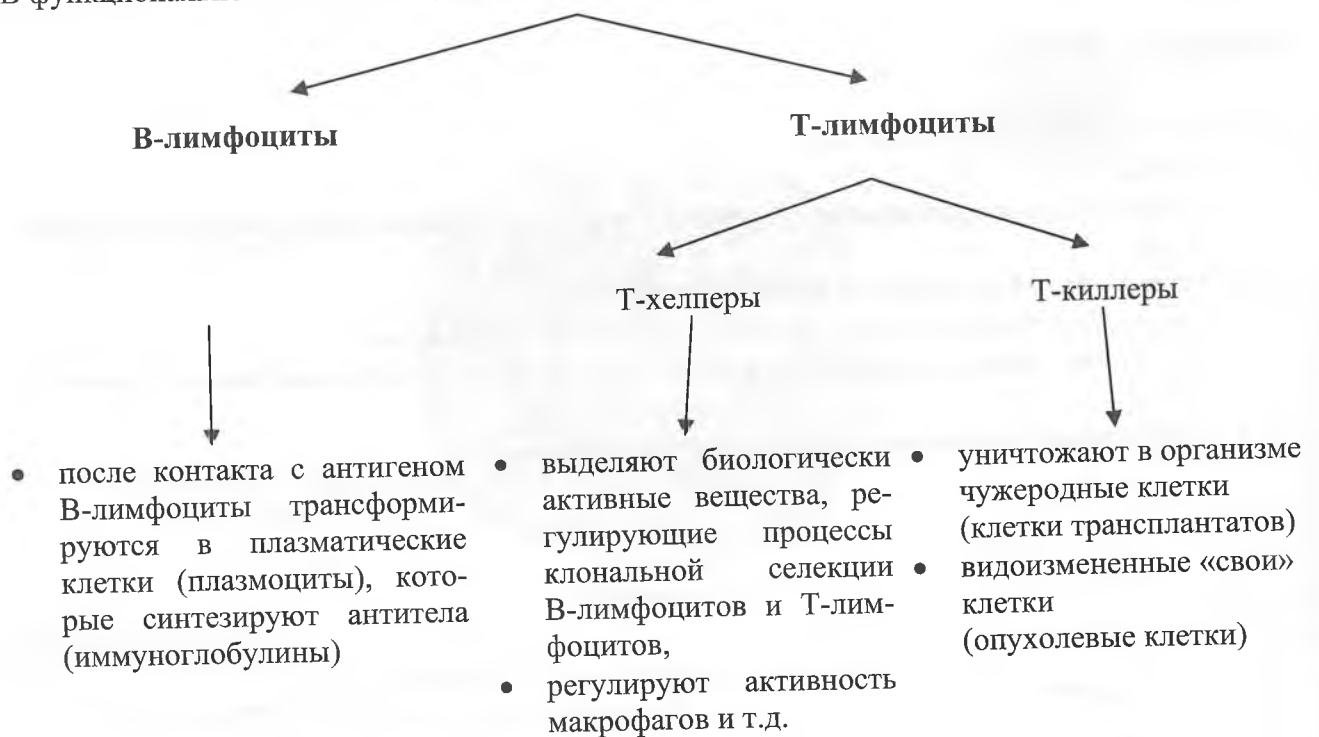
1. Участие в неспецифической защите:
 - фагоцитоз;
 - выработка противомикробных веществ — катионных белков, лизоцима, лактоферрина и др.
2. Участие в специфической или иммунной защите:
 - захват, переработка и представление антигенов лимфоцитам;
 - выработка веществ, влияющих на иммунные реакции, регенерацию тканей, кроветворение;
 - разрушение чужеродных и опухолевых клеток.





Функции лимфоцитов

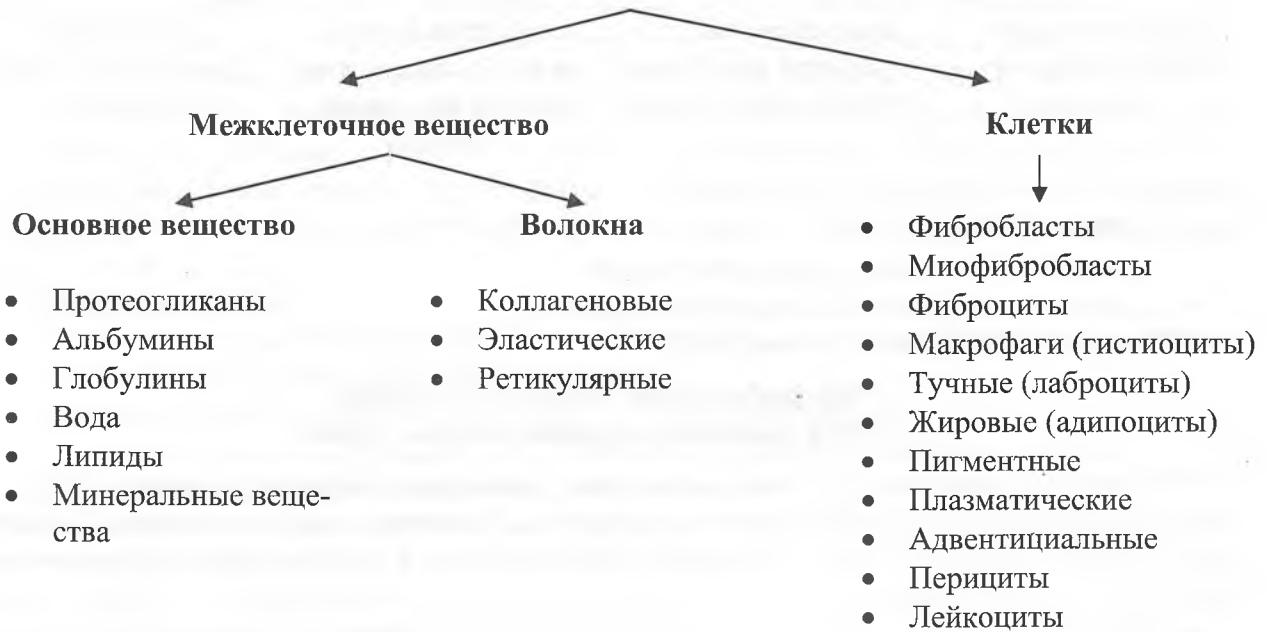
В функциональном отношении делятся на:



Соединительные ткани

Собственно соединительные ткани

Собственно соединительные ткани состоят из:



Классификация собственно соединительных тканей

В основу классификации собственно соединительных тканей положены следующие признаки:

- физико-химические особенности межклеточного вещества и его строение,
- соотношение клеток и межклеточного вещества,
- расположение волокон.

Типы собственно соединительных тканей



Волокна расположены разнонаправленно



разно направленные
волокна

фиброциты

адипоциты

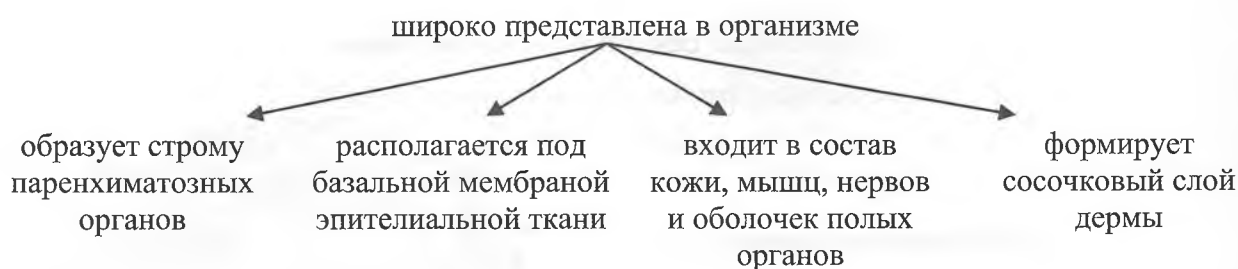
Волокна расположены упорядочено



параллельно расположенные
волокна

фиброциты

Рыхлая волокнистая соединительная ткань (РВСТ)



Функции:

- трофическая.
- защитная – фагоцитоз и иммунная защита.
- пластическая – участие в заживлении ран.
- участие в поддержании гомеостаза.

Морфофункциональные свойства клеток рыхлой соединительной ткани

Фибробласты, удлинённые клетки с короткими отростками. Содержат светлое ядро с ядрышком. В цитоплазме хорошо развиты органоиды белкового синтеза, комплекс Гольджи, митохондрии, цитоскелет. Эти подвижные клетки способны к делению и дифференцировке.

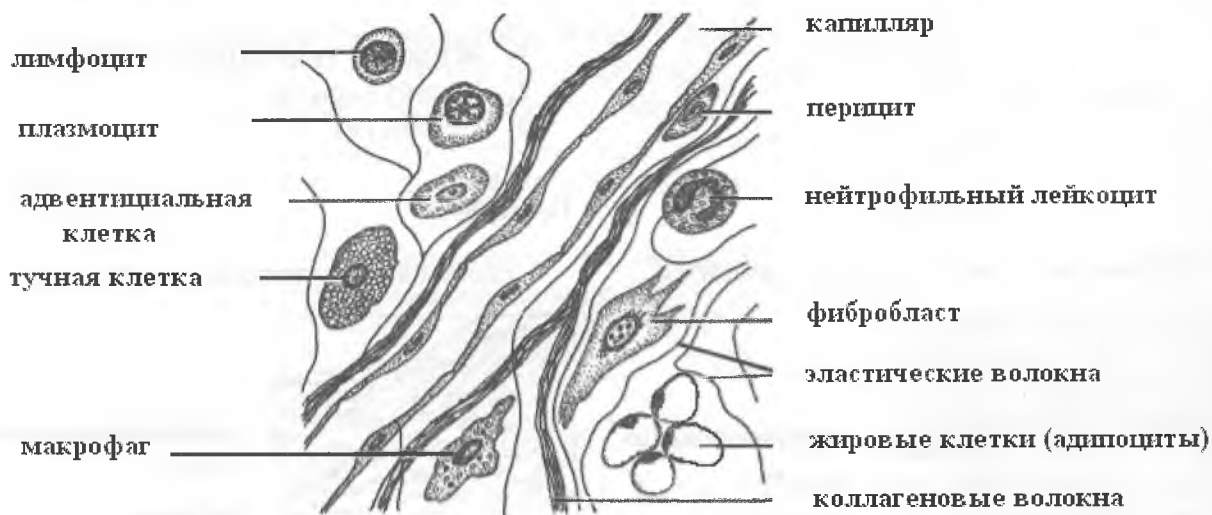
Функции фибробластов:

- синтез молекул коллагена, эластина и ретикулина, сборка которых в межклеточном веществе ведет к образованию соответствующих волокон.
- синтез и секреция гликозаминогликанов, входящих в состав межклеточного вещества соединительной ткани.
- участие в заживлении ран.

Миофибробласты характеризуются наличием: гранулярной ЭПС, комплекса Гольджи и хорошо развитыми миофиламентами.

Функции миофибробластов:

- участие в заживлении ран: фиксируясь на поверхности раны, сокращаются, уменьшая раневую поверхность.
- участие в синтезе компонентов межклеточного вещества.
- способны к превращению в гладкомышечные клетки (в стенке матки).



Фibroциты. Дифференцировка фибробластов приводит к образованию малоактивных и бедных органоидами клеток — фиброцитов.

Функции фиброцитов:

- участвуют в обновлении компонентов межклеточного вещества (поддержка тканевого гомеостаза).

Макрофаги (гистиоциты). Это клетки с хорошо видимыми границами, цитоплазма которых богата лизосомами и содержит умеренно развитые органоиды общего назначения. Поверхность клеток несет многочисленные рецепторы к антигенам, иммуноглобулинам, лимфоцитам, молекулам клеточной адгезии и др. Макрофаги образуются из СКК и моноцитов, мигрирующих в РВСТ из кровеносных и лимфатических сосудов. Эти клетки входят в состав макрофагической системы, которая представлена макрофагами РВСТ, остеокластами костной ткани, макрофагами органов кроветворения и иммуногенеза, макрофагами печени (клетки Купфера), клетками, представляющими антиген, альвеолярными и перитонеальными макрофагами и др.

Функции макрофагов:

- фагоцитоз — распознавание, захват и разрушение с помощью лизосомальных ферментов антигенов, старых и погибших клеток.
- секреция антибактериальных веществ: лизоцима, интерферона.
- участие в иммунных реакциях: представление антигенов (презентация), выработка факторов, стимулирующих дифференцировку лимфоцитов и т.д.

Тучные клетки, тучные клетки или тканевые базофилы. Округлой или овальной формы, располагаются вблизи стенки сосудов. Цитоплазма этих клеток содержит крупные, метакроматические гранулы. В гранулах содержатся гепарин, гистамин, ферменты, хемотаксические факторы для эозинофилов и нейтрофилов.

Функции тучных клеток:

- участие в аллергических реакциях: внедрение в организм аллергенов вызывает в организме образование иммуноглобулинов класса Е (IgE), к которым на поверхности тучных клеток имеются рецепторы. После взаимодействия тучных клеток с IgE происходит их дегрануляция (выход содержимого гранул в межклеточное пространство).
- регуляция местного гомеостаза:
 - секреция гепарина снижает проницаемость стенки капилляра и процессы воспаления;
 - выделения гистамина ведет к увеличению проницаемости стенки капилляра, межклеточного вещества и к усилению воспалительной реакции.

Плазмоциты, Овальные клетки с эксцентрично расположенным ядром и базофильной цитоплазмой. Хроматин ядра расположен в виде спиц в колесе, большая часть цитоплазмы занята гранулярной ЭПС. Комплекс Гольджи, клеточный центр и другие органоиды занимают слабо окрашенную перинуклеарную зону — «перинуклеарный дворик». Плазмоциты образуются из В-лимфоцитов.

Функции плазмоцитов:

- выработка иммуноглобулинов (антител).

Адиipoциты. См. ниже.

Адвентициальные клетки. Веретеновидные клетки с базофильной цитоплазмой, располагаются вблизи стенки сосудов.

Функции адвентициальных клеток:

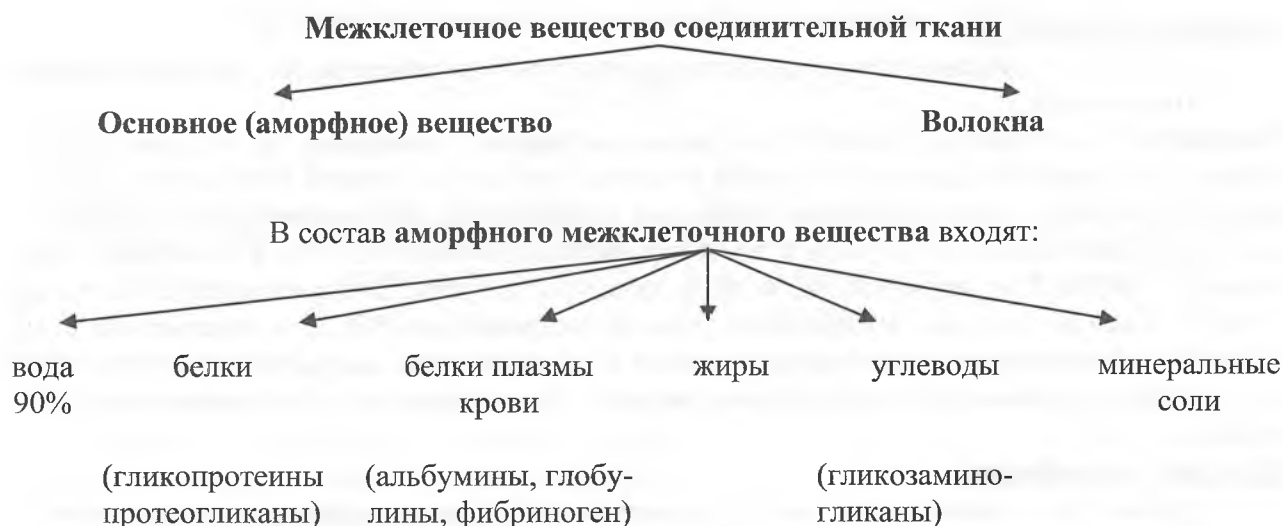
- малодифференцированные клетки, способные к делению и дифференцировке в фибробласты, миофибробласты и адиipoциты.

Пигментные клетки. Отростчатые клетки, цитоплазма которых бедна органоидами, но содержит многочисленные гранулы меланина. Эти клетки развиваются из нервного гребня, т.е. имеют нейральное происхождение

Функции пигментных клеток:

- защитная.

Лейкоциты. После непродолжительной циркуляции в крови (несколько часов) лейкоциты мигрируют в рыхлую соединительную ткань, где реализуют свои функции.



Аморфное межклеточное вещество представляет собой сложный коллоидный раствор, способный изменять физико-химические свойства. Через это вещество происходит обмен веществ между кровью и паренхимными клетками.

Основными продуцентами межклеточного вещества соединительной ткани являются фибробласты. В образовании аморфного межклеточного вещества также принимает участие плазма крови, компоненты которой поступают в РВСТ. Тканевые базофилы способны изменять физико-химические свойства основного вещества соединительной ткани.

Функции аморфного межклеточного вещества:

- обменно-трофическая,
- создание микросреды для клеток соединительной ткани,
- в аморфном веществе происходит полимеризация волокон соединительной ткани.

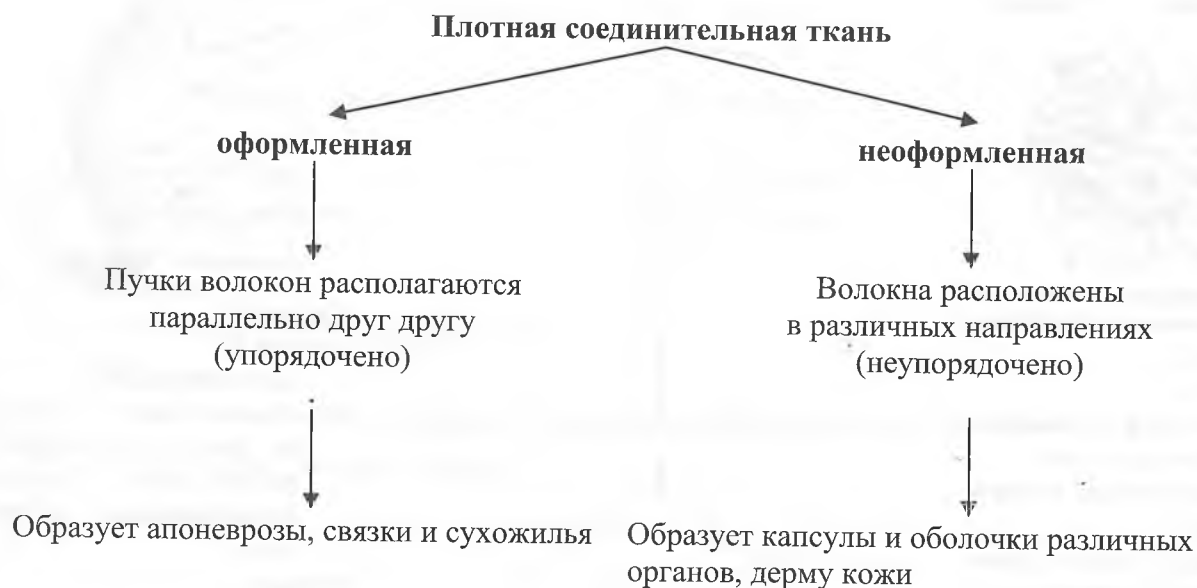


Функции волокон: опорная — придание прочности (коллагеновые и ретикулярные волокна) и эластичности (эластические волокна) соединительным тканям.

Плотная соединительная ткань

Плотная соединительная ткань характеризуется:

- преобладанием волокон в межклеточном веществе;
- среди клеток преобладают фиброциты.



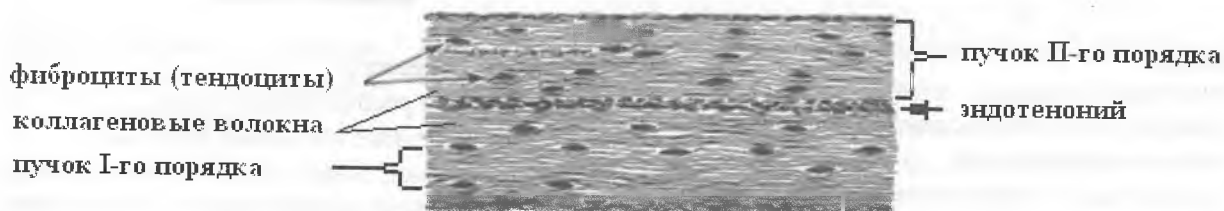
Строение сухожилия

Сухожилие состоит из:

- плотно лежащих параллельно расположенных **пучков коллагеновых волокон**,
- между которыми расположены **фиброциты** и небольшое количество фибробластов.

Пучки коллагеновых волокон, разделенные **тендоцитами** (фиброцитами), называют **пучками первого порядка**. Несколько пучков первого порядка, окруженных прослойками рыхлой соединительной ткани (**эндотением**), формируют **пучки второго порядка**, из которых состоят **пучки третьего порядка**. Иногда пучком третьего порядка является само сухожилие. В крупных сухожилиях могут быть и пучки четвертого порядка.

Прослойки соединительной ткани, разделяющие пучки называются **эндотением**, а соединительная ткань, покрывающая сухожилие, называется **перитением**.



Строение связок

Связки имеют аналогичное строение и отличаются от сухожилий тем, что пучки первого порядка в них образованы в основном **эластическими волокнами**.

Соединительные ткани со специальными свойствами

Ретикулярная ткань



гемопоэтические клетки в межклеточных пространствах

Строение:

состоит из

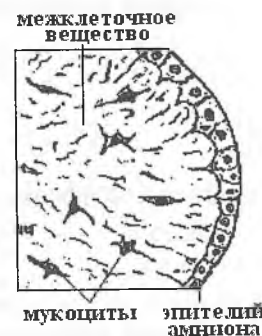
- 1) отростчатых ретикулярных клеток и
- 2) ретикулярных волокон.

Функции:

- образует строму кровеносных органов;
- формирует микроокружение гемопоэтических клеток.

Жировая ткань

Слизистая ткань



Строение:

состоит из

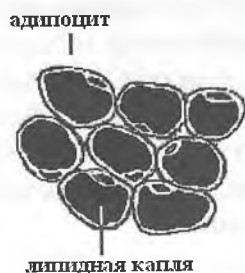
- 1) клеток-мукоцитов и
- 2) межклеточного вещества, богатого гиалуроновой кислотой и бедного коллагеновыми волокнами.

Функции:

- защита сосудов пуповины от сдавливания.

Белая жировая ткань

широко распространена в организме, образует подкожную клетчатку, сальник.

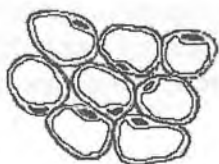


Строение:

состоит из:

- глобулярных клеток с центрально расположенной липидной каплей;
- цитоплазма с ядром оттеснены на периферию клетки.

При обработке спиртом липиды растворяются, и белая жировая ткань приобретает ячеистый вид.

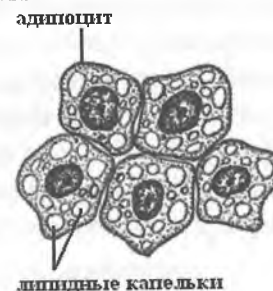


Функции:

трофическая, амортизационная, участие в терморегуляции.

Бурая жировая ткань

располагается около лопаток, почек, за грудиной, вдоль позвоночника. Наиболее хорошо выражена у новорожденных.



Строение:

адипоциты содержат:

- центрально расположенное ядро,
- многочисленные липидные капельки,
- митохондрии, богатые пигментами цитохромами, окрашивающими клетки в бурый цвет.

Функции:

термопродукция

Хрящевые ткани

Хрящевые ткани



- Протеогликаны.
- Гликозамингликаны.
- Белки.
- Липиды.
- Тканевая жидкость — 75% сырого веса.

- Коллагеновые
- Эластические

1. Хондробласты
2. Хондроциты
3. Хондрокласты

Типы хрящевой ткани и особенности их строения

Различают 3 типа хрящевой ткани

1. Гиалиновая

входит в состав

- воздухоносных путей (гортань, трахея, бронхи),
- располагается на поверхности суставов и в местах соединения ребер с грудной,
- образует скелет эмбриона

Характеризуется

преобладанием в межклеточном веществе коллагеновых фибрилл

2. Эластическая

входит в состав

- ушной раковины,
- носовой перегородки, хрящей гортани и бронхов

Характеризуется

наличием в межклеточном веществе коллагеновых и эластических волокон с преобладанием последних

3. Волокнистая

входит в состав

- межпозвоночных дисков и
- локализуется в местах прикрепления сухожилий к костям

Характеризуется

наличием в межклеточном веществе параллельно направленных пучков коллагеновых волокон

Строение гиалинового хряща

Поверхность хряща покрыта **надхрящницей**, образованной соединительной тканью и состоящей из двух слоев:

- наружного — более плотного, содержащего кровеносные сосуды и
- внутреннего — рыхлого, содержащего много хондробластов.

Надхрящница не всегда со всех сторон покрывает хрящ. Так, на суставной поверхности, обращенной в полость сустава, ее нет.

Характерной особенностью хрящевой ткани является расположение клеток группами (**изогенные группы**). Они представляют собой клеточный дифферон. Эти группы окружены каркасом из коллагеновых волокон, пропитанных аморфным веществом. Вокруг молодых клеток вещество оксифильно, а затем появляется и базофильный слой. Это объясняется неравномерным распределением белков и гликозаминогликанов в межклеточном веществе хряща.



Еще одной важной особенностью хряща является отсутствие в нем сосудов. Питание хрящевых клеток-хондроцитов осуществляется путем диффузии веществ из сосудов надхрящницы.

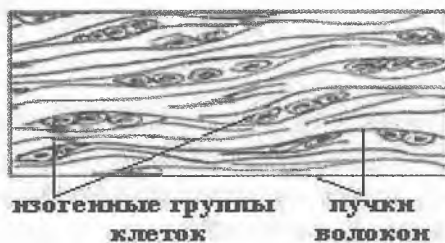
Особенности строения эластического хряща

Эластический хрящ имеет сходное строение с гиалиновым хрящом. Важным отличием является наличие в межклеточном веществе большого количества эластических волокон.



Особенности строения волокнистого хряща

- В волокнистом хряще волокна собраны в параллельно расположенные пучки, между пучками располагаются изогенные группы клеток.
- Надхрящница отсутствует.

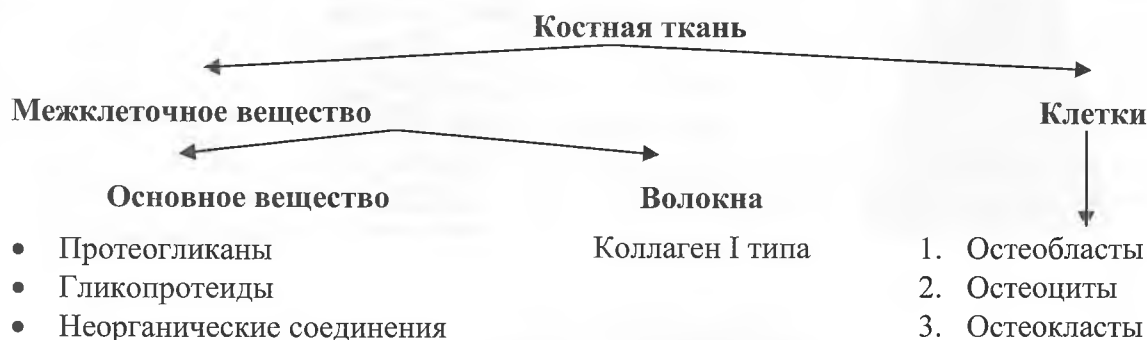


Механизмы роста хряща

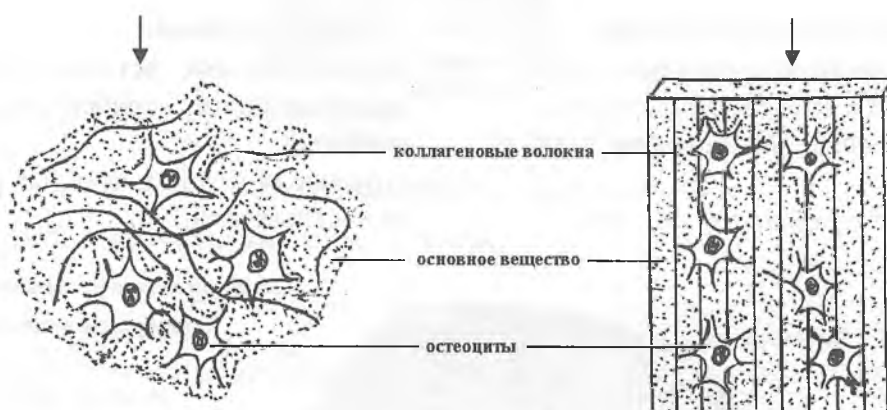
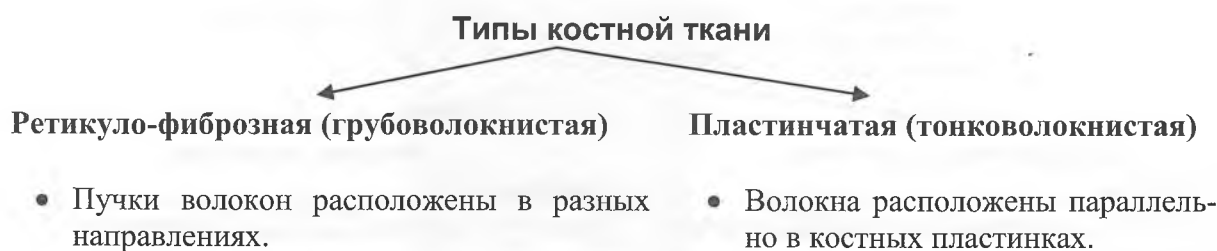
1. **Интерстициальный рост** хряща идет за счет:
 - деления молодых клеток, расположенных в толще хряща;
 - продукции ими межклеточного вещества.
2. **Аппозиционный рост** хряща обусловлен:
 - делением клеток внутреннего (хондрогенного) слоя надхрящницы;
 - выработкой межклеточного вещества и наслоением на существующий хрящ.

Костные ткани

Характеризуется высокой степенью минерализации межклеточного вещества.

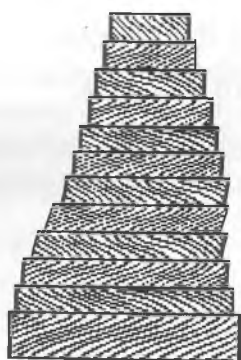


Остеобласты (преимущественно) и остеоциты (незначительно) осуществляют синтез межклеточного вещества. Остеокласты разрушают межклеточное вещество.



- Незрелая костная ткань существует в организме временно.
- Сохраняется во взрослом организме:
 - вблизи черепных швов,
 - в зубных альвеолах,
 - в костном лабиринте внутреннего уха,
 - в местах прикрепления сухожилий и связок.
- Зрелая костная ткань.
- Образует костный скелет.

Пластинчатая костная ткань состоит из **костных пластинок** — это структурно-функциональные единицы пластинчатой костной ткани. Костная пластинка состоит из минерализованного межклеточного вещества и остеоцитов, лежащих в полостях межклеточного вещества. Коллагеновые волокна в костной пластинке располагаются параллельно. Костные пластинки могут формировать систему замкнутых костных пластин, окружающих сосуд — **остеон**.



Разновидности костей

трубчатые

в которых преобладает компактное вещество

плоские

в которых преобладает губчатое вещество

Строение костей

компактное вещество

Состоит из:

компактно уложенных костных пластинок, образующих:

- наружные генеральные пластинки,
- остеоны — костные цилиндры, окружающие 1 или 2 кровеносных сосуда,
- вставочные пластинки, лежащие между остеонами,
- внутренние генеральные пластинки.

губчатое вещество

Состоит из:

рыхло уложенных костных пластинок:

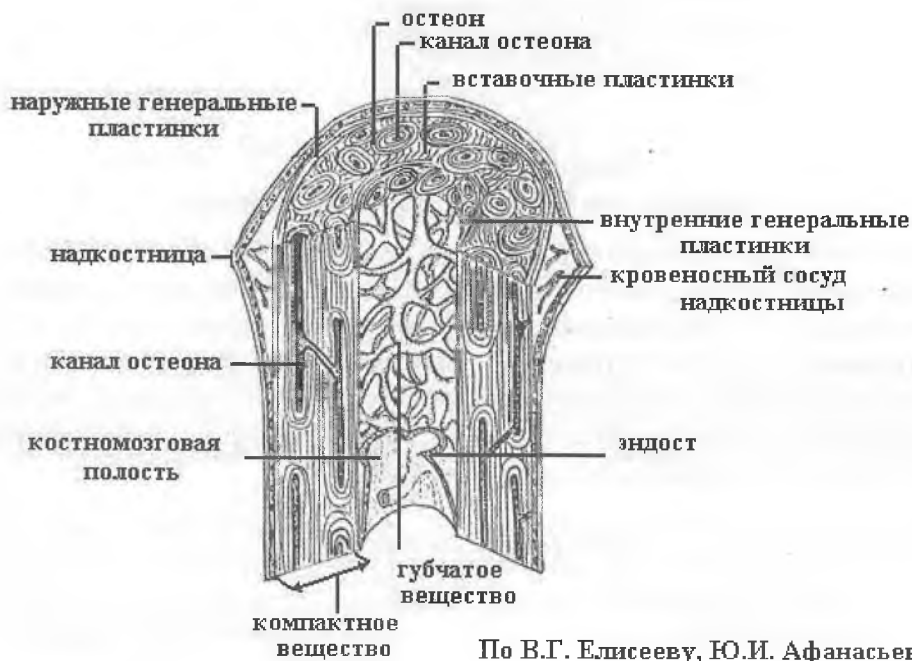
- костные пластинки
- видоизмененные остеоны, образуют переплетающиеся трабекулы, ограничивающие
- крупные полости, в которых располагается костный мозг.



По Gray's Anatomy 1973

Схема строения диафиза трубчатой кости

Снаружи кость покрыта соединительнотканной двуслойной **надкостницей**, во внутреннем слое которой располагаются **остеобласты**. Под надкостницей располагается слой **наружных генеральных пластинок**. Между ними залегают **прободающие каналы**, по которым из надкостницы внутрь кости входят сосуды и проникают под разными углами **коллагеновые (прободающие) волокна**. Глубже располагаются **остеоны**. **Остеон** — это система замкнутых костных пластинок, окружающих 1 или 2 кровеносных сосуда. Пространство между остеоны заполняют **вставочные пластинки**. Они образуются в результате разрушения старых и образования новых остеонов. Далее следует слой **внутренних генеральных пластинок**, а затем **губчатое вещество**.



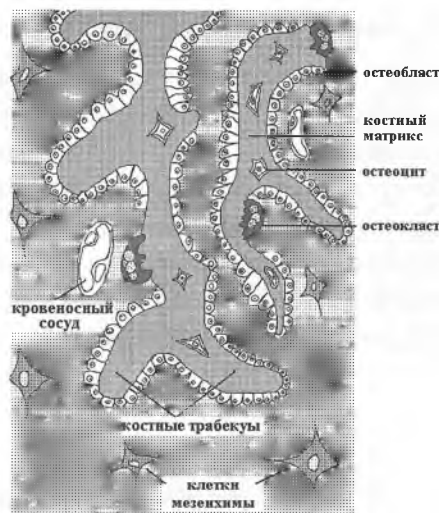
Эмбриональный остеогенез

Выделяют 2 типа эмбрионального остеогенеза:



Прямой остеогенез (развитие кости из мезенхимы)

Мезенхима — ткань, состоящая из далеко отстоящих друг от друга отростчатых клеток, контактирующих между собой отростками. Процесс окостенения — **оссификации** начинается с формирования **остеогенных островков** (центров окостенения). Это происходит в результате размножения мезенхимных клеток вблизи капилляров. Клетки островков округляются, их отростки утолщаются. Они проходят стадию **остеогенных клеток**, дифференцируясь в **остеобласты**. Остеобласты синтезируют органический матрикс костной ткани, окружаются им и превращаются в **остеоциты**, расположенные в **лакунах**, так образуется **костная трабекула**, состоящая из грубоволокнистой костной ткани. Трабекула окружена остеогенными клетками и остеобластами. За счет размножения остеогенных клеток образуются новые слои остеобластов, которые синтезируют костный матрикс — так происходит рост и утолщение трабекул. Одновременно идут процессы резорбции костной ткани. Резорбция кости с поверхности осуществляется многоядерными клетками **остеокластами**. На ранних стадиях остеогенеза трабекулы образованы ретикуло-фиброзной (незрелой) костной тканью, а на более поздних стадиях они заменяются зрелой пластинчатой костной тканью.



Непрямой остеогенез (образование кости на месте хряща)

В процессе развития эмбриона млекопитающего в тех местах, где позднее будут конечности, появляются небольшие почки конечностей, образованные мезодермальными отростками, покрытыми эктодермой. Затем в почках появляются мезенхимные клетки, за счет которых формируется **хрящевая модель будущей кости**. Модель покрыта двухслойной надхрящницей, во внутреннем слое которой наряду с хондробластами располагаются малодифференцированные остеогенные клетки. Следует отметить, что направление дифференцировки остеогенных клеток зависит от парциального давления кислорода:



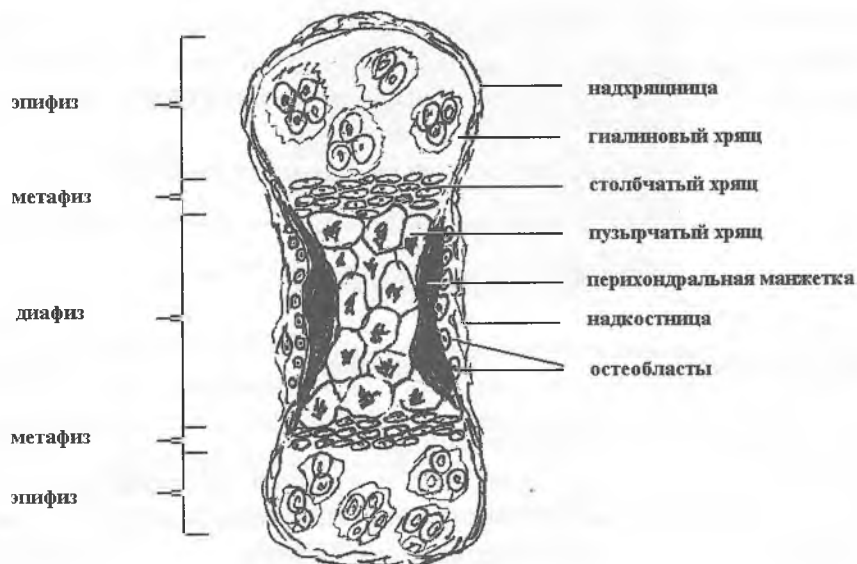
Процесс окостенения начинается в центральной части диафиза и включает в себя 2 стадии:

1. **Перихондральное окостенение** (образование костной манжетки на поверхности диафиза).
2. **Энхондральное окостенение** (образование кости на месте разрушающегося хряща внутри диафиза).

Перихондральное окостенение

В центральной части диафиза разрастается надхрящница, что обусловлено разрастанием сосудистой сети. Увеличение площади капиллярного русла в надхрящнице приводит к увеличению степени оксигенации малодифференцированных остеогенных клеток надхрящницы. В этих условиях они дифференцируются в направлении остеобластов, которые, в свою очередь, образуют на поверхности диафиза костную ткань — **перихондральную манжетку**. Манжетка препятствует процессу диффузии питательных веществ к хрящевым клеткам центральной части диафиза. Хрящевые клетки в центральной части диафиза набухают, разрушаются, а межклеточное вещество минерализуется (пузырчатый хрящ).

I стадия: Перихондральное окостенение

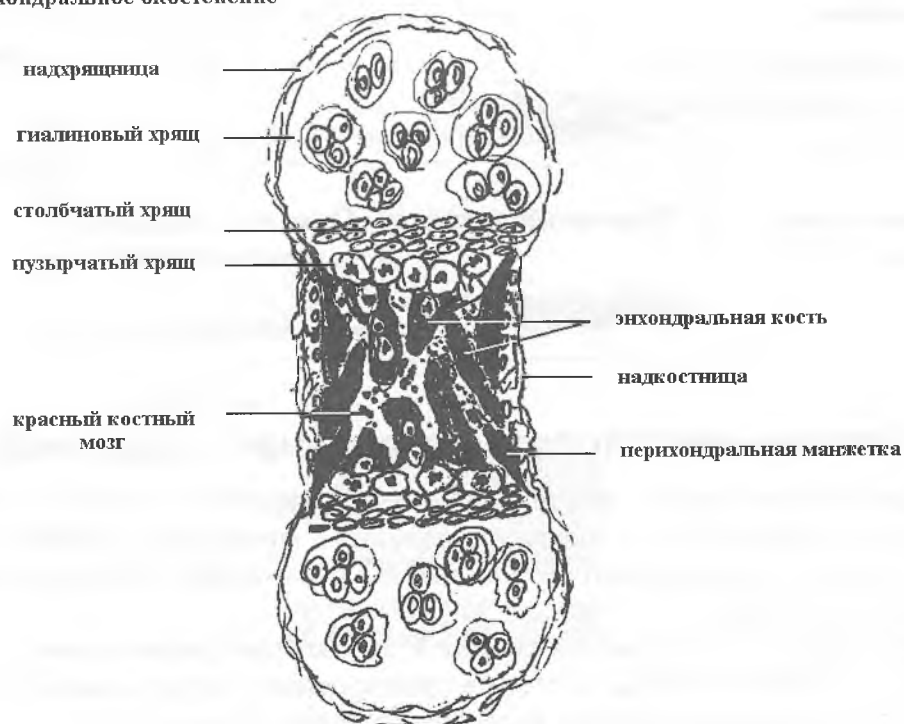


Энхондральное окостенение

Через отверстия в костной манжетке в разрушенный хрящ средней части диафиза врастают сосуды с окружающей их мезенхимой, остеогенными клетками, остеокластами. Остеокласты разрушают (хондролиз) минерализованный хрящ, а остеобласты строят **энхондральную костную ткань**.

В составе энхондральной кости, в отличие от перихондральной кости, присутствует минерализованный хрящ. Одновременно с энхондральным окостенением начинается процесс кроветворения (формируется красный костный мозг). Вслед за диафизом точки окостенения появляются и в эпифизах.

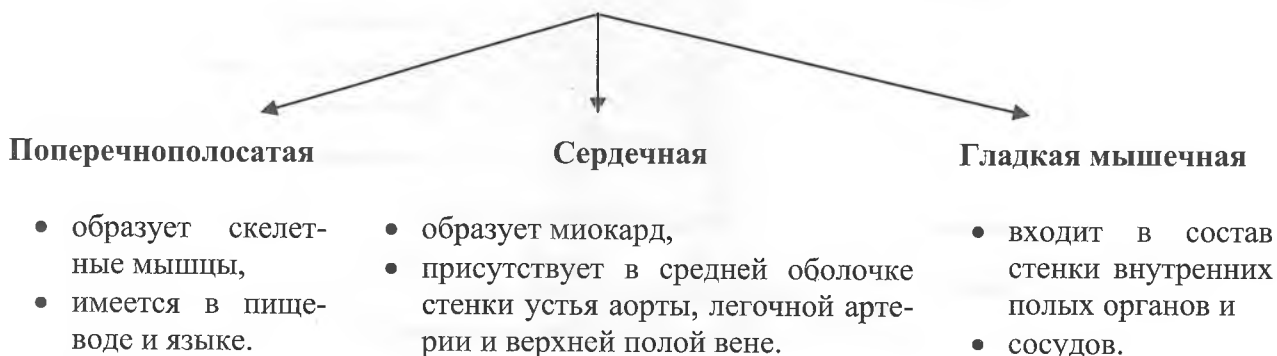
II стадия: Энхондральное окостенение





Мышечные ткани

Мышечные ткани специализированы на функции сокращения. Их структурные единицы содержат значительное количество сократительных белков и микрофиламентов, которые могут формировать специализированные органеллы — миофибриллы.

Классификация мышечных тканей



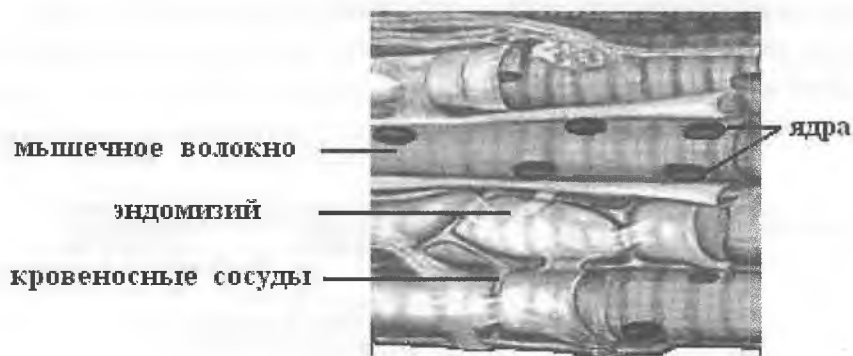
Разные типы мышечных тканей отличаются структурными единицами, количеством и расположением ядер, структурой сократимого аппарата.

Тип ткани	Структурная единица	Количество ядер и их расположение	Сократимый аппарат
Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань	<p>Симпласты</p> 	1000 и более ядер по периферии симпласта	Миофибриллы
Гладкая мышечная ткань	<p>Миоциты</p> 	Одно ядро в центре клетки	Актиновые и миозиновые микрофиламенты
Сердечная мышечная ткань	<p>Кардиомиоциты</p> 	Одно или два ядра в центре клетки	Миофибриллы

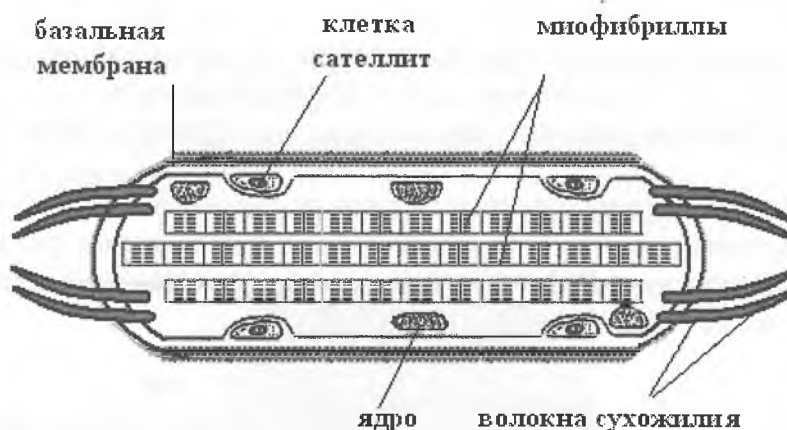
Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань

Структурно-функциональная единица поперечнополосатой скелетной мышечной ткани — **симпласт** или по-другому — поперечнополосатое **мышечное волокно**. Симпласты представляют собой гигантские цитоплазматические образования с большим количеством ядер, лежащих по периферии.

Симпласты окружены базальной мембраной, под которой располагаются мелкие одноядерные клетки — **миосаттелиты**, за счет их пролиферации, дифференцировки и последующего слияния идет процесс регенерации мышечных волокон (симпластов).



В световом микроскопе симпласты выглядят поперечно исчерченными. Это объясняется тем, что в центре симпласта лежат **миофибриллы** (сократимые нитчатые образования), состоящие из чередующихся темных и светлых дисков. В лежащих друг под другом миофибриллах расположение темных и светлых дисков совпадает.

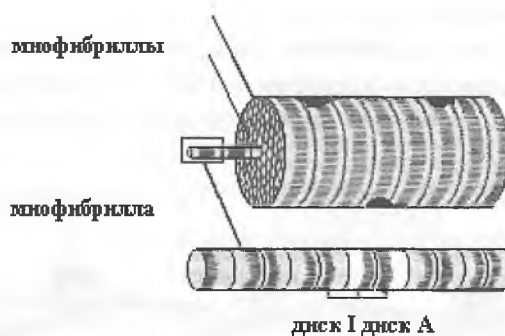


По А.Н. Студитскому с изменениями

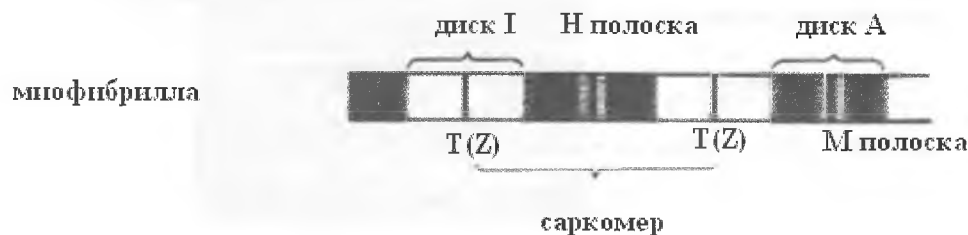
Строение миофибриллы

В составе миофибриллы видны чередующиеся темные (анизотропные диски А) и светлые (изотропные I) диски. В центре изотропного диска имеется перегородка (телофрагма Т). В темном диске имеется более светлая зона (Н-полоска), по середине Н-полоски располагается мезофрагма (М-линия).

поперечнополосатое мышечное волокно



Участок миофибриллы, заключенный между двумя телофрагмами (от одной телофрагмы до другой телофрагмы), называется **саркомер**. Саркомер включает в себя две половинки изотропного диска и диск анизотропный (саркомер = $\frac{1}{2} I - + A + \frac{1}{2} I$).



Строение саркомера

В составе саркомера имеются актиновые и миозиновые микрофиламенты. Они расположены следующим образом:

- актиновые филаменты прикрепляются к телофрагме, идут в составе изотропного диска и продолжают в анизотропном диске до уровня H-полоски;
- миозиновые филаменты располагаются только в анизотропном (темном диске).

Таким образом,

- изотропный (I-диск) состоит только из актиновых филаментов;
- анизотропный диск (A-диск) состоит из актиновых и миозиновых филаментов;
- светлая зона (H-полоска) состоит только из миозина, причем в области M-линии миозиновые филаменты утолщены.

Световая микроскопия



Электронная микроскопия



Строение актиновых миофиламентов

В состав актиновых миофиламентов входит 3 вида белков:

- актин,
- тропомиозин,
- тропонин.

Они построены следующим образом: цепочки глобулярных молекул актина образуют двойную спираль, в желобках этой спирали уложены молекулы тропомиозина. К ним на правильных расстояниях друг от друга присоединены молекулы тропонина.



Строение миозиновых миофиламентов

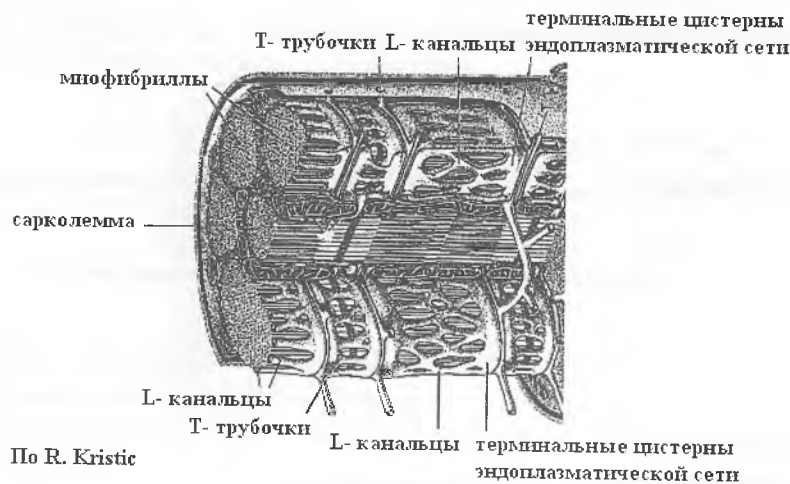
Миозиновые миофиламенты состоят из молекул миозина, каждая из которых имеет головку и длинный хвост. В составе миозиновых фибрилл молекулы миозина располагаются параллельно, частично перекрывая друг друга, при этом головки направлены от центра.



Саркоплазматическая сеть

Важное функциональное значение в симпластах имеют каналы **Т-системы**, они обеспечивают быстрое проведение потенциала действия, участвуют в метаболизме ионов (в частности Ca^{2+}). В состав Т-системы входят:

1. **Т-трубочки**, которые образованы впячиванием сарколеммы внутрь симпласта (всегда впячивание на уровне телофрагмы миофибриллы).
2. Большие **терминальные цистерны** гладкой эндоплазматической сети, расположенные с двух сторон от Т-трубочки.



Строение скелетной мышцы

В состав мышцы входят разные мышечные волокна, обладающие неодинаковой силой, скоростью и длительностью сокращений и утомляемостью. На светооптическом уровне различают:

мышечные волокна 3 типов

Окислительные
(красные)
мышечные волокна
I типа

Гликолитические
(белые)
мышечные волокна
II типа

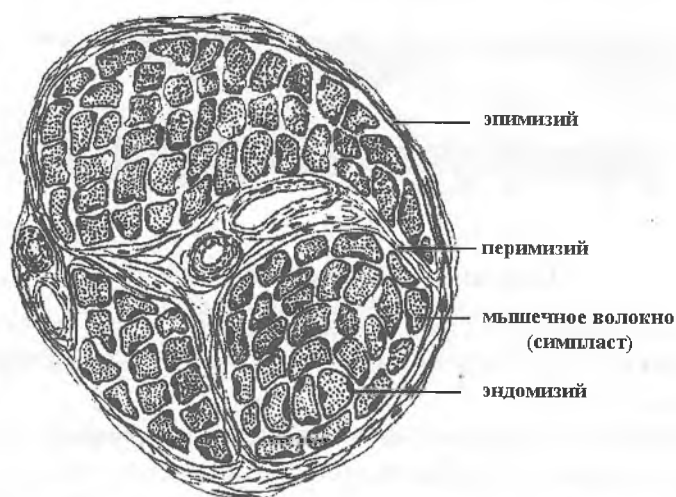
Переходные
формы
мышечных
волокон

которые характеризуются:

- высоким содержанием миоглобина и гликогена,
 - высокой активностью ферментов сукцинатдегидрогеназы (СДГ), АТФазы медленно-го типа.
 - АТФ-азой быстрого типа,
 - повышенным содержанием гликогена,
 - меньшим содержанием миоглобина,
 - более низкой активностью СДГ.
- промежуточные формы.

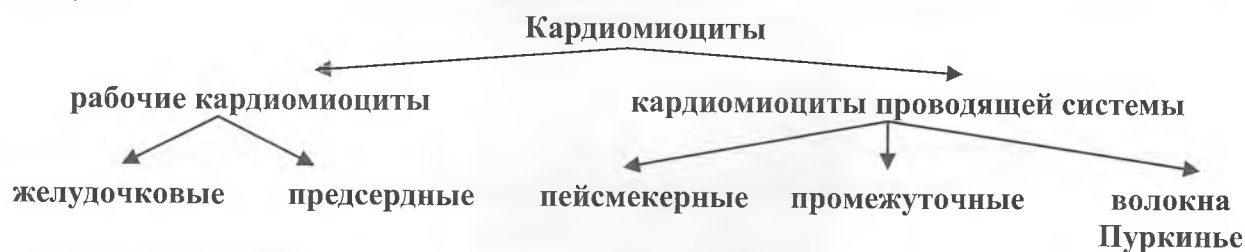
Морфофункциональной единицей скелетной мышцы является **мион**. Он включает в себя мышечное волокно (симпласт), окруженное сетью кровеносных капилляров и нервных волокон, лежащих в тонкой прослойке соединительной ткани **эндомизия**.

Симпласты, собранные в пучки, окружены соединительной тканью — **перимизием**. Пучки покрыты оболочкой из плотной соединительной ткани — **эпимизием**.

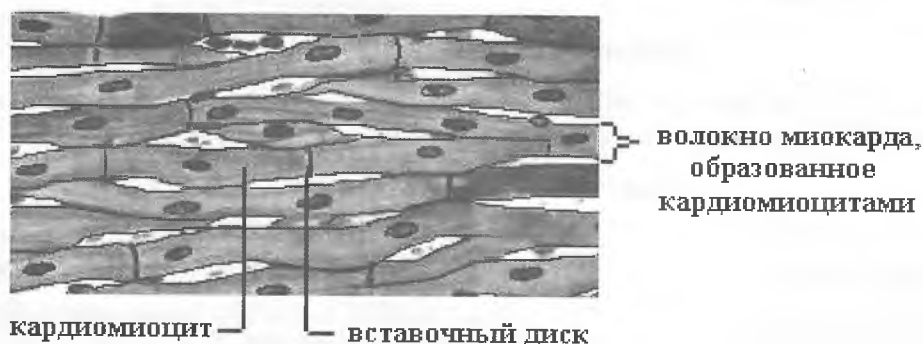


Сердечная мышечная ткань

Структурной единицей сердечной мышечной ткани являются мышечные клетки — **кардиомиоциты**.

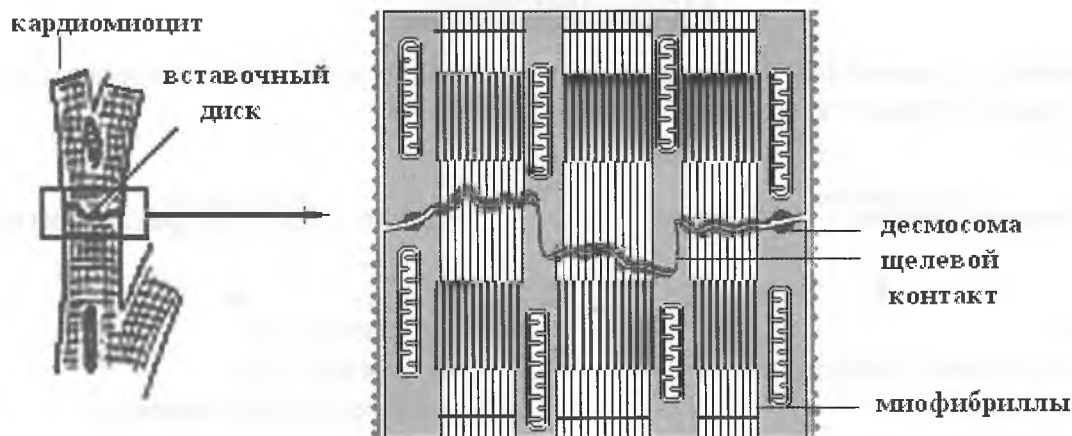


Рабочие кардиомиоциты имеют прямоугольную форму. Клетки прочно соединены конец к концу так, что образуют единую клеточную сеть (функциональные волокно миокарда). Таким образом, под «сердечным волокном» следует понимать цепочку клеток прямоугольной формы.



Граница двух кардиомиоцитов в цепочке называется **вставочным диском**. В состав вставочных дисков входят:

- клеточные мембраны соседних кардиомиоцитов, уложенных конец в конец;
- клеточные контакты:
 - нексусы (щелевидные контакты), обеспечивающие проведение нервного импульса от клетки к клетке;
 - десмосомы, обеспечивающие механическую связь клеток;
- зоны прикрепления миофибрилл к цитолемме.



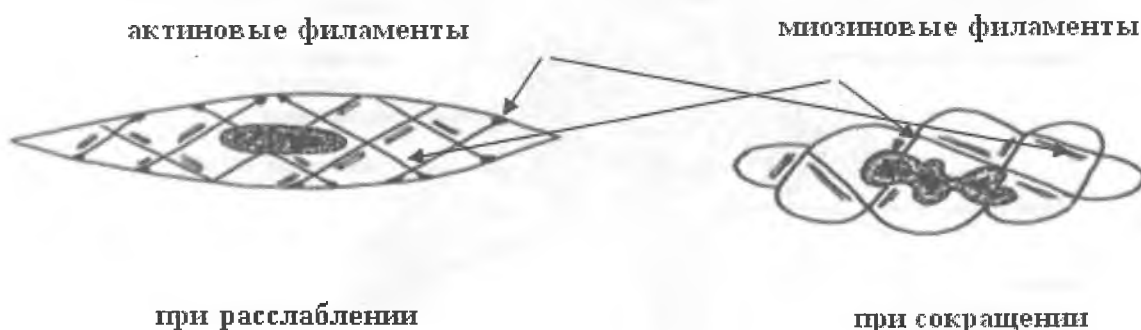
Структурно-функциональные типы кардиомиоцитов проводящей системы будут подробно рассматриваться в разделе сердечно-сосудистая система.

Гладкая мышечная ткань

Гладкая мышечная ткань локализуется в стенках полых внутренних органов и сосудов. Она располагается в несколько слоёв, которые подразделяются на пучки. Пучки окружены соединительной тканью **перимизием**, в которой проходят сосуды и нервные волокна. Каждый гладкий миоцит окружен базальной мембраной, в которую вплетены многочисленные ретикулярные волокна. В мембране есть отверстия, в области которых между соседними миоцитами образуются **щелевидные контакты** (нексусы).

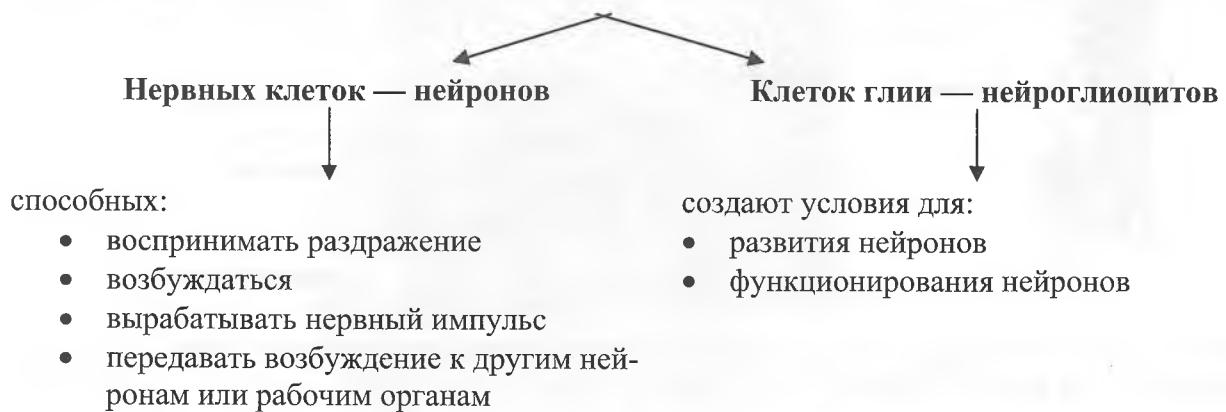


Миофибриллы в гладких миоцитах отсутствуют. В цитоплазме есть **актиновые филаменты**, прикрепленные в некоторых участках к мембране клетки, и свободно лежащие **миозиновые миофиламенты**. Перераспределение актиновых и миозиновых миофиламентов наблюдается при сокращении гладкомышечных клеток. При сокращении клеток их конфигурация и форма изменяется. Гладкая мускулатура иннервируется вегетативной нервной системой и поэтому является непроизвольной, способной долгое время оставаться частично сокращенной (поддерживать тонус).



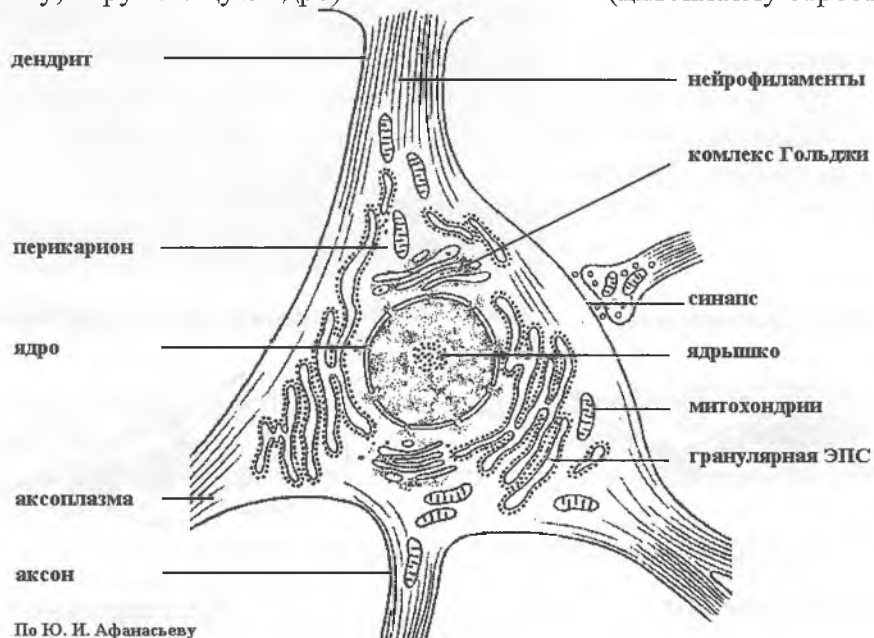
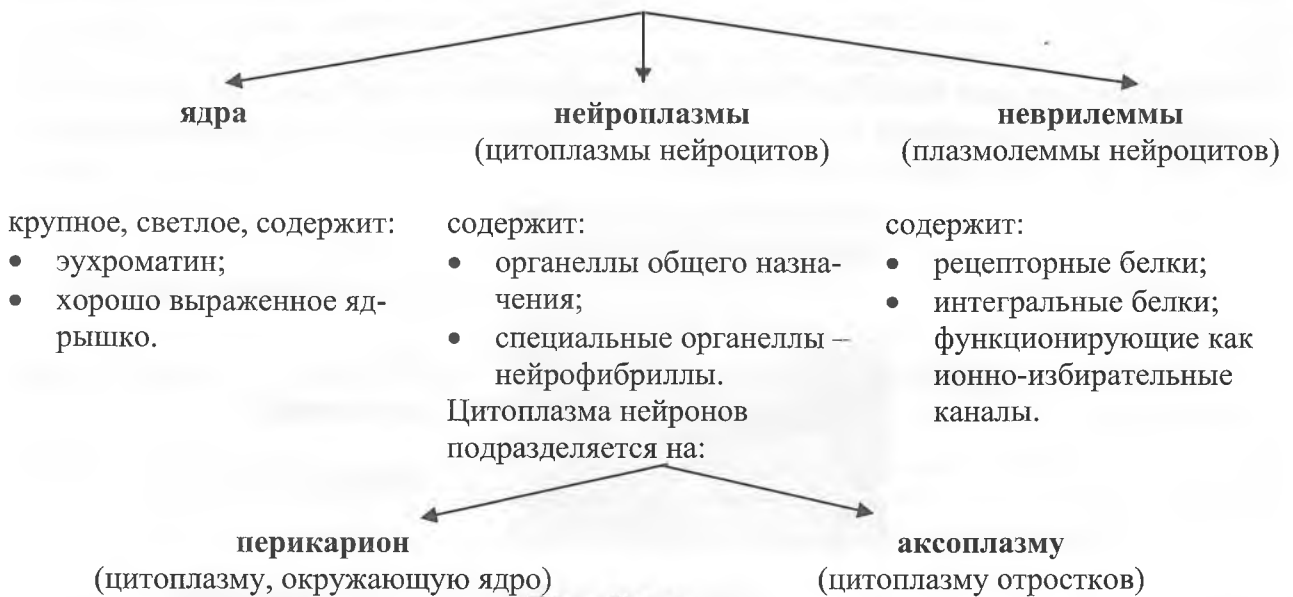
Нервная ткань

Осуществляет регуляцию деятельности органов и тканей, их взаимодействие и связь с окружающей средой. Нервная ткань состоит из:



Строение нейронов

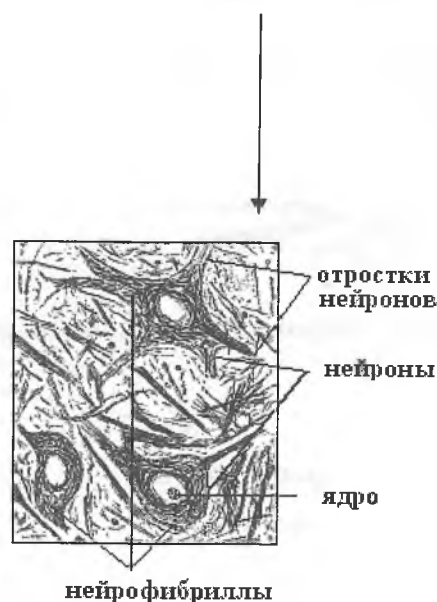
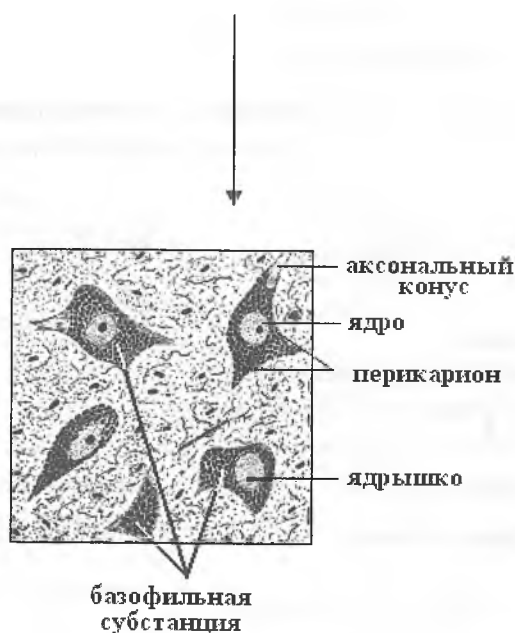
Нейроны — это отростчатые клетки, состоящие из





При окраске основными красителями в нейроплазме выявляются интенсивно окрашенные участки (глыбки) – это участки гранулярной ЭПС с компактно расположенными цистернами, так называемая хромотофильная (базофильная) субстанция.

При импрегнации солями тяжелых металлов (например AgNO_3) в нейроплазме выявляются нейрофибриллы – это элементы цитоскелета, включающего в себя микротрубочки, нейрофиламенты и микрофиламенты.



Отростки нейронов

дендриты

- обычно многочисленны,
- передают нервный импульс к перикариону,
- содержат глыбки базофильного вещества, нейрофибриллы и другие органоиды.

аксон

- одиночный,
- передает нервный импульс от перикариона к другим нейронам или рабочим органам,
- содержит агранулярную ЭПС, митохондрии, нейрофибриллы, но лишен тигроида
- берёт начало от выпячивания перикариона (аксонального холмика), который является местом генерации нервного импульса.

Классификация нейронов

1. По количеству отростков у человека и млекопитающих выделяют следующие типы нейронов:

псевдоуниполярные

от тела нейрона отходит два близко расположенных отростка — аксон и дендрит, идущие вместе, а потом расходящиеся в разные стороны.
(нейроны спинального ганглия)

биполярные

имеют один дендрит и один аксон

(нейроны сетчатки)

мультиполярные

имеют один аксон и 2 и более дендритов

(основной тип нейронов в центральной нервной системе)



2. По функции нейроны подразделяются на 3 типа:

рецепторные (афферентные)

Генерируют нервные импульсы под влиянием внешней и внутренней среды

эффекторные (эфферентные)

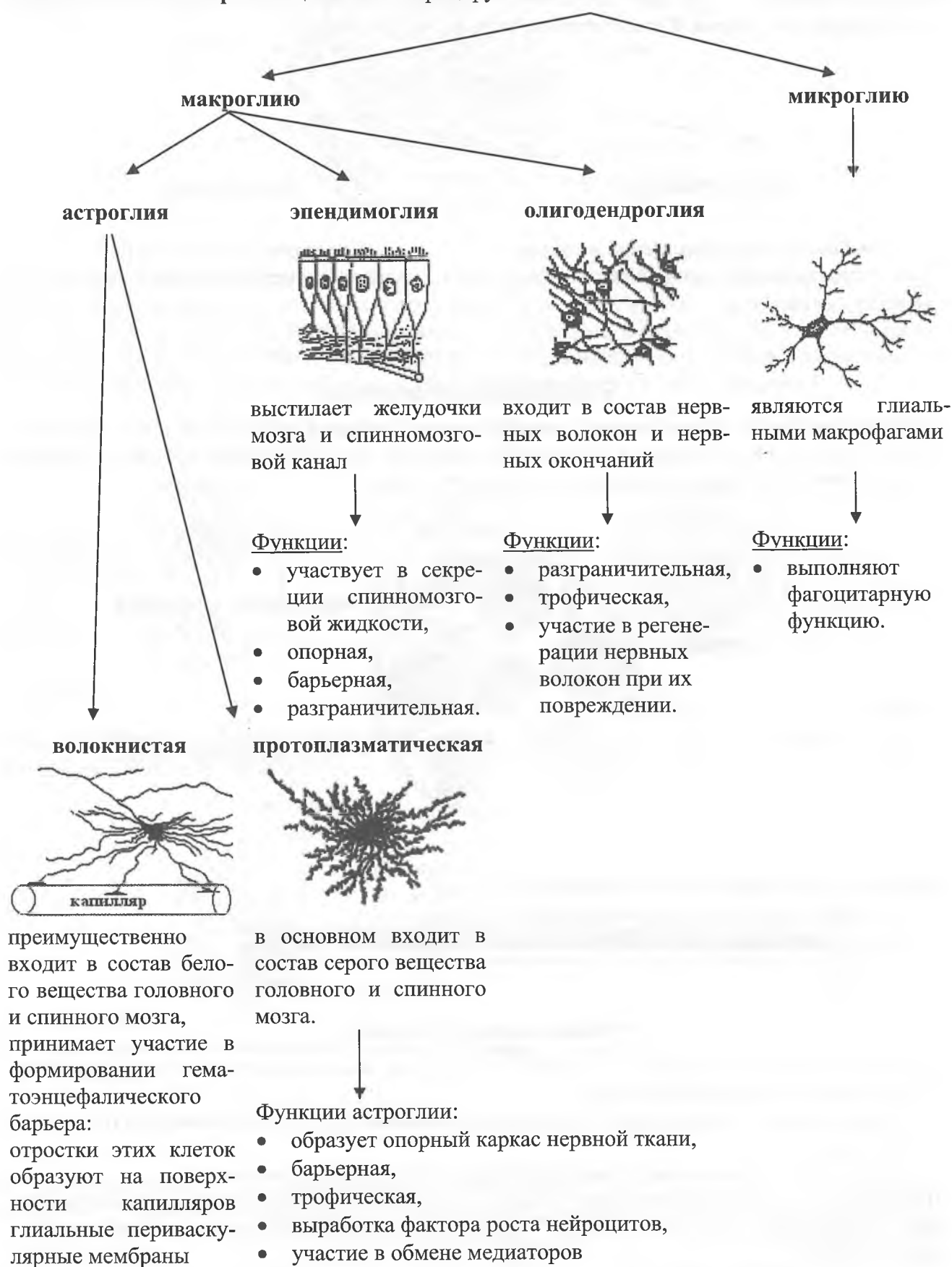
Передают возбуждение на рабочие органы

вставочные (ассоциативные)

Осуществляют связь между рецепторными и эфферентными нейронами

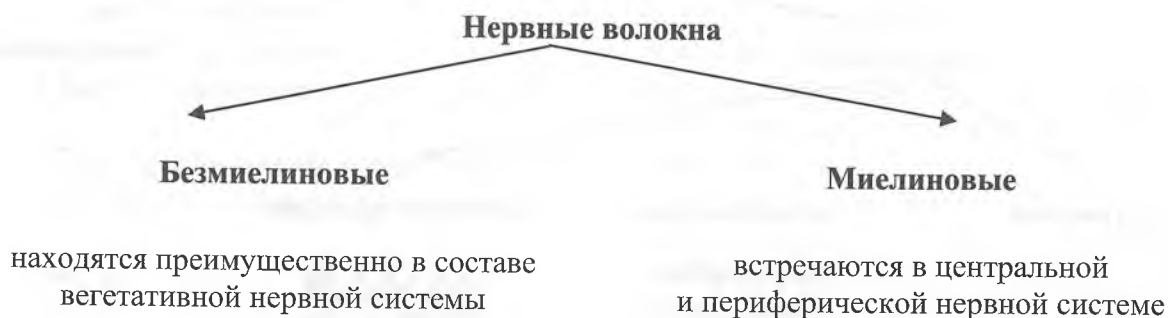
Нейроглия

Клетки глии или нейроглиоциты классифицируются на:



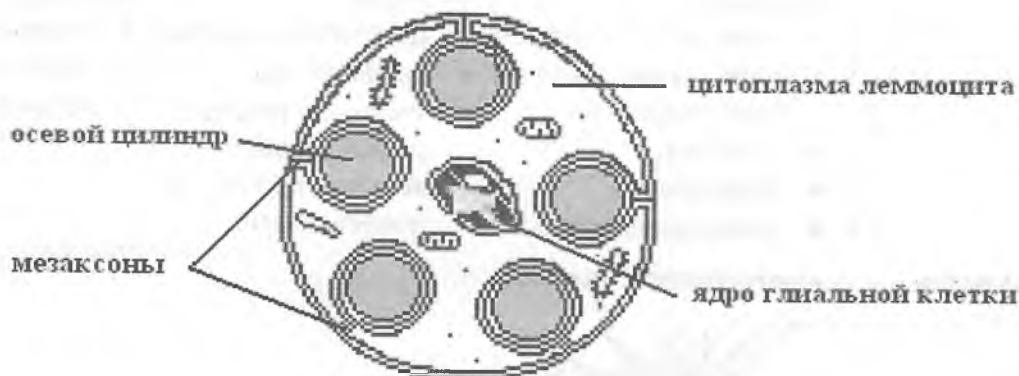
Нервные волокна

Нервные волокна — это отростки нейронов (осевые цилиндры), покрытые оболочками из клеток олигодендроглии. Существует два типа нервных волокон.



Безмиелиновые волокна

При формировании безмиелиновых периферических нервных волокон клетки олигодендроглии образуют тяжи, в которые погружаются отростки сразу нескольких нейронов, поэтому безмиелиновые волокна, как правило, «кабельного» типа.



Безмиелиновые нервные волокна характеризуются:

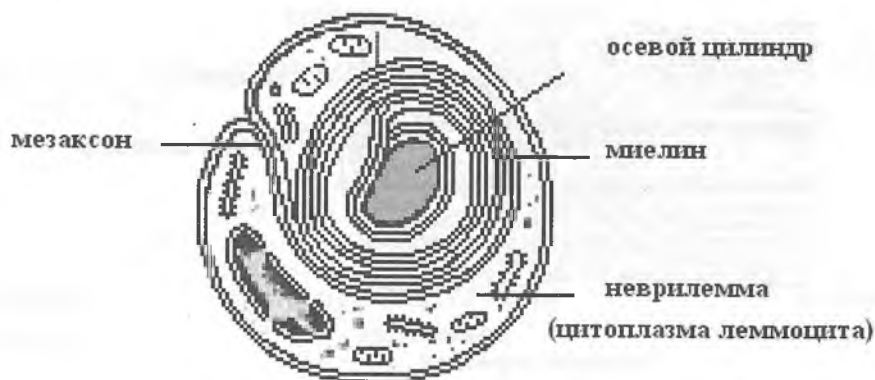
- малой скоростью проведения нервного импульса,
- находятся в основном в составе вегетативной нервной системы.

Миелиновые волокна

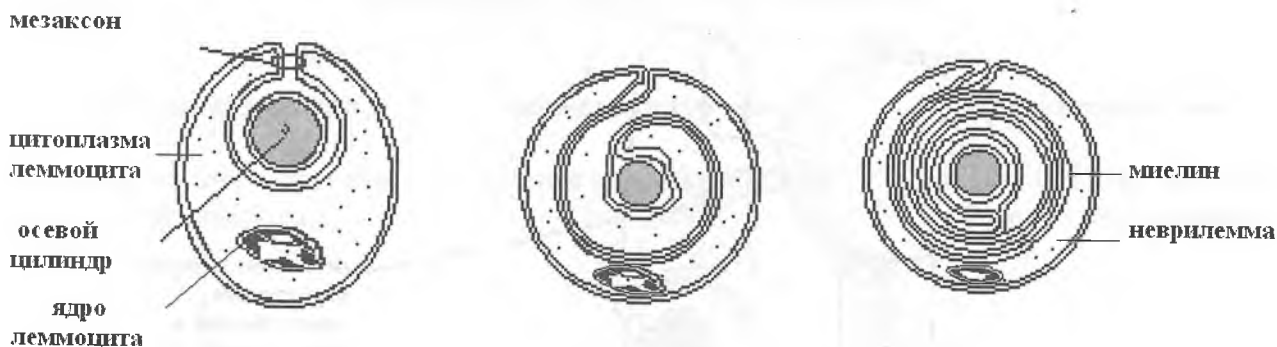
В состав миелинового волокна, в отличие от безмиелинового, входит один осевой цилиндр. Он окружён двухслойной оболочкой:

- 1) внутренней — миелиновой, образованной кольцами цитолеммы леммоцита (олигодендроглия);
- 2) наружной (неврилеммой), представленной цитоплазмой леммоцитов.

Внутренний миелиновый слой богат липидами, являющихся диэлектриками, что обуславливает изолирующие свойства миелина. Липиды этого слоя интенсивно окрашиваются осмиевой кислотой.



В процессе развития миелинового волокна в периферической нервной системе, отросток нейрона (**осевой цилиндр**) погружается в цитоплазму глиальной клетки (**леммоцита**), прогибая его оболочку, этот участок мембраны называется **мезаксон**. Предполагают, что леммоциты вращаются вокруг осевого цилиндра, при этом мембрана мезаксона удлиняется и концентрически наслаивается на осевой цилиндр, образуя **миелиновую оболочку (миелин)**.

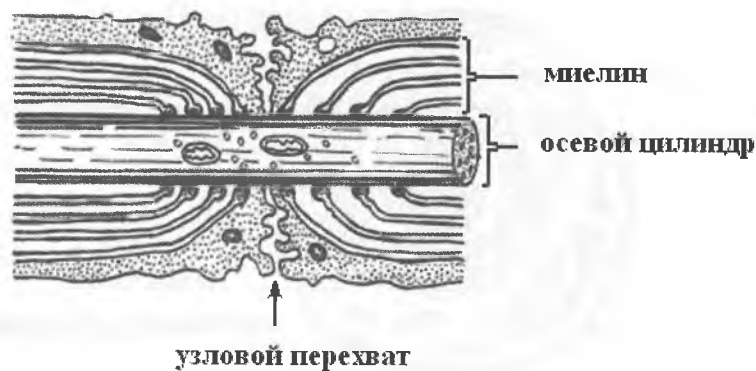


По Робертсону

В виду значительной протяженности, отросток нейрона в миелиновом волокне сопровождает цепочка леммоцитов, каждый из которых образует миелин.

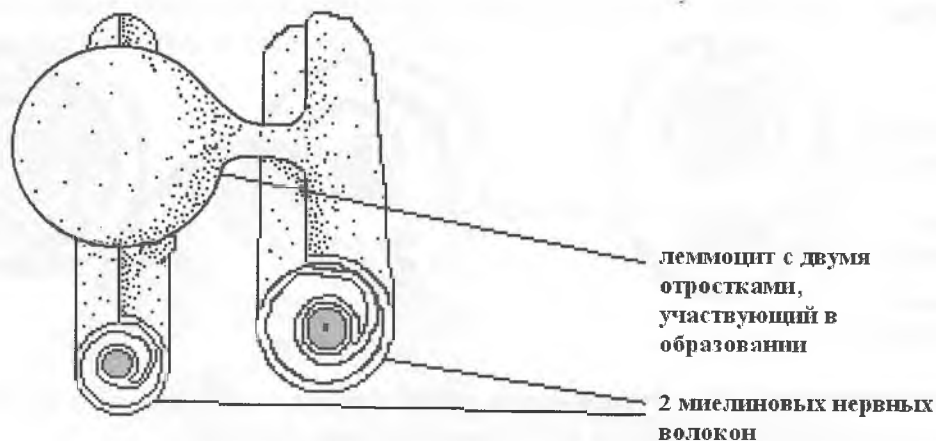


В участках контакта 2-х леммоцитов миелин отсутствует. Этот участок называется **узловой перехват**. В перехватах происходит деполяризация мембраны осевого цилиндра (отростка нейрона), это обеспечивает быстрое **сальтаторное** (прыжками) проведение нервного импульса. Снаружи миелиновое волокно покрыто **базальной мембраной**, плотно связанной с тяжами коллагеновых фибрилл.



При формировании миелиновых волокон в центральной нервной системе:

- a) леммоцит формирует длинные отростки, охватывающие осевой цилиндр. По мере роста отростка он накручивается вокруг осевого цилиндра;
- b) леммоцит может участвовать в миелинизации нескольких осевых цилиндров.



При повреждении нервных волокон образуется:

1. Центральный конец, связанный с телом нейрона и
2. Периферический конец, не связанный с нервной клеткой.

В периферической части:

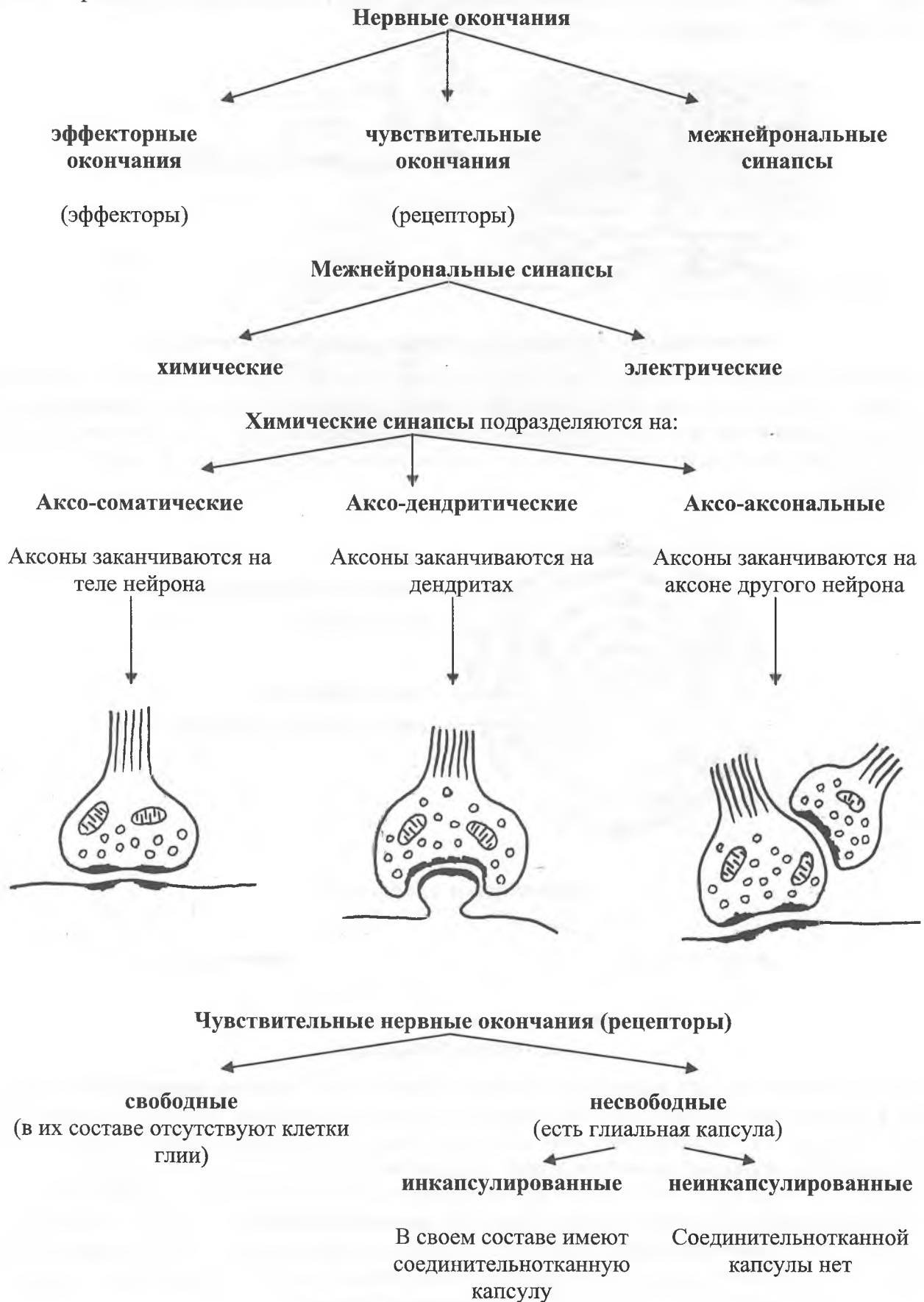
- разрушается осевой цилиндр, миелин,
- продукты распада фагоцитируются клетками микроглии,
- леммоциты, размножаясь, формируют тяжи клеток.

В центральной части:

- осевой цилиндр, утолщаясь, образует колбу роста, которая растет по ходу тяжей леммоцитов;
- растущий осевой цилиндр погружается в леммоциты с образованием миелина;
- в месте нервного окончания формируется терминальное окончание.

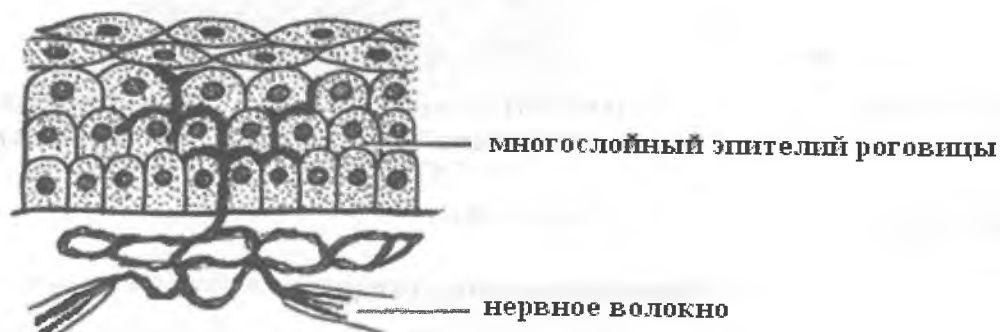
Нервные окончания

Нервные волокна заканчиваются концевым аппаратом — **нервным окончанием**. Различают 3 типа нервных окончаний.



Свободные нервные окончания

В своем составе не содержат клеток глии, т.е. нервное волокно подходит к иннервируемой ткани, сбрасывает оболочки, и отросток нейрона свободно ветвится между клетками. Примером может служить иннервация роговицы глаза.



Несвободные инкапсулированные нервные окончания

Примером несвободного инкапсулированного нервного окончания может служить «слоистое тельце». Это барорецептор, таких рецепторов много в коже и в составе внутренних органов. **Строение слоистого тельца:** на поверхности многослойная соединительнотканная капсула, далее следует капсула из клеток глии, а в центре располагается осевой цилиндр (отросток нейрона).



Эффекторные окончания

двигательные

секреторные

Двигательные нервные окончания (моторная бляшка)

Примером двигательного нервного окончания может служить **нервно-мышечные окончания** в поперечнополосатой мышечной ткани, они имеют следующее строение. Нервное волокно при подходе к мышечному волокну теряет миелин. Одевающие нервное волокно глиальные клетки образуют на месте контакта сплошную «крышку». Аксон, входящий в состав нервного волокна, прогибается сарколемму мышечного волокна и ложится в канавки, выстланные сарколеммой. Мембрану аксона называют **пресинаптической**, мембрану мышечного волокна – **постсинаптической**. Пространство между мембранами называют **синаптической щелью**. В терминалях аксона накапливаются секреторные гранулы, содержащие медиатор ацетилхолин, эти гранулы называют **синаптические пузырьки**.



ЧАСТНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

Нервная система

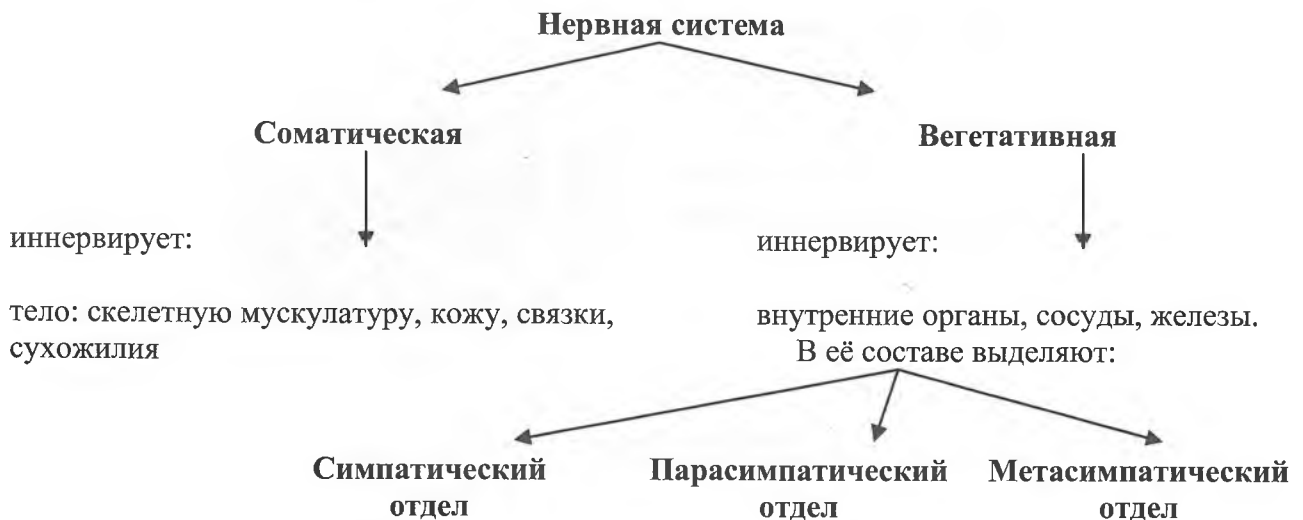
Функции нервной системы:

1. Обеспечение взаимодействия организма с внешней средой.
2. Регуляция разнообразных жизненных процессов.
3. Интеграция частей организма в единое целое.
4. Координация работы органов.

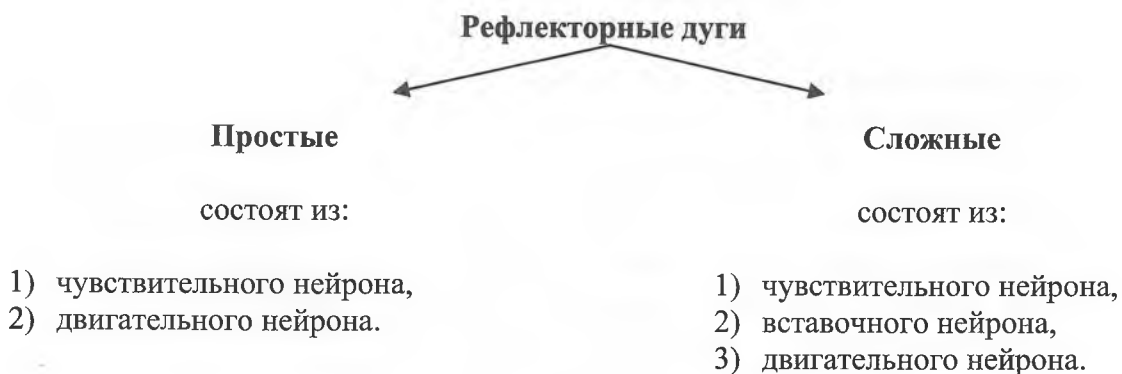
По **анатомическому признаку** нервную систему можно разделить:



По **функциональному признаку** нервную систему можно разделить:

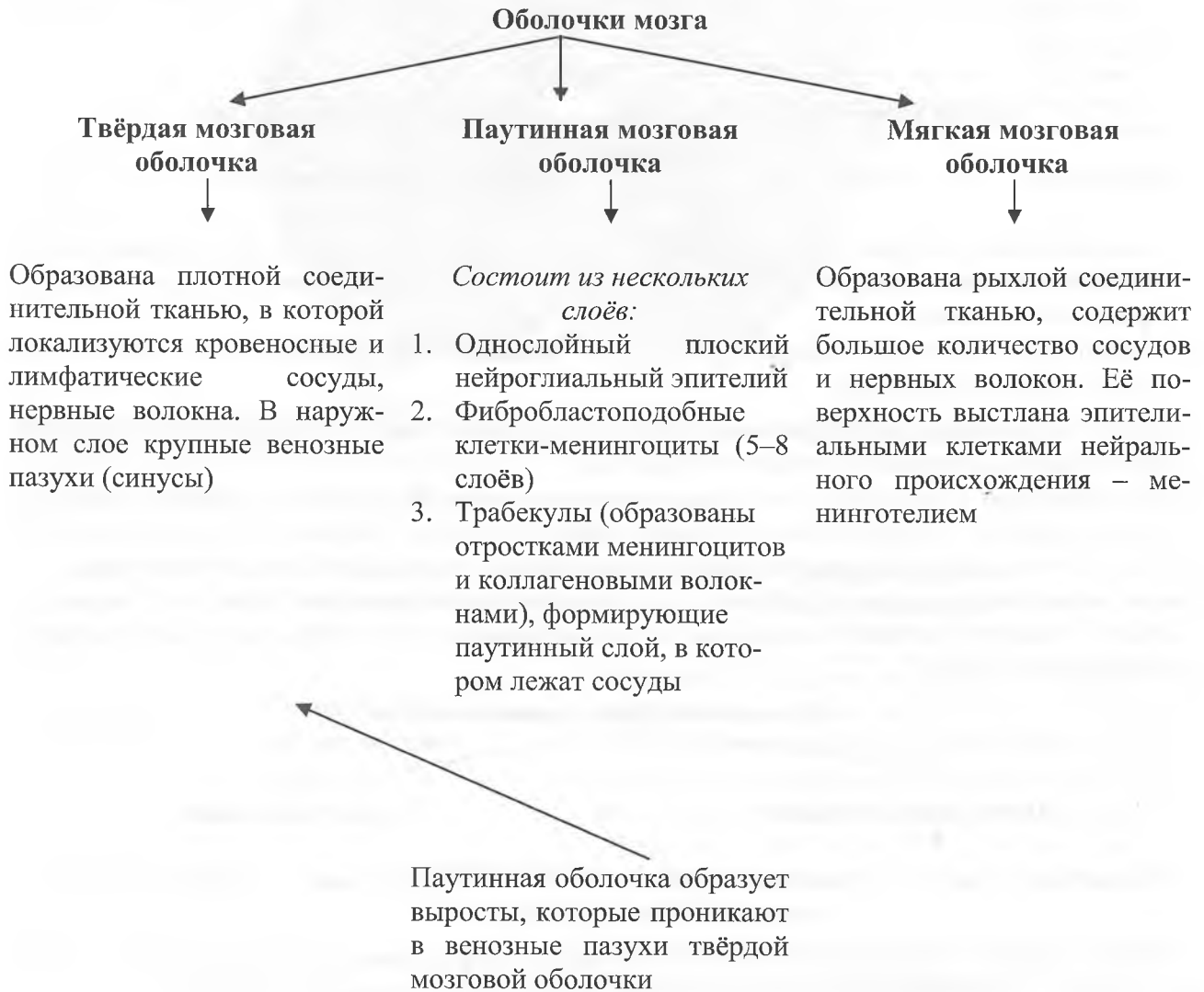


Морфологическим субстратом нервной системы являются **рефлекторные дуги**:

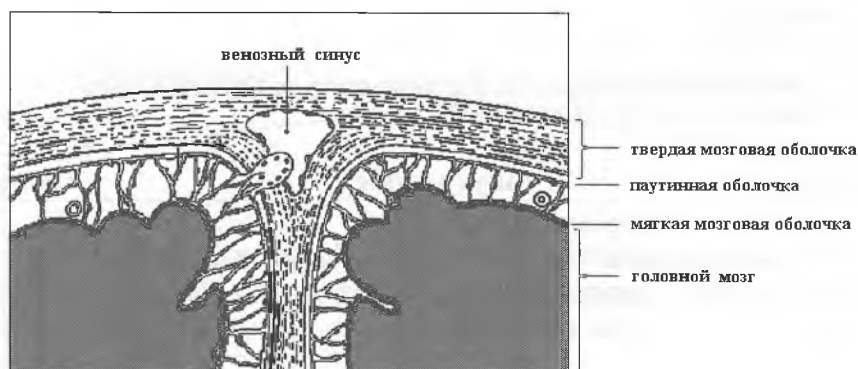


Центральная нервная система

Центральная нервная система включает в себя **головной** и **спинной мозг**. Поверхность мозга покрыта оболочками.



Мягкая и паутинная оболочки продолжают вдоль черепно-мозговых и спинномозговых нервов, сопровождают кровеносные сосуды мозга, срастаясь с их адвентициальной оболочкой. Между твёрдой и паутинной оболочкой расположено **субдуральное пространство**, а между паутинной и мягкой оболочкой — **субарахноидальное пространство**.



Спинной мозг

С поверхности спинной мозг покрыт мозговыми оболочками.
В составе спинного мозга выделяют:



Состоит из:

- тел нейронов, которые образуют морфофункциональные группы нейронов — **ядра** спинного мозга
- глиоцитов всех типов и некоторого количества нервных волокон.

Состоит преимущественно из:

- нервных волокон, пучки которых входят в состав проводящей системы спинного мозга
- глиоцитов всех типов.

Спинной мозг разделен на две симметричные половины: сзади — соединительнотканной перегородкой, а спереди — срединной бороздой.

Серое вещество имеет вид бабочки, выступы серого вещества называют **рогами** (передние, боковые, задние). Симметричные половины серого вещества связаны друг с другом серой спайкой, в которой расположен **спинномозговой канал**, выстланный **эпендимоцитами**.

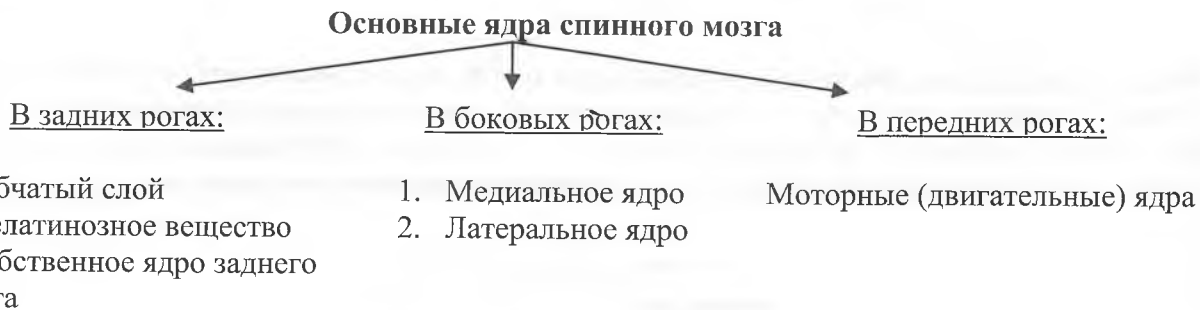
Белое вещество разделено передними и задними рогами на **канатики** (передние, боковые и задние). Канатики состоят из отдельных пучков нервных волокон, образующих **проводящие пути** спинного мозга.



(собственный проводящий аппарат спинного мозга)

(обеспечивающие связь спинного и головного мозга)

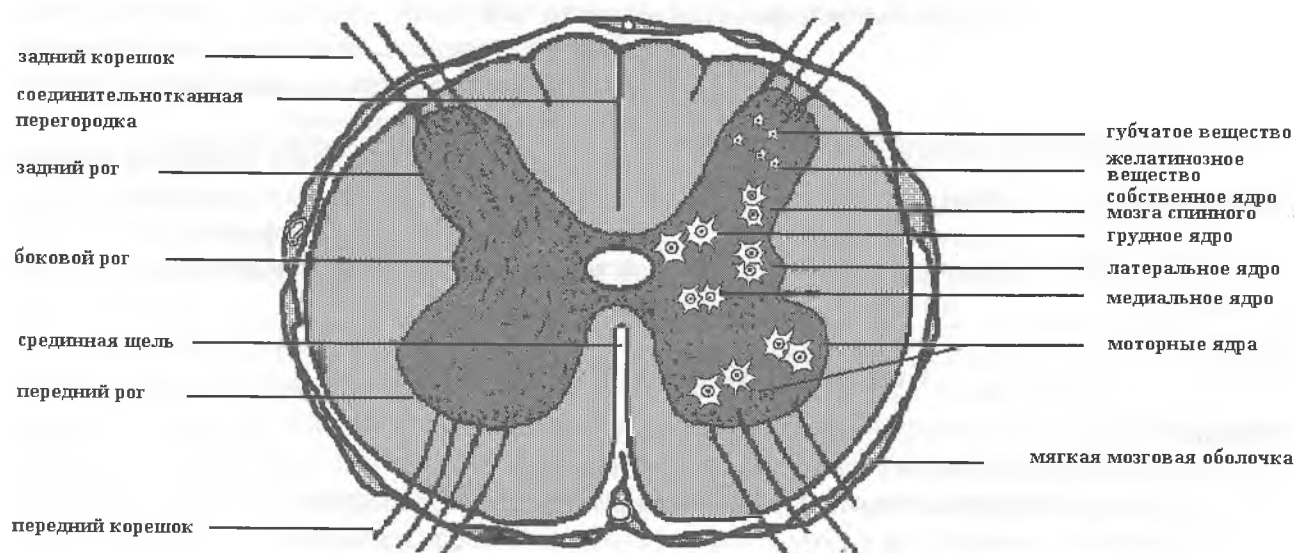
В сером веществе спинного мозга нейроны образуют морфофункциональные группы — «**ядра**». Ядра — это совокупность клеток, сходных по размерам, строению и функции.



аксоны которых выходят из спинного мозга в составе передних корешков

аксоны которых образуют синапсы внутри серого вещества спинного мозга

аксоны которых выходят в белое вещество спинного мозга и образуют в нём проводящие пути



Ниже приведена таблица, позволяющая легко заучить некоторые ядра спинного мозга, соответствующие им проводящие пути и их локализацию в канатиках белого вещества спинного мозга.

Название рога	Название ядра	Проводящие пути и их локализация
<u>Задний рог</u>	Губчатый слой Желатинозное вещество	Эти ядра образованы мелкими вставочными нейронами , которые осуществляют связь между чувствительными нейронами спинального ганглия и двигательными (моторными) нейронами спинного мозга. Отростки заканчиваются в пределах серого вещества спинного мозга: а) если с той же стороны – нейроны называются ассоциативные ; б) если с противоположной стороны – нейроны называются коммисуральные
	Собственное ядро спинного мозга	Аксоны нейронов переходят через белую спайку на противоположную сторону спинного мозга в боковой канатик , где входят в состав вентрального спинно-мозжечкового и спинно-таламического пути . Затем направляются в мозжечок и зрительный бугор
	Грудное ядро	Аксоны входят в боковой канатик с той же стороны спинного мозга и образуют дорзальный спинно-мозжечковый путь
<u>Боковой рог</u>	Медиальное ядро	Аксоны нейронов присоединяются к вентральному спинно-мозжечковому пути в боковом канатике со своей стороны

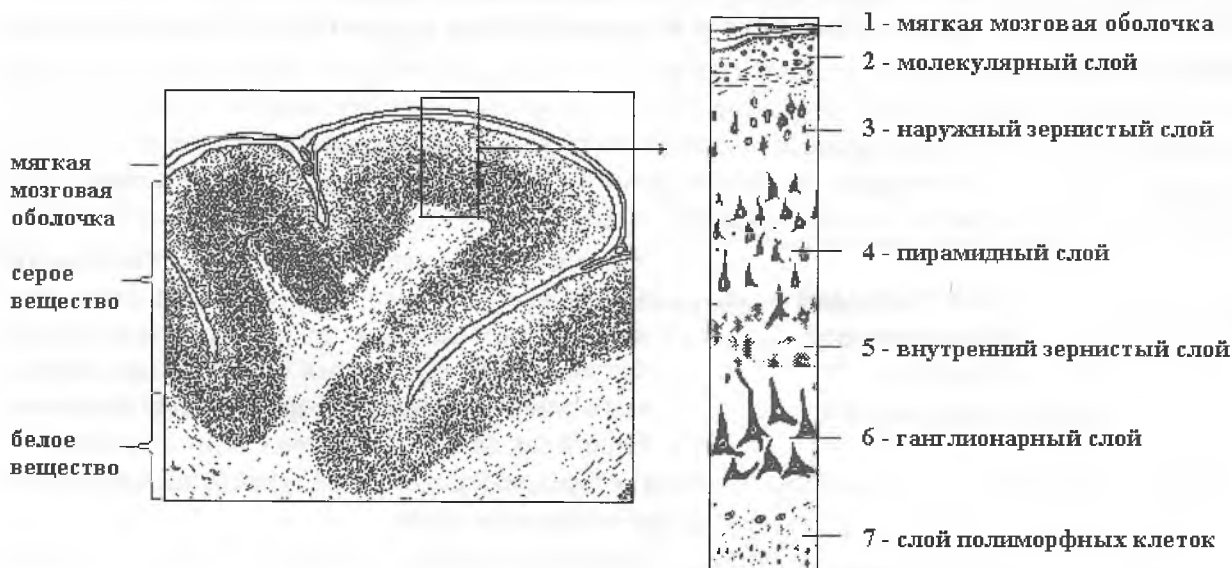
	Латеральное ядро	Аксоны нейронов покидают спинной мозг в составе передних корешков, обособляются в виде белых соединительных ветвей симпатической нервной системы
<u>Передний рог</u>	Двигательные ядра (моторные соматические центры)	Аксоны нейронов образуют передние корешки и в составе смешанных спинномозговых нервов поступают на периферию, где образуют нервные моторные окончания в скелетной мускулатуре

Кора больших полушарий

Функции:

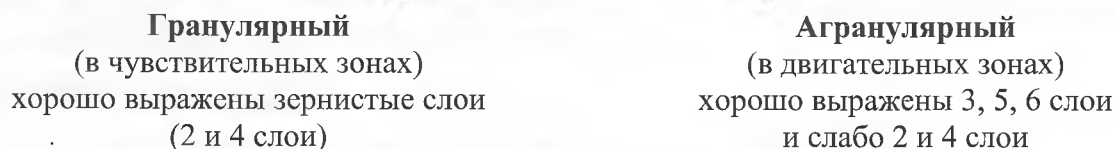
1. Контроль и регуляция разнообразных функций организма.
2. Обработка информации, поступившей от сенсорных образований.
3. Контроль сложных форм поведения (сознание, мышление, память).

Строение коры больших полушарий



Степень выраженности отдельных слоёв в различных зонах коры головного мозга неодинакова. В частности, существуют различия в строении чувствительных и двигательных зон.

Типы коры больших полушарий

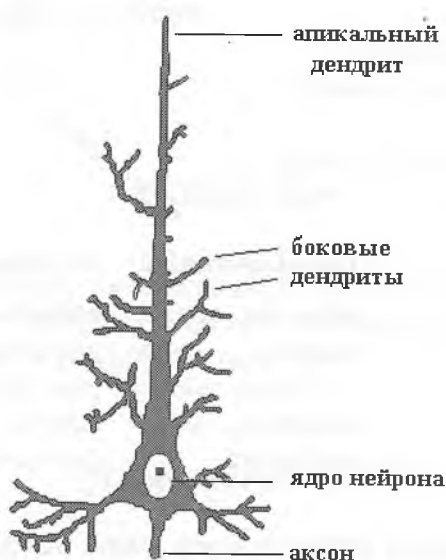


Цитоархитектоника коры больших полушарий на самом деле более сложна. Локальные различия позволяют выделить более 50 цитоархитектонических полей, которые отличаются по следующим признакам:

- 1) величина и форма клеточных элементов,
- 2) распределение клеток в слое,
- 3) плотность и расположение клеток в слоях,
- 4) ширина слоёв,
- 5) наличие специальных клеточных форм.



Основной тип клеток коры полушарий — **пирамидные клетки**, имеют тело треугольной формы, вверх от него отходит апикальный дендрит, а от боковых поверхностей отходят ветвящиеся дендриты. На дендритах находятся **многочисленные синапсы** — «шипики». Аксон отходит от основания клетки, уходит в белое вещество головного мозга, а затем покидает кору в составе нисходящих путей, образуя при этом возвратные коллатерали.



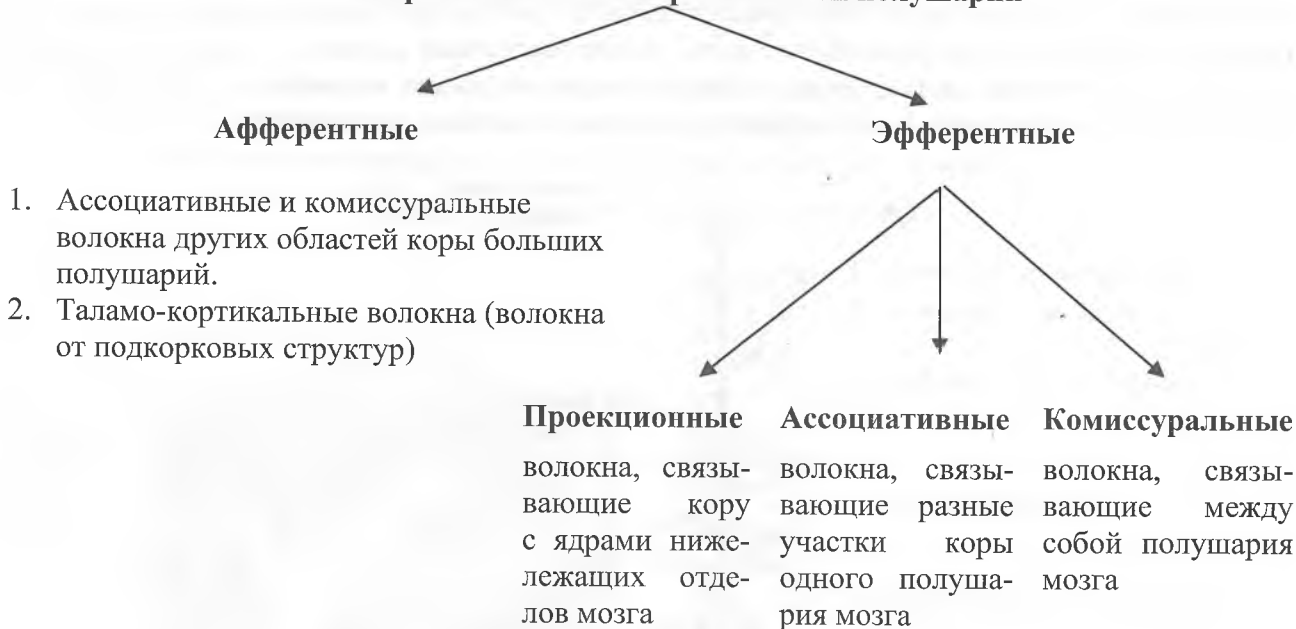
Не пирамидные нейроны коры больших полушарий разнообразны по форме, размеру, строению отростков, функции, химизму. Они локализуются во всех слоях коры, образуют внутрикорковые связи и выполняют тормозную и возбуждающую функции в отношении пирамидных клеток.



Миело-архитектоника коры больших полушарий – это характер распределения нервных волокон в коре. Они располагаются в виде радиальных лучей и образуют 3 основных сплетения:

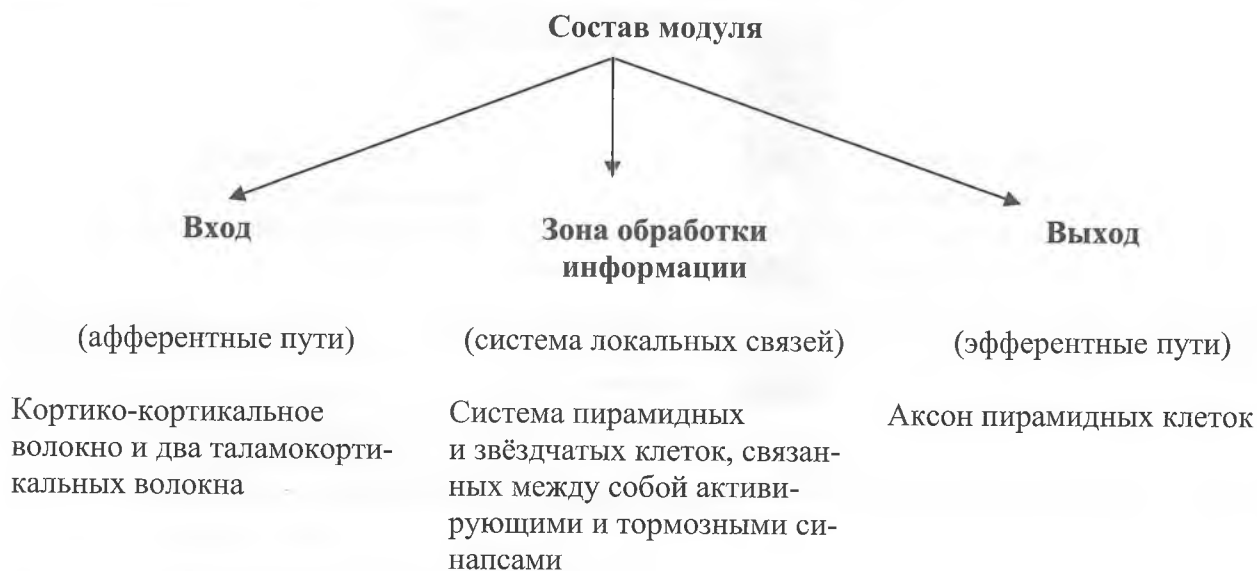
1. **Тангенциальное сплетение** – лежит в молекулярном слое коры. Образовано дендритами нейронов из нижележащих слоёв коры и таламо-кортикальными волокнами.
2. **Наружная полоска** – лежит на уровне внутреннего зернистого слоя коры. Образована преимущественно таламо-кортикальными нервными волокнами.
3. **Внутренняя полоска** – лежит на уровне ганглионарного слоя коры. Образована коллатеральными клеток этого слоя, а также проекционными волокнами.

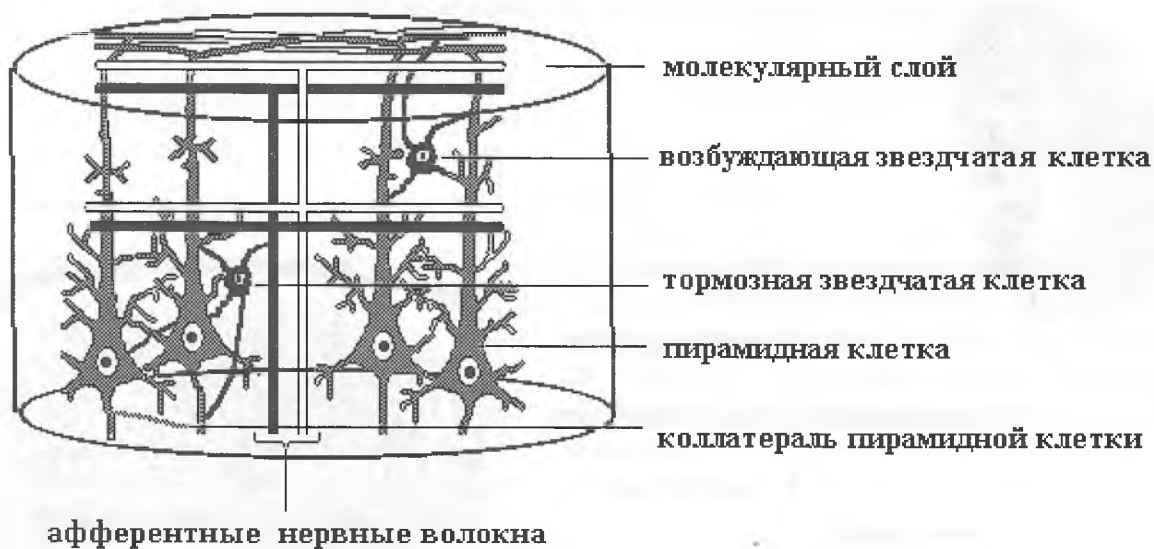
Типы нервных волокон коры больших полушарий



Модульный принцип организации коры больших полушарий

Морфофункциональной единицей коры больших полушарий являются вертикальные колонки – **модули**. Модули – это элементарные нейrocитарные цепи, отвечающие за обработку информации в коре головного мозга, поступающей от рецепторов одной модальности. В состав модуля входят: **нервные волокна**, **пирамидные клетки** (5–6 пирамидных клеток вокруг одного волокна), а также **звездчатые клетки** (тормозные и возбуждающие).



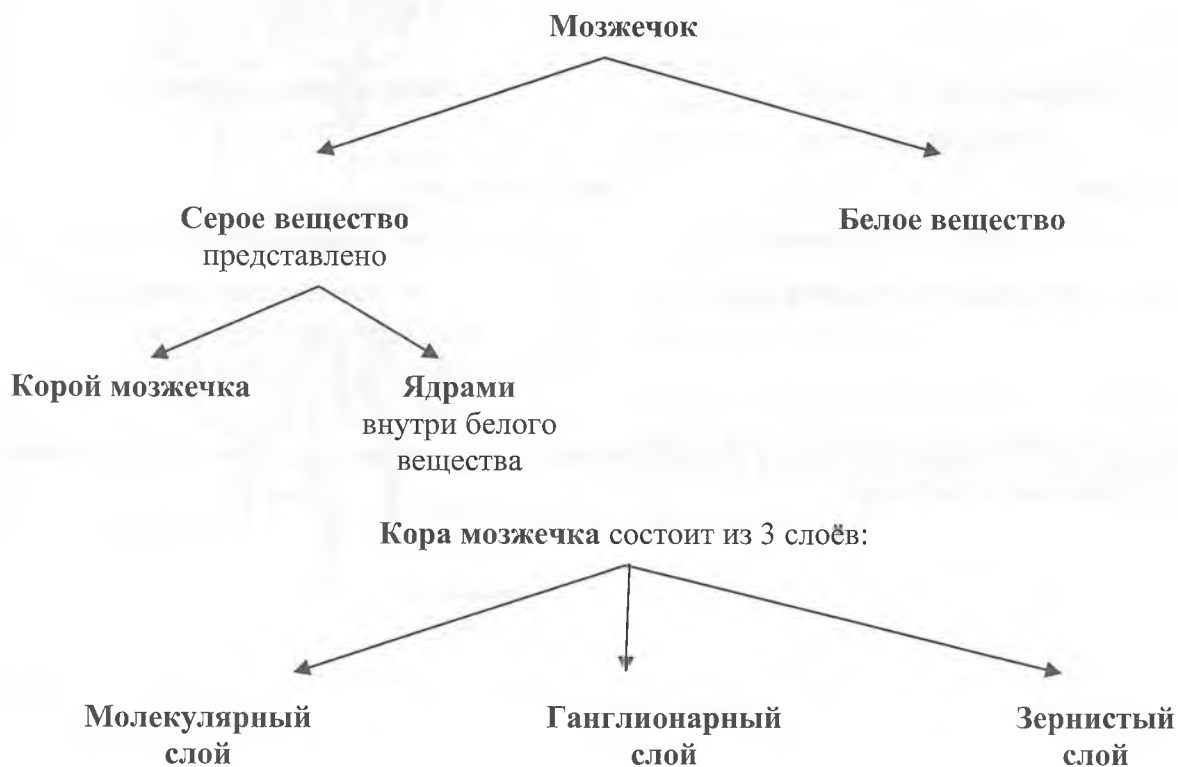


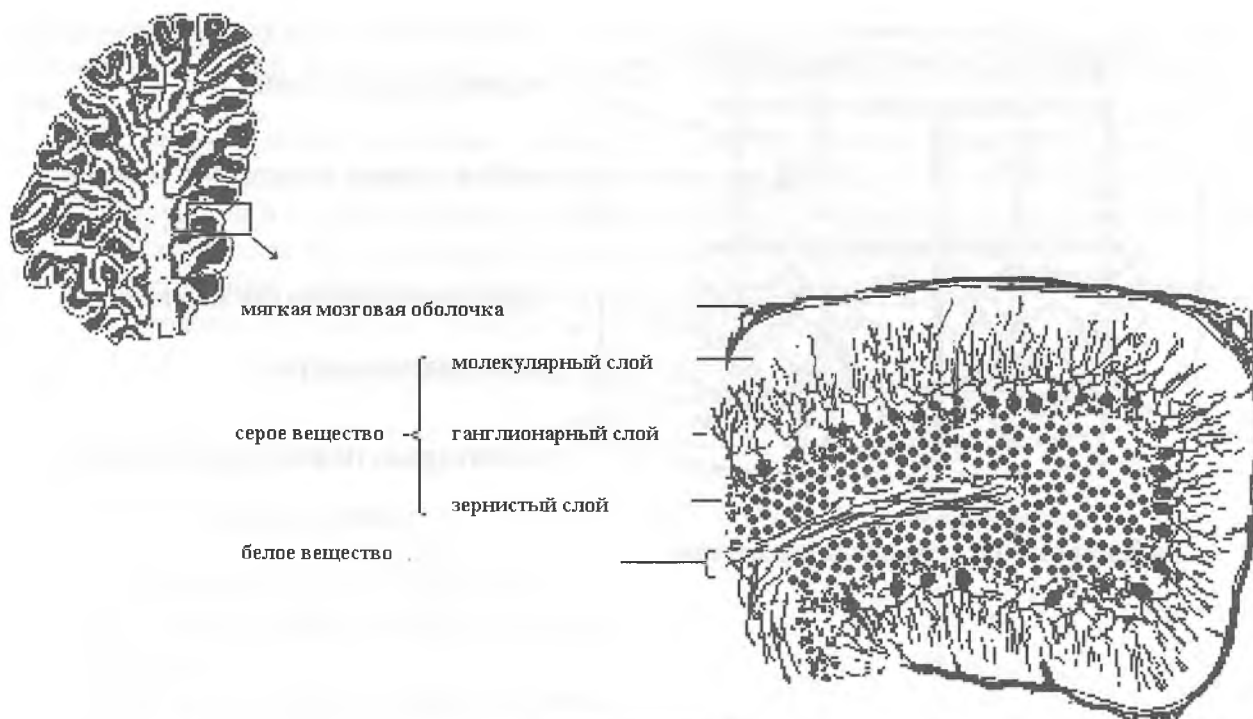
Мозжечок

Функции:

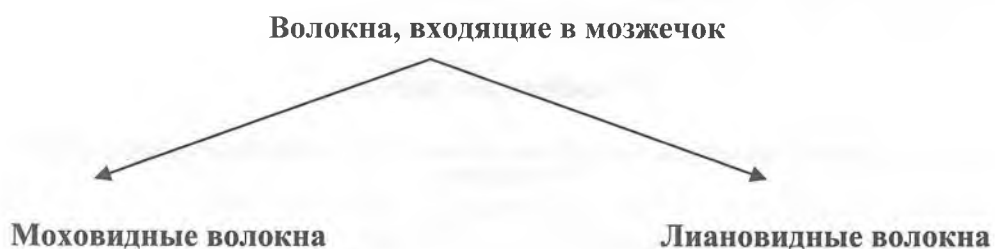
1. Рефлекторная (автоматическая) координация движений и регуляция мышечного тонуса.
2. Участие в интегративных процессах, обеспечивающих организацию восприятия, внимания, речевой деятельности, долгосрочной памяти.

Строение мозжечка





В состав слоёв входят различные типы клеток, образующие многочисленные тормозные и возбуждающие межнейрональные синапсы между собой и с афферентными волокнами, входящими в мозжечок.



идут в составе:


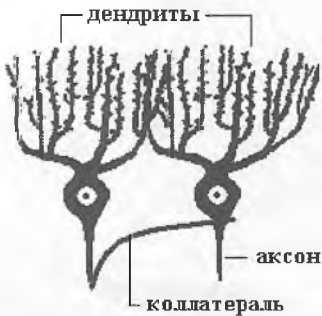
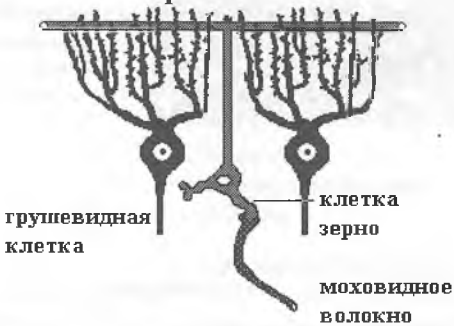
- оливомозжечкового
- мостмозжечкового пути

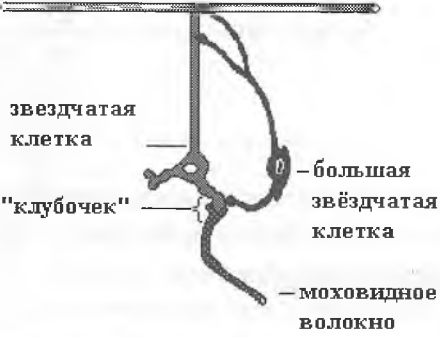
идут в составе:

- спинно-мозжечкового
- оливомозжечкового пути

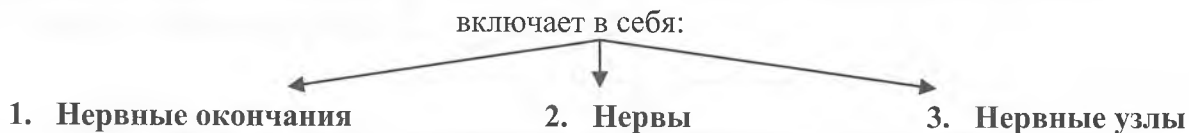
Нейронный состав коры мозжечка и межнейрональные связи для облегчения заучивания представлены в таблице:

Межнейрональные связи клеток коры мозжечка

Название слоя	Название клетки	Межнейрональные связи
Молекулярный	<p>1. Корзинчатые клетки</p> 	<p>1. Дендриты ветвятся в молекулярном слое.</p> <p>2. Аксон идёт поперёк извилины и даёт коллатерали к грушевидным клеткам. Коллатерали образуют аксо-соматические синапсы-«корзинки» (вызывающие торможение грушевидных клеток)</p>
	2. Крупные звездчатые клетки	<p>1. Дендриты ветвятся в молекулярном слое.</p> <p>2. Аксон входит в состав корзинок</p>
	3. Мелкие звездчатые клетки	<p>1. Дендриты } образуют синапсы на дендритах грушевидных клеток</p> <p>2. Аксон }</p>
Ганглионарный	<p>Грушевидные клетки</p> 	<p>1. Дендриты ветвятся в молекулярном слое в одной плоскости перпендикулярно извилине.</p> <p>2. Аксон проходит в белое вещество, заканчивается на клетках ядер мозжечка. На уровне зернистого слоя аксон даёт коллатерали к соседним грушевидным клеткам.</p>
Зернистый	<p>1. Клетки-зёрна</p> 	<p>1. Дендриты ветвятся и образуют синапсы на моховидных волокнах.</p> <p>2. Аксон в молекулярном слое Т-образно делится, идёт параллельно извилине и образует синапсы с дендритами грушевидных клеток</p>

<p>2. Большие звездчатые нейроны с короткими аксонами</p> 	<p>1. Дендриты образуют синапсы с аксонами клеток-зерен в молекулярном слое. 2. Аксон образует синапсы на дендритах клеток-зерен, которые в свою очередь образуют синапсы на моховидных волокнах.</p> <p><i>Комплекс синапсов на моховидном волокне называется «клубочки» мозжечка</i></p>
<p>3. Большие звездчатые клетки с длинными аксонами</p>	<p>1. Дендриты ветвятся в зернистом слое. 2. Аксон уходит в белое вещество мозжечка</p>
<p>4. Веретеновидные горизонтальные клетки</p>	<p>4. Аксон уходит в белое вещество</p>

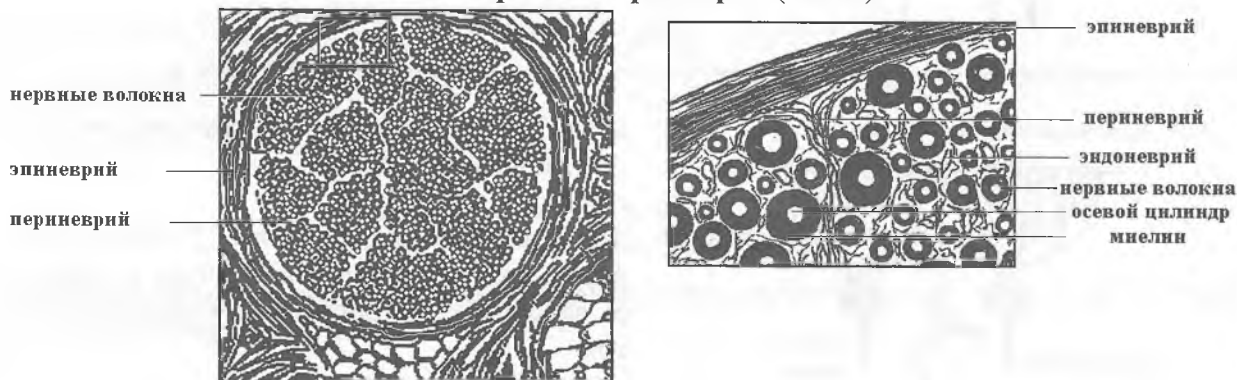
Периферическая нервная система



Периферические нервы

Периферические нервы образованы миелиновыми и безмиелиновыми нервными волокнами, объединенными в пучки соединительной тканью.

Поперечный срез нерва (схема)

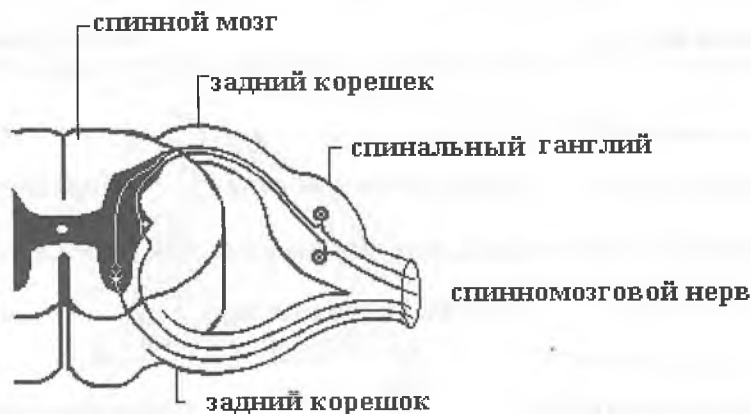


Снаружи нерв, покрыт волокнистой соединительной тканью — **эпиневрием**, в его составе много кровеносных и лимфатических сосудов и нервов. Под эпиневрием расположены пучки нервных волокон, покрытые **периневрием**. Периневррий образован эпэндиоцитами и коллагеновыми волокнами. Между пучками нервных волокон и периневрием имеется **периневральное пространство**. Каждое нервное волокно в составе пучка покрыто рыхлой соединительной тканью — **эндоневрием**. В составе нерва могут быть нейроны и их скопления (микроганглии).

Нервные узлы (ганглии)

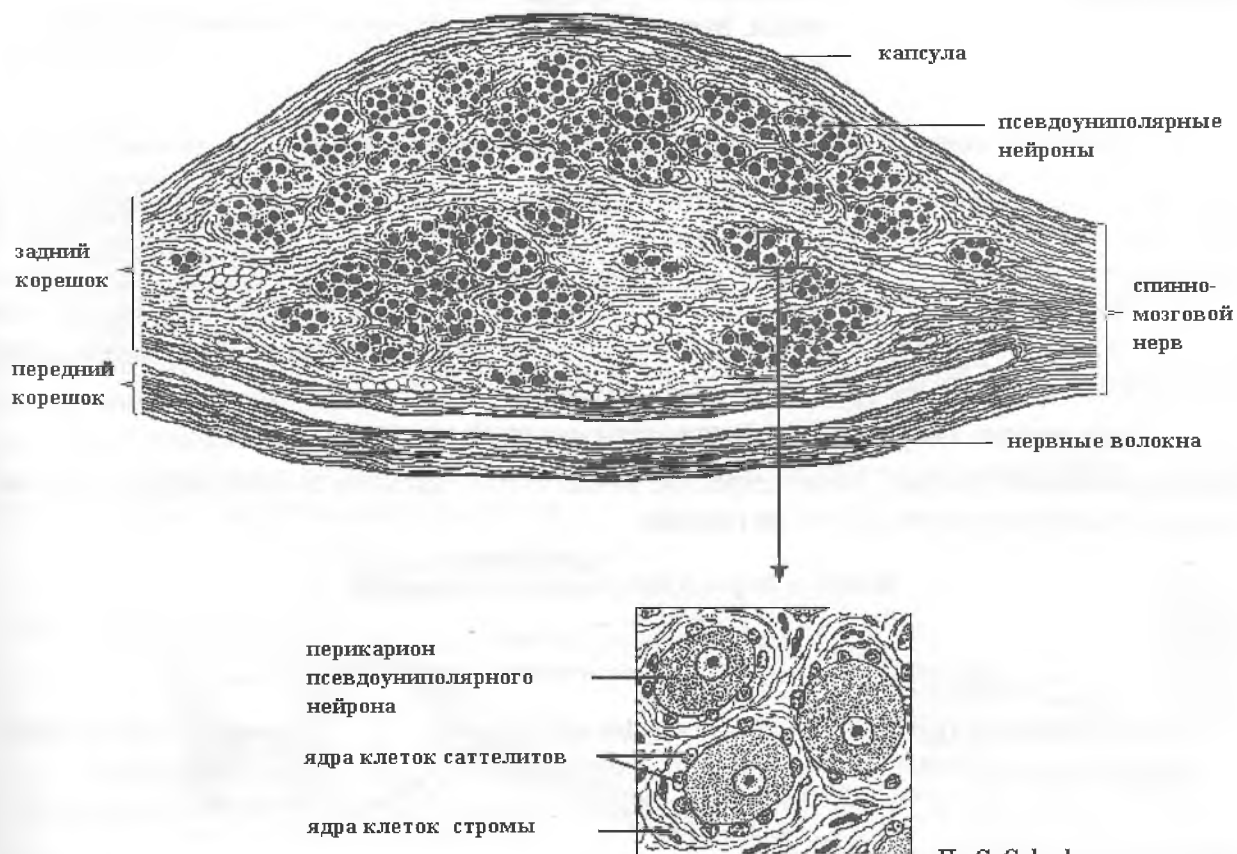
Спинальный ганглий

По ходу задних корешков спинного мозга располагаются спинальные ганглии. Их основная функция — рецепторная.



Строение спинального ганглия

Снаружи узел покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь узла отходят тонкие соединительнотканые трабекулы, содержащие кровеносные сосуды. Нейроны псевдоуниполярного типа располагаются группами под капсулой, а их отростки локализируются преимущественно в центре узла. Каждый ганглионарный нейрон со всех сторон окружен клетками-саттелитами (олигодендроглия).



По С. Cabrol с изменениями

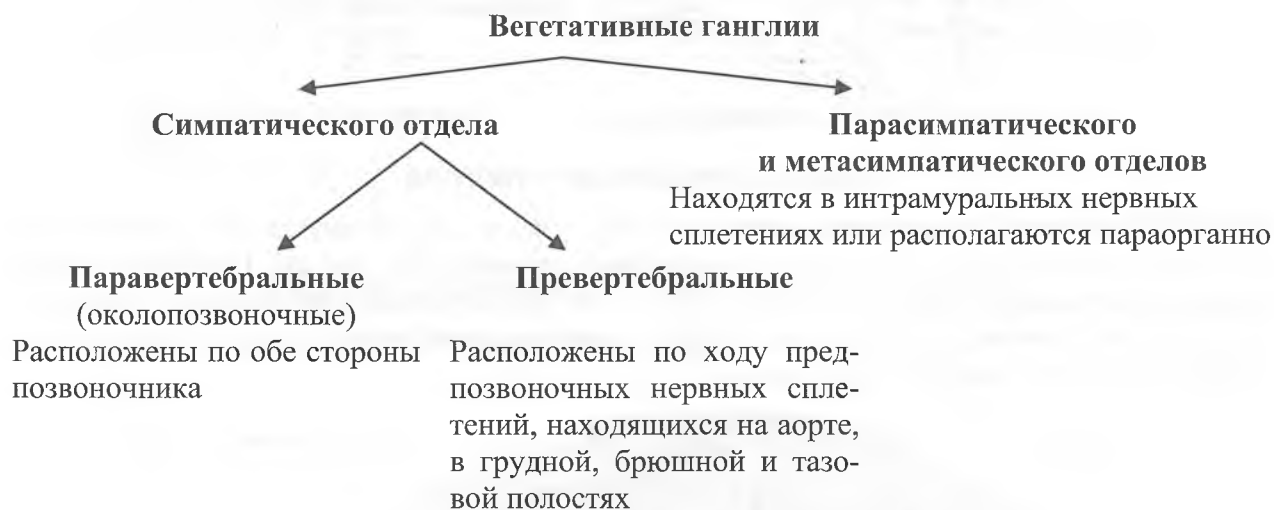
Спинальные ганглии — это чувствительные ганглии. Помимо спинальных ганглиев, чувствительными являются ганглии черепно-мозговых нервов (V, VII, VIII, IX, X пары). Они имеют такое же строение, как и спинальные ганглии.

Вегетативный ганглий

Напомним, что по функциональному признаку нервную систему можно разделить на:



В соответствии с такой классификацией, вегетативные ганглии делятся на:

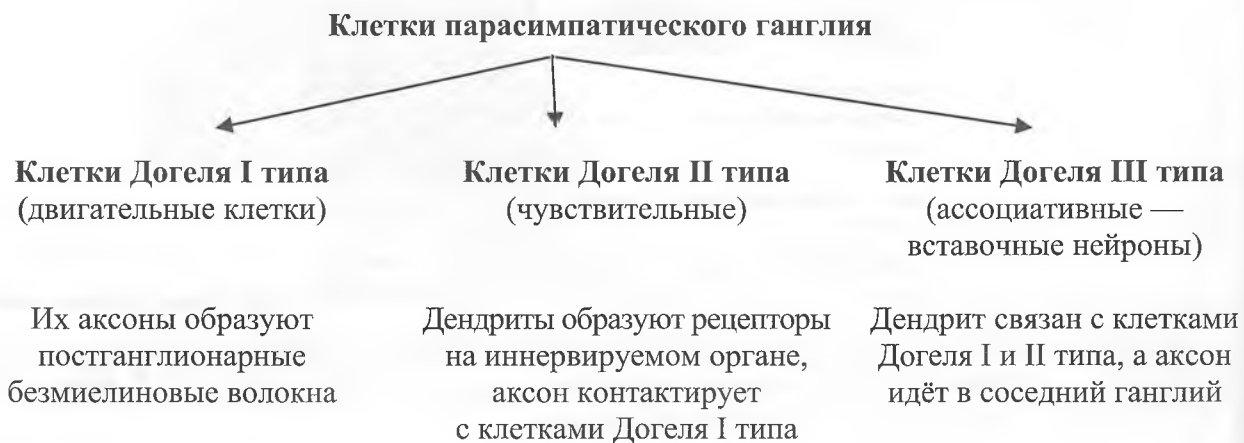


Строение симпатических ганглиев

Снаружи ганглий покрыт соединительнотканной капсулой, от которой отходят внутрь узла прослойки соединительной ткани. Нейроны располагаются диффузно либо образуют группы. Мультиполярные нейроны окружены олигодендроцитами, лежащими на мембране, к которой прилежат прослойки соединительной ткани. В составе ганглиев, помимо основных нейронов, имеются мелкие МИФ-нейроны, блокирующие передачу нервных импульсов с преганглионарных нервных волокон на нейроны ганглия.

Строение парасимпатических ганглиев

Парасимпатические ганглии имеют строение аналогичное ганглиям симпатической системы. Отличием является клеточный состав ганглия:

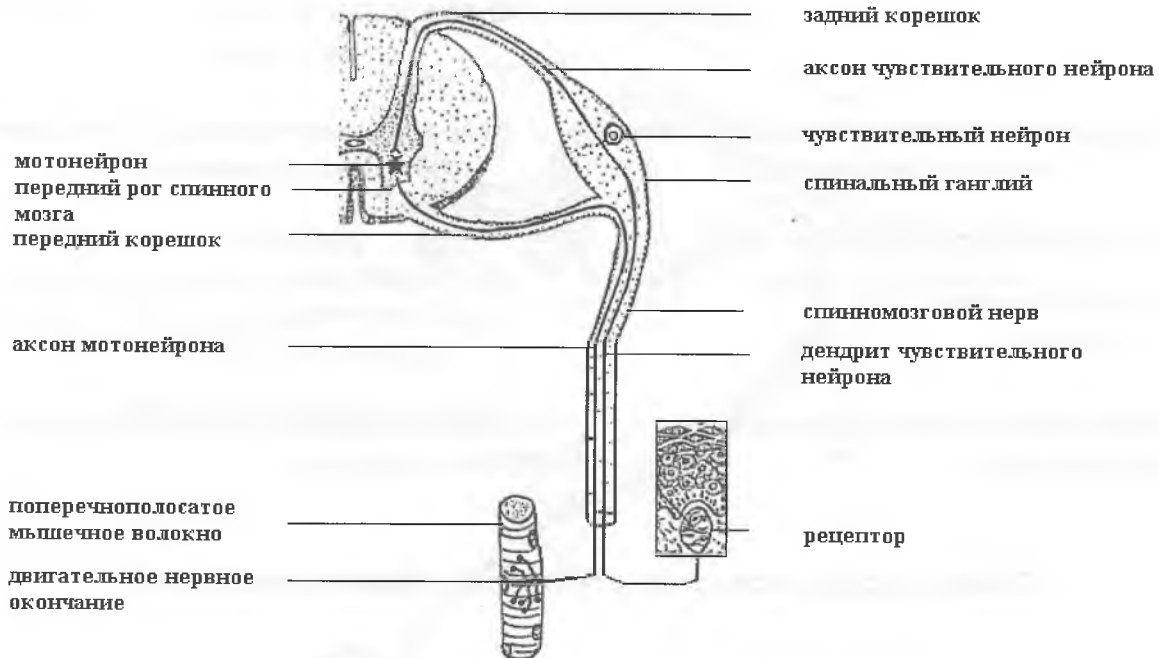


Строение рефлекторных дуг

Соматическая рефлекторная дуга

В состав дуги входят:

1. *Чувствительный нейрон* — нейрон спинального ганглия.
2. *Вставочные нейроны* — нейроны ядер задних рогов спинного мозга (губчатого слоя и желатинозного вещества).
3. *Эфферентный двигательный нейрон* — нейрон (мотонейрон) передних рогов спинного мозга.

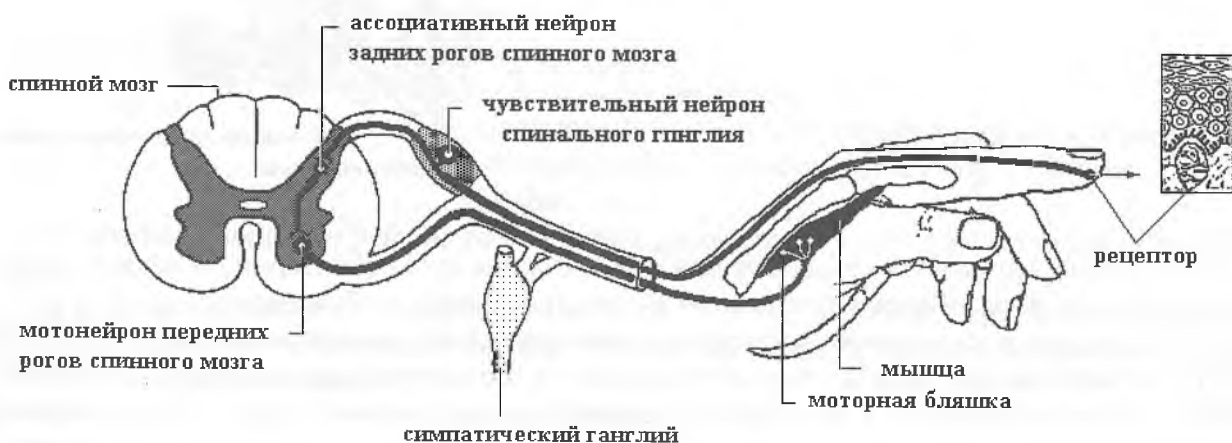


Таким образом, согласно схеме, дендриты чувствительных нейронов спинального ганглия заканчиваются рецепторами, а аксон входит в спинной мозг через задние корешки и образует коллатерали:

- а) **восходящие**, идущие в головной мозг;
- б) **нисходящие** коллатерали, которые заканчиваются на мотонейронах передних рогов спинного мозга.

Аксоны же мотонейронов выходят из спинного мозга в составе передних корешков и образуют на симпластах поперечнополосатой мышечной ткани **моторные бляшки**, т.е. иннервируют скелетные мышцы. Это **простая соматическая (двухнейронная) рефлекторная дуга**.

Сложные соматические рефлекторные дуги включают в себя ядра заднего рога, а именно губчатого слоя и желатинозного вещества.



Вегетативные рефлекторные дуги

Симпатическая рефлекторная дуга

В состав дуги входят:

1. *Чувствительный нейрон* — нейрон спинального ганглия.
2. *Вставочный нейрон* — нейрон латерального ядра спинного мозга (торако-люмбальных сегментов: от 8-го шейного до 3-го поясничного).
3. *Эффекторный нейрон* может быть:

Эффекторные нейроны

нейрон наравертебральных ганглиев
(околопозвоночных)

лежащих по обе стороны
позвоночного столба

это **соматическая часть** симпатической
рефлекторной дуги

нейрон превертебральных ганглиев
(предпозвоночных)

лежащих по ходу
предпозвоночных нервных сплетений,
которые расположены на аорте в грудной,
брюшной и тазовых полостях

это **висцеральная часть** симпатической
рефлекторной дуги

Соматическая часть симпатической рефлекторной дуги

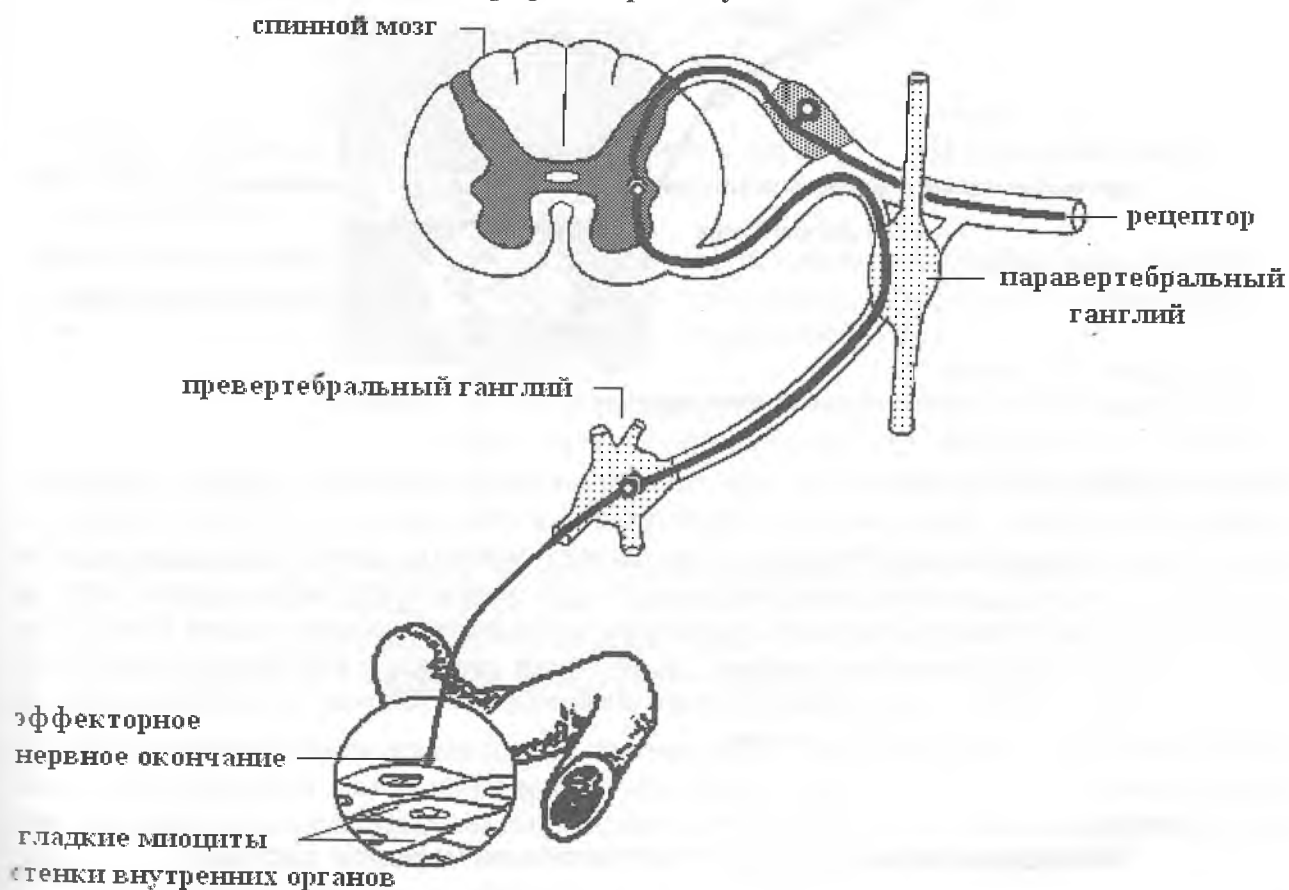


Согласно схеме, начинается симпатическая рефлекторная дуга рецептором на конце дендрита **чувствительного нейрона спинального ганглия**. Затем возбуждение по аксону этого нейрона передается на **вставочный нейрон (симпатического) латерального ядра боковых рогов спинного мозга**. Аксоны этих нейронов идут в составе **передних корешков спинного мозга**, а затем отделяются в виде **белых соединительных ветвей** заходят в **паравертебральный ганглий** и передают возбуждение через Н-рецепторы на ганглионарные клетки.

В свою очередь аксоны этих клеток формируют **безмиелиновые постганглионарные волокна**, они в виде **серых соединительных ветвей** возвращаются к **спинномозговым нервам** и идут к иннервируемому органу. Заканчивается дуга **синапсом на гладкомышечных или секреторных клетках**.

Возбуждение на рабочие структуры передаётся через α - или β -адренорецепторы. Выше приведено описание **соматической части симпатической вегетативной дуги**.

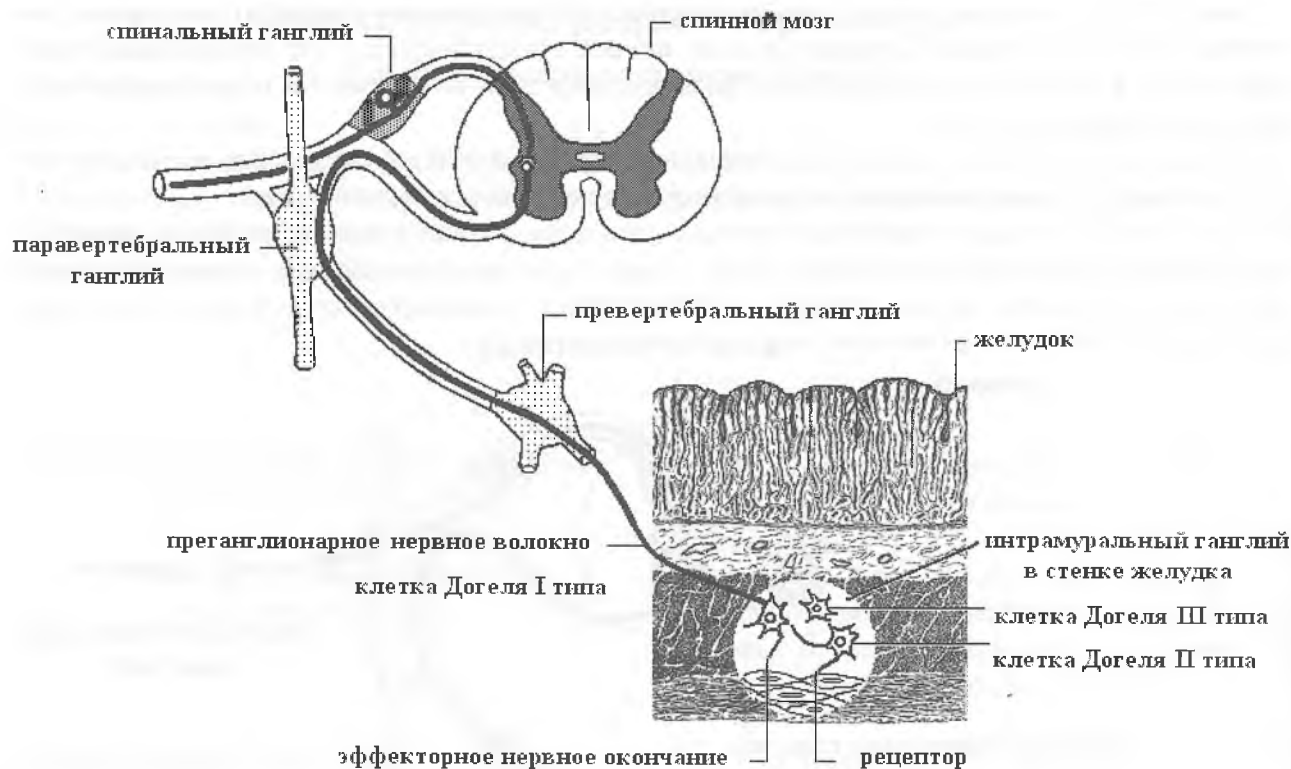
В том случае, если аксон нейронов латерального ядра спинного мозга проходит транзитом через **паравертебральный ганглий**, а затем образует синапсы на нейронах **превертебральных ганглиев**, а их аксоны в свою очередь, отправляются к иннервируемым органам, то это **висцеральная часть симпатической рефлекторной дуги**.



Парасимпатическая рефлекторная дуга

В состав дуги входят:

1. **Чувствительный нейрон** — может находиться:
 - а) в спинальном ганглии,
 - б) в ганглиях 3, 7, 9 и 10 пар черепно-мозговых нервов,
 - в) в составе парасимпатических ганглиев — клетки Догеля II типа.
2. **Вставочный нейрон** — нейрон ядер боковых рогов спинного мозга в сакральных сегментах (2–4-м).
3. **Эффекторный нейрон** — нейрон клеток Догеля I типа, в составе пара- или интраорганных ганглиев (в стенках полых органов эти ганглии входят в состав подслизистого и мышечного нервных сплетений).



Парасимпатическая дуга начинается рецепторами на конце дендритов нейронов, например, спинального ганглия. Аксон же этих клеток входит в спинной мозг и образует синапсы с нейронами латеральных ядер боковых рогов спинного мозга (на уровне сакральных сегментов). В свою очередь, аксоны клеток латерального ядра образуют преганглионарные нервные волокна, которые транзитом проходят через пара- и превертебральные ганглии и направляются в пара- или интраорганные ганглии, где образуют синапсы с клетками Догеля I типа. Аксоны клеток Догеля I типа образуют постганглионарные волокна, заканчивающиеся на гладкомышечных и секреторных клетках.

Метасимпатический отдел вегетативной нервной системы

Иннервирует только полые органы, имеющие собственную моторную функцию (желудочно-кишечный тракт, воздухоносные пути, сердце, желчный пузырь, мочеточники, мочевой пузырь, матка, яйцеводы). Под влиянием этой системы находятся гладкая мускулатура, локальный кровоток, местные эндокринные элементы, всасывающий и секреторный эпителий.

Метасимпатическая рефлекторная дуга

В состав дуги входят:

1. **Чувствительный нейрон** – клетки Догеля II типа.
2. **Двигательный нейрон** – клетки Догеля I типа.

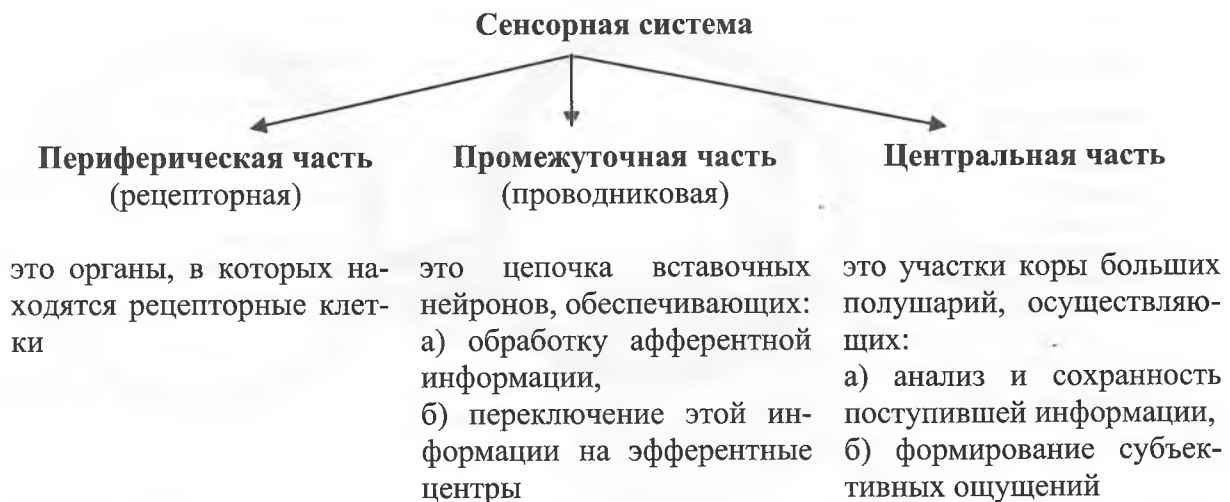
Дендриты клеток Догеля II типа формируют рецепторы в стенке органа. Аксон клеток Догеля I типа образует нервное волокно, заканчивающееся нервным эффе́кторным окончанием на рабочих структурах этого органа.

Сенсорные системы

Функция: обеспечение адаптации организма к конкретным условиям существования.

Сенсорная система – это совокупность органов и структур ответственных за:

1. Восприятие раздражителей.
 2. Преобразование энергии раздражителей в нервные импульсы (кодирование).
 3. Передачу нервных импульсов в подкорковые и корковые центры головного мозга, где происходит: анализ поступившей информации, формирование субъективных ощущений.
- В составе сенсорной системы (анализатора) выделяют 3 части.

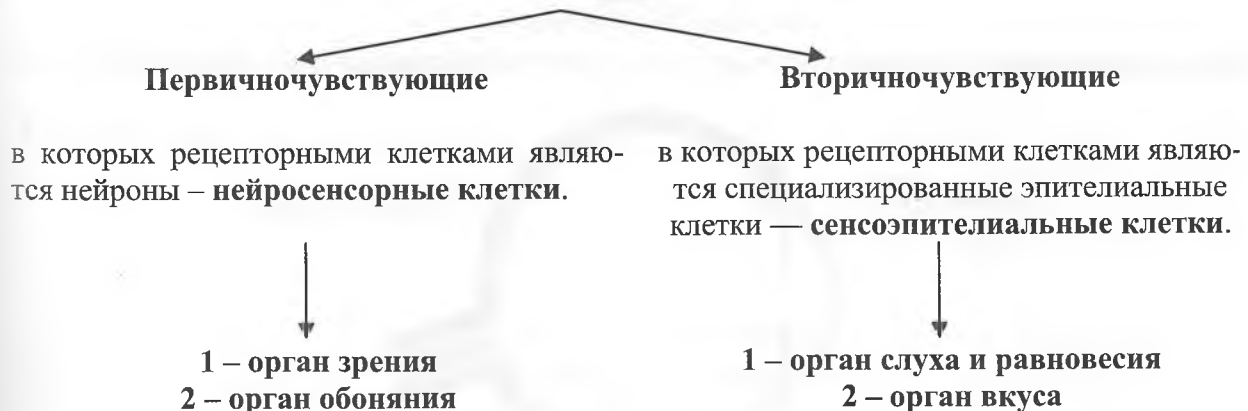


Периферической (рецепторной) частью сенсорной системы являются **органы чувств**. Например: в зрительной сенсорной системе периферической частью является орган зрения – глаз, в сетчатке которого располагаются рецепторные клетки. Рецепторной частью **слухового анализатора** является **кортиева орган**, расположенный в улитковом канале внутреннего уха.

Однако в организме имеются сенсорные системы, в которых органы чувств не имеют анатомически выраженной органной формы. Их периферические отделы представлены инкапсулированными и неинкапсулированными **нервными окончаниями**. Такими системами являются:

- 1) висцеральная сенсорная система,
- 2) кожная сенсорная система,
- 3) скелетно-мышечная сенсорная система.

Классификация органов чувств

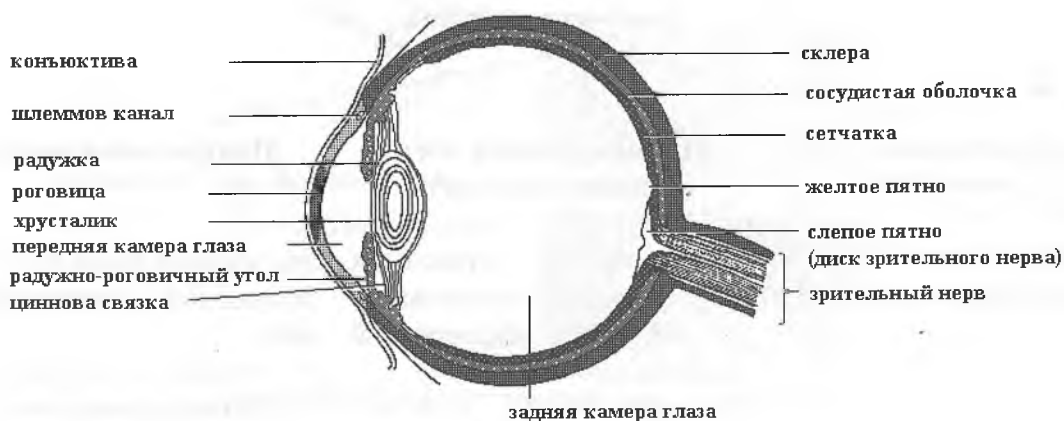


Органы чувств

Первичночувствующие органы чувств

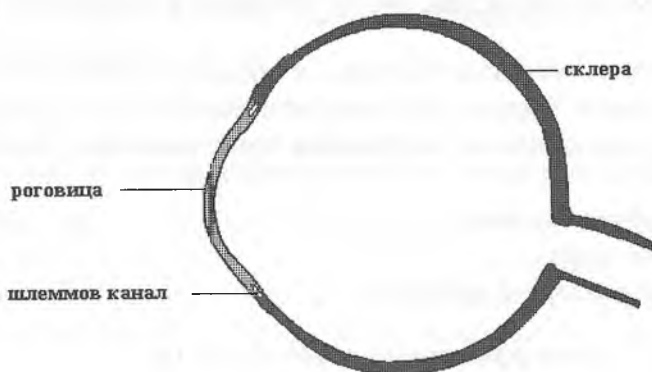
Орган зрения

Шаровидной формы, глазное яблоко разделено хрусталиком на две полусферы — **камеры глаза**: переднюю и заднюю. Покрывается 3 оболочками, причем в передней и задней полусферах оболочки представлены разными гистологическими структурами.

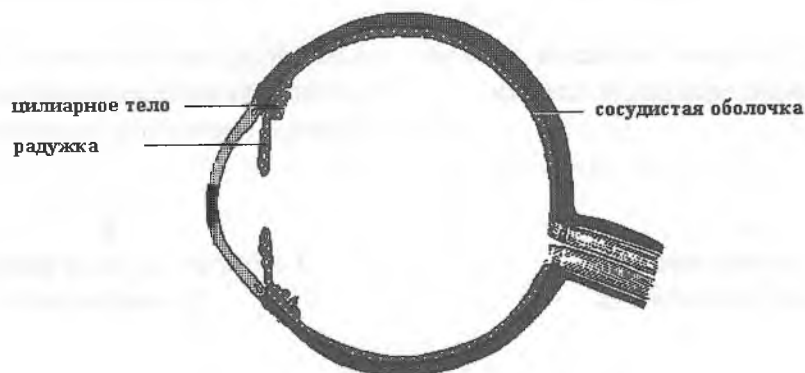


1. **Наружная оболочка глаза.** В задней полусфере — это непрозрачная *склера*, а в передней полусфере — прозрачная *роговица*.

В месте перехода склеры в роговицу (лимб) располагается кольцевой венозный синус — «шлеммов канал», выполняющий дренажную функцию (обеспечивает циркуляцию внутриглазной жидкости).

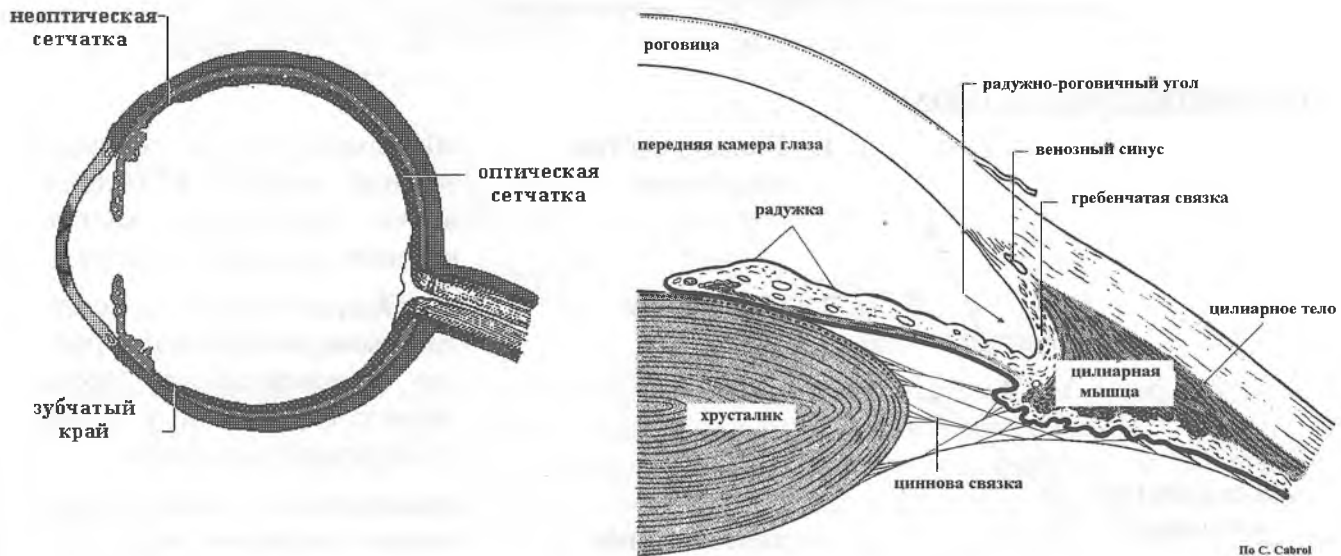


2. **Средняя оболочка.** В задней полусфере представлена собственно сосудистой оболочкой.



На границе с передней полусферой она образует **цилиарное тело и радужку**. К цилиарному телу прикрепляются нерастяжимые волокна реснитчатого пояса (цинновой связки), второй конец этих волокон прикрепляется к капсуле хрусталика. В углу передней камеры имеется **радужно-роговичный угол**, в нем располагается связка (гребенчатая), поддерживающая цилиарное тело и радужку.

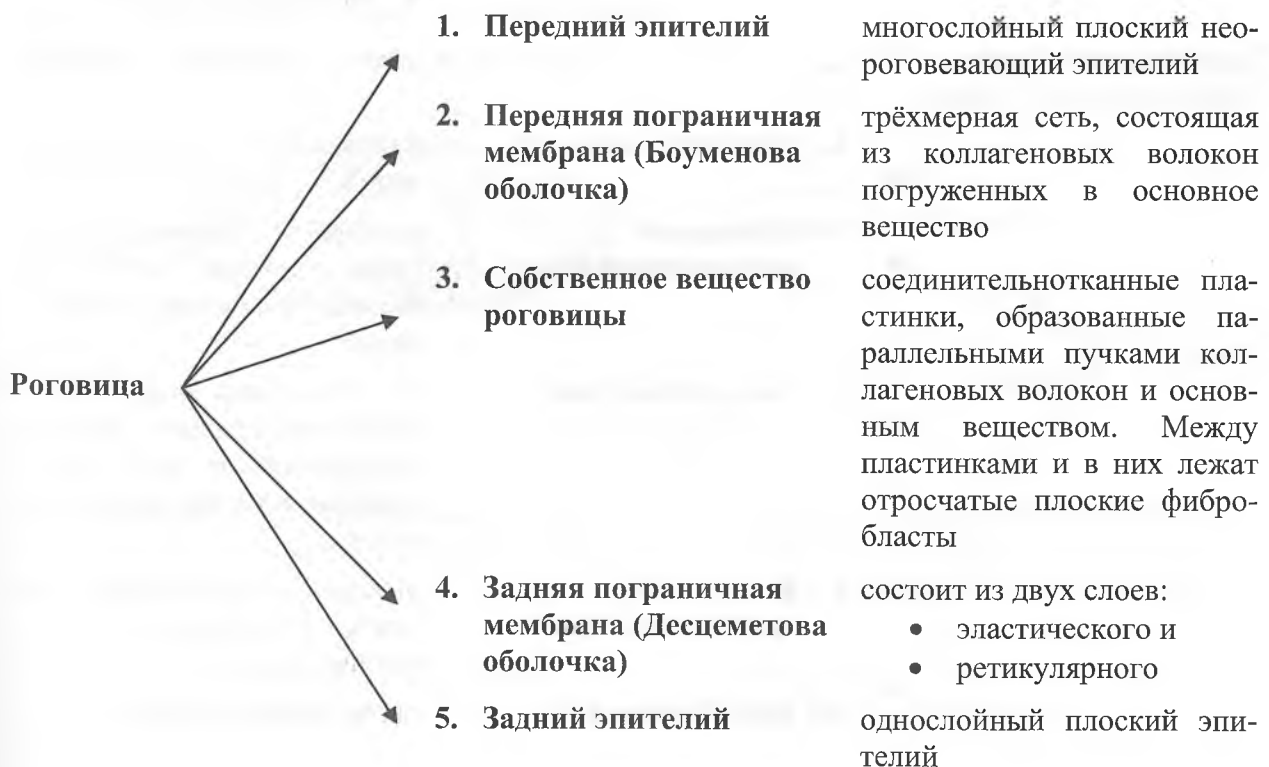
3. **Внутренняя оболочка.** В задней и боковых частях глаза представлена **оптической** (зрительной) **сетчаткой**, состоящей из 10 слоёв. В передней полусфере она переходит в двухслойную **неоптическую сетчатку**, эта сетчатка выстилает поверхность цилиарного тела. Место перехода оптической сетчатки в неоптическую называется **зубчатый край**.



Особенности гистологического строения структурных компонентов глаза

Склера образована плотной соединительной тканью, в которой между пучками коллагеновых волокон лежат уплощенные фибробласты. Основное вещество непрозрачно, что обусловлено высоким содержанием в нем воды. Помимо коллагеновых волокон в основном веществе лежат и эластические волокна.

Роговица состоит из 5 слоёв.



Строение роговицы



Сосудистая оболочка глаза

Сосудистая оболочка

1. Надсосудистая пластинка
2. Сосудистая пластинка
3. Сосудисто-капиллярная пластинка
4. Базальный комплекс (мембрана Бруха)

образована рыхлой соединительной тканью, в которой много пигментных клеток, нервных сплетений и сосудов.

образована сосудами, между которыми располагаются рыхлая соединительная ткань, пигментные клетки и пучки гладкомышечных клеток.

представлена капиллярами, между которыми располагаются фибробласты.

состоит из 3 слоев:

- наружный коллагеновый слой,
- внутренний коллагеновый слой,
- базальная мембрана.

Радужка имеет форму диска, центральная часть которого содержит отверстие – **зрачок**. Радужка состоит из 5 слоёв:

Радужка

1. Передний эпителий
2. Наружный пограничный слой
3. Сосудистый слой
4. Внутренний пограничный слой
5. Задний эпителий

однослойный плоский эпителий.

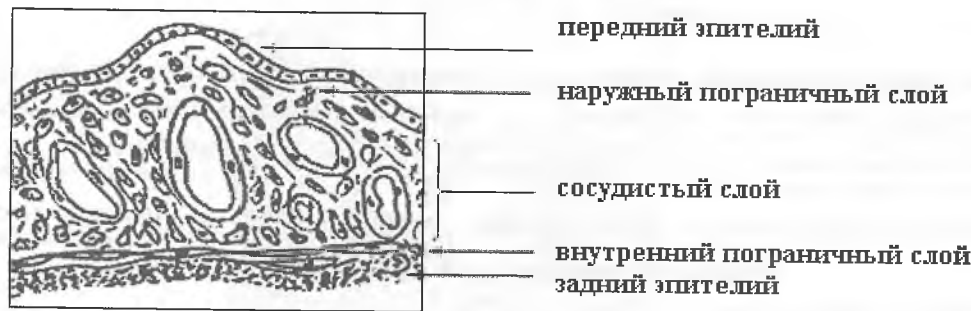
рыхлая соединительная ткань, богатая фибробластами и пигментными клетками.

много сосудов, между которыми расположена рыхлая соединительная ткань, пигментные и гладкомышечные клетки.

рыхлая соединительная ткань, пигментные и мышечные клетки

пигментный эпителий.

Строение радужки



Цилиарное тело

цилиарное тело состоит из

Цилиарной короны

Цилиарного кольца

Основу цилиарного тела образует **цилиарная мышца**. Она состоит из гладких миоцитов, располагающихся в 3 направлениях: меридиальном, радиальном и циркулярном.

К цилиарной короне прикрепляются **цинновы связки** (волокна реснитчатого пояска), второй конец которых фиксируется на хрусталике. При сокращении и расслаблении цилиарной мышцы изменяется степень натяжения цинновой связки, что ведет к изменению кривизны хрусталика.

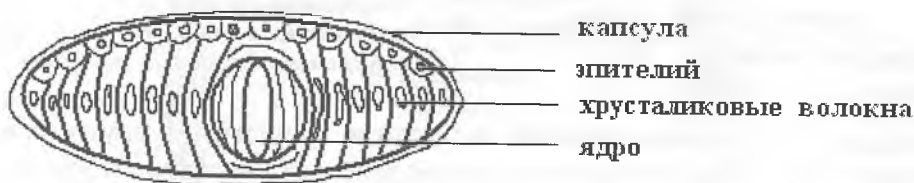
Поверхность цилиарного тела выстлана 2-слойной неоптической сетчаткой.

Хрусталик. Хрусталик покрыт капсулой, образованной утолщенной базальной мембраной. На передней поверхности хрусталика к капсуле прилежит однослойный эпителий.

Хрусталик состоит из **хрусталиковых волокон**, представляющих собой шестигранной формы эпителиоциты, содержащие в цитоплазме прозрачный белок — **кристаллин**.

Образование хрусталиковых волокон происходит за счёт деления эпителиальных клеток, лежащих в центре хрусталика (ядро хрусталика).

Строение хрусталика



Сетчатка

сетчатка состоит из:

1. **Оптической (зрительной части)**, расположенной на заднебоковой поверхности глаза.

↓
Выполняет функцию рецепторного аппарата глаза

2. **Неоптической (слепой части)**, выстилающей поверхность цилиарного тела и заднюю поверхность радужки.

↓
Выполняет функцию секреции внутриглазной жидкости

Строение неоптической сетчатки

Неоптическая сетчатка образована 2-слойным глиальным эпителием.

- **наружный слой** представлен кубическими клетками, лежащими на базальной мембране.
- **внутренний слой** представлен кубическими пигментными клетками, лежащими на базальной мембране.

Каждый слой клеток в неоптической сетчатке имеет свою базальную мембрану.

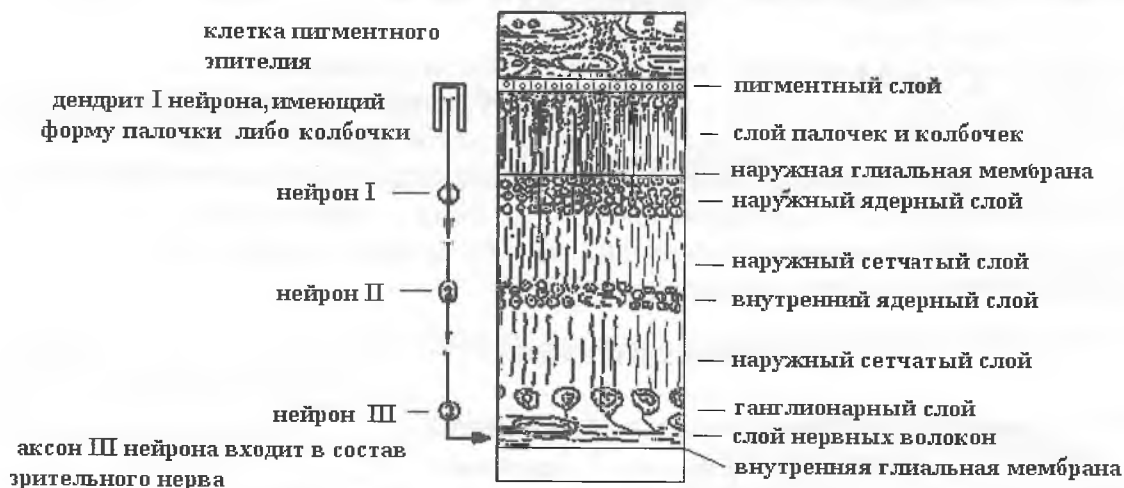
Строение оптической сетчатки

Оптическая сетчатка состоит из 10 слоёв. В ней располагаются тела и отростки 3-х нейронов зрительной рефлекторной дуги.

1. Тело первого нейрона лежит в наружном ядерном слое сетчатки, а его дендрит имеет форму либо палочки, либо колбочки, т.е. в сетчатке есть колбочконесущие и палочконесущие нейроны.
2. Тело второго нейрона лежит во внутреннем ядерном слое.
3. Третий нейрон расположен в ганглионарном слое. Его аксон входит в состав зрительного нерва.

Аксоны и дендриты вышеперечисленных нейронов образуют межнейрональные синапсы в наружном и внутреннем сетчатых слоях сетчатки.

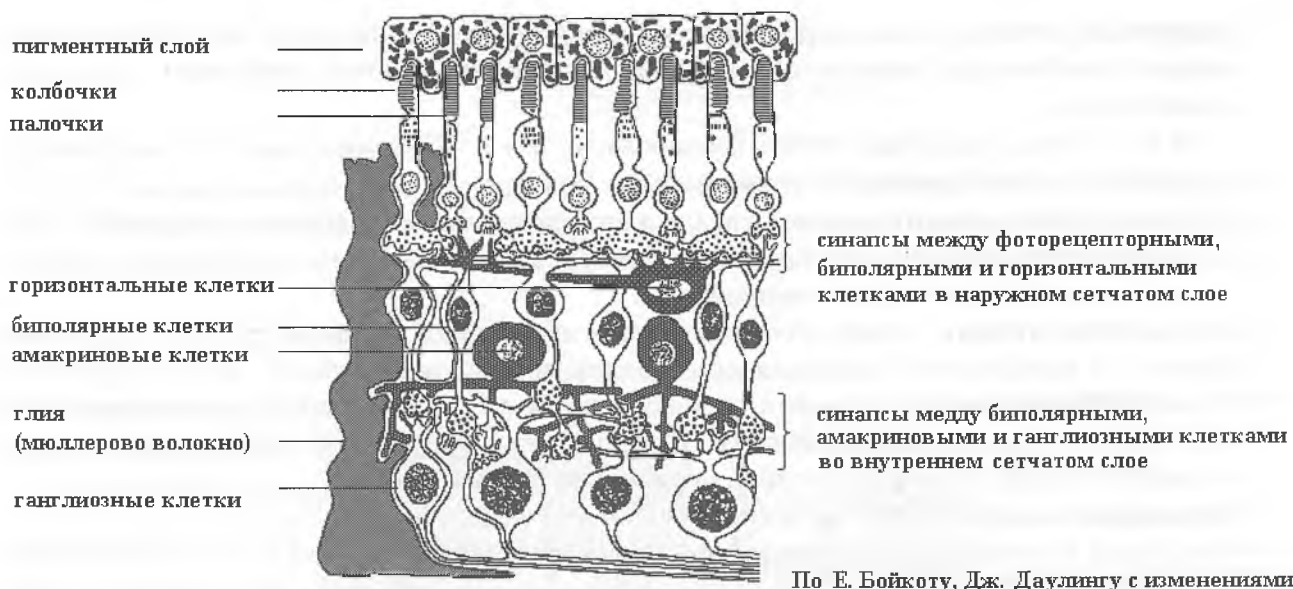
Схема строения оптической сетчатки и её нейронная цепь



Помимо вышеуказанной нейронной цепочки, в сетчатке существуют внутренние горизонтальные нейронные цепи, обеспечивающие взаимодействие фоторецепторных нейронов. Следовательно, клеточный состав сетчатки характеризуется многообразием клеточных форм.

Клетки сетчатки и их локализация

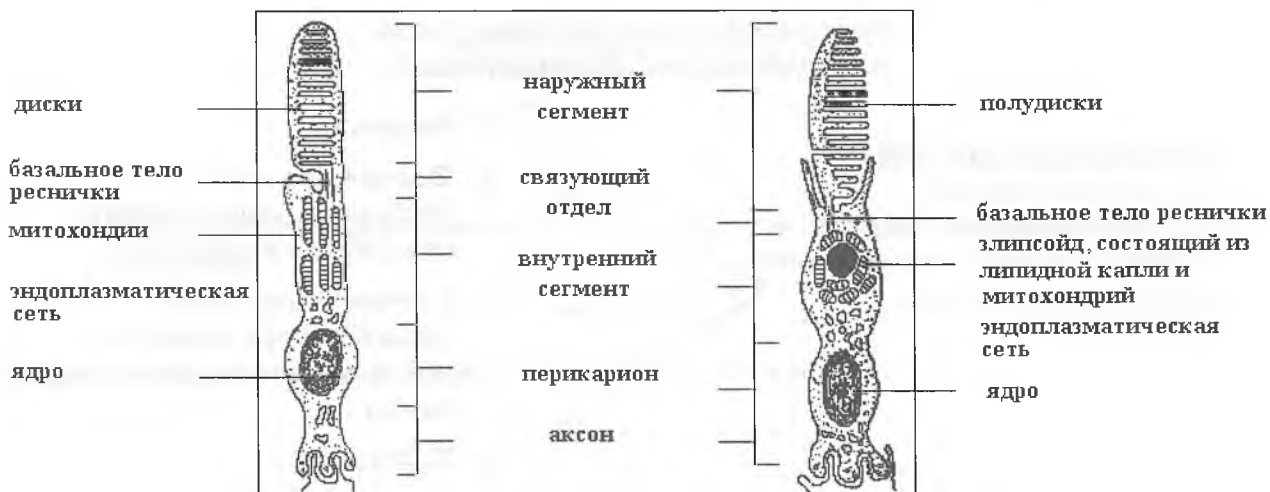
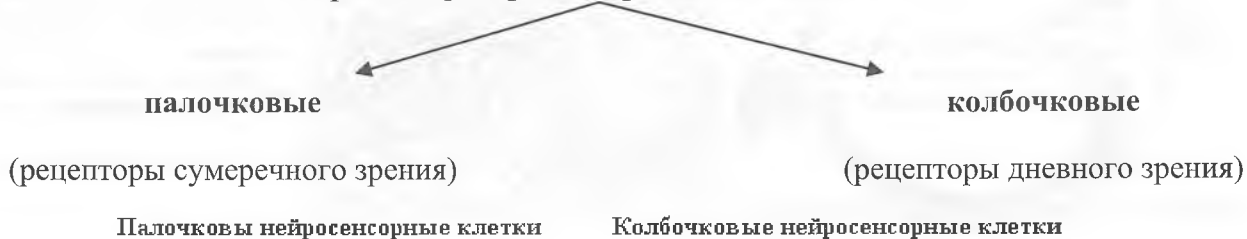
Наружный ядерный слой	Внутренний ядерный слой	Ганглионарный слой
а) палочконесущие нейроны, б) колбочконесущие нейроны	а) биполярные нейроны, б) горизонтальные клетки, в) амакриновые клетки	а) ганглионарные клетки



Помимо нейронов в сетчатке имеются клетки нейроглии:

- мюллеровы клетки-волокна,
- астроциты,
- микроглиоциты (макрофаги).

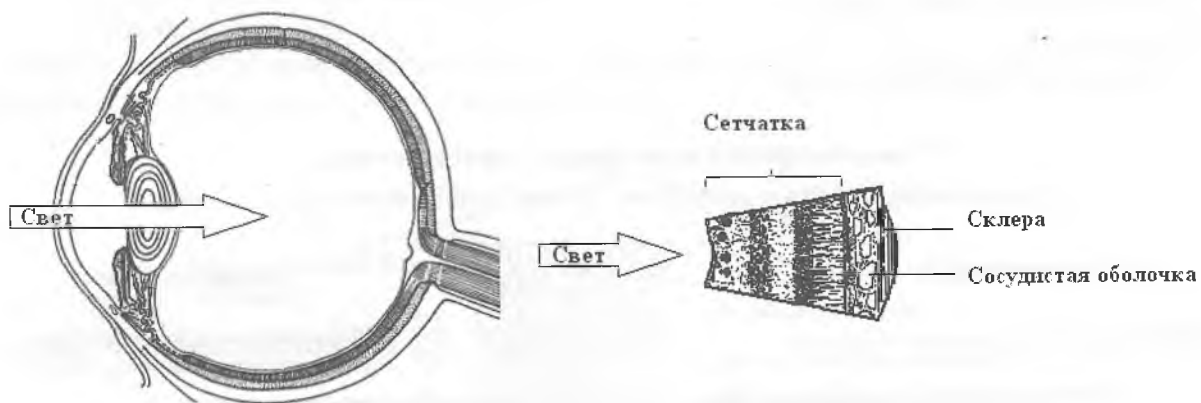
Строение фоторецепторных клеток сетчатки



В составе фоторецепторных клеток имеются следующие отделы:



1. **Наружный сегмент** в палочковых и колбочковых нейронах представляет собой стопку плоских мембранных мешочков – **дисков**, которые образуются глубокими складками плазмолеммы.
 - В палочковых нейронах диски изолированы, а в колбочковых имеются **полудиски**, которые не изолированы от плазмолеммы.
 - В наружном сегменте палочек локализуется **родопсин**, а колбочек – **йодопсин**. При воздействии света происходит распад этих молекул и, как следствие, возникает нервный импульс в зрительной нервной дуге.
 2. **Внутренний сегмент.** В палочковых нейронах имеет такой же диаметр что и наружный сегмент. В колбочковых нейронах его диаметр значительно больше, чем у наружного сегмента. Во внутреннем сегменте палочек и колбочек располагаются митохондрии, эндоплазматическая сеть, полирибосомы. В колбочковых нейронах имеется **эллипсоид**, состоящий из крупной липидной капли, окруженной митохондриями.
 3. **Перикарион** содержит ядро фоторецепторной клетки.
- Сетчатка глаза человека **инвертированная**, т.е. перевернутая. Она так расположена в глазу, что обращена к свету внутренней глиальной мембраной, а не слоем палочек и колбочек. Свет проходит через все слои сетчатки, прежде чем попадает на фоторецепторные клетки.



Функциональные системы глаза и структуры, их формирующие

Диоптрическая система

(светопреломляющий аппарат) — представляет собой оптическую систему, составленную из линз и фильтров

1. Роговица
2. Водянистая влага (жидкость, заполняющая переднюю камеру глаза)
3. Стекловидное тело (желеобразное вещество, заполняющее заднюю камеру глаза)
4. Хрусталик

Аккомодационный аппарат — фокусирует изображение на сетчатке и регулирует интенсивность её освещения

1. Радужка
2. Цилиарное тело с цинновой связкой

Светочувствительный (рецепторный) аппарат

Зрительная часть сетчатки

Орган обоняния

Орган обоняния включает в себя:

1. **Основной орган обоняния**, расположенный в обонятельной области слизистой оболочки носа.
2. **Вомероназальный обонятельный орган**, расположенный в соединительной ткани основания передней трети носовой перегородки.

Строение обонятельного эпителия

Микроскопическое строение

I. Обонятельный эпителий

- а) обонятельные реснички
- б) обонятельная булава
- в) аксон

1. Обонятельная клетка:

- г) тело клетки
- д) дендрит

2. Поддерживающая клетка

3. Базальная клетка

II. Подлежащая соединительная ткань (собственная пластинка слизистой)

нервные волокна (дендриты обонятельных клеток)

обонятельные железы

Ультрамикроскопическое строение

микроворсинки

обонятельная луковица

дендрит обонятельной клетки

тело обонятельной клетки

аксон обонятельной клетки

поддерживающая клетка

базальная клетка

базальная мембрана

По Я.А. Винникову, Л.К. Титовой с изменениями

Орган обоняния состоит из:

1. **Многорядного цилиндрического эпителия**

2. **Подлежащей соединительной ткани**

В состав эпителия органа обоняния входят следующие клетки

1. **Биполярные нейроны** — это рецепторные клетки

2. **Поддерживающие клетки**, выполняющие опорную функцию

3. **Базальные клетки**, выполняющие камбиальную функцию

1. **Рецепторные клетки** органов обоняния относятся к биполярным нейронам. Они имеют: короткий булавовидный формы дендрит, на поверхности которого могут быть либо реснички, либо микроворсинки, поэтому

в состав органов обоняния входят 2 типа рецепторных клеток:

Жгутиковые клетки

Микроворсинчатые клетки

На плазмолемме микроворсинок и ресничек локализуются хеморецепторные молекулы, взаимодействующие с пахучими веществами.

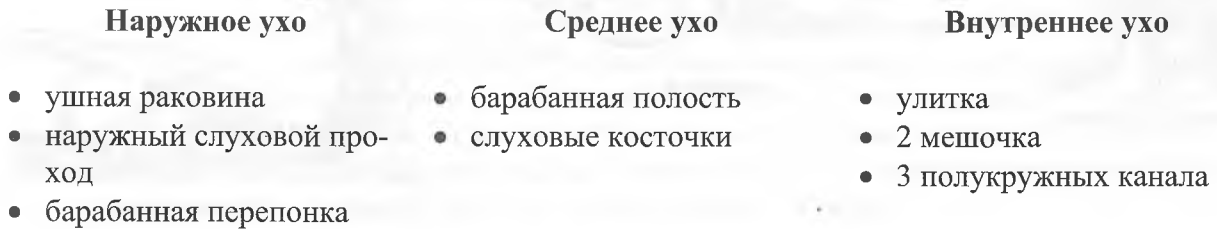
2. **Базальные клетки** – клетки кубической формы, прилежат к базальной мембране, имеют длинные выросты, которые содержат пучки аксонов рецепторных клеток обонятельного эпителия. Выполняют камбиальную функцию – за счет этих клеток regenerируют рецепторные клетки.
3. **Подлежащая соединительная ткань.** В соединительной ткани, входящей в состав органов обоняния, располагаются многочисленные обонятельные (боуменовы) железы. Их выводные протоки, содержащие слизистый секрет, открываются на поверхности обонятельного эпителия.

Вторичночувствующие органы чувств

Орган слуха и равновесия

Орган слуха и равновесия является периферической частью статоакустической системы.

В состав органа слуха и равновесия входят:



Внутреннее ухо

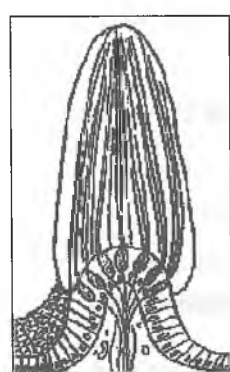
Внутреннее ухо состоит из 2 частей:

1. Костного лабиринта
2. Перепончатого лабиринта

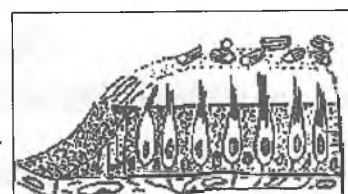
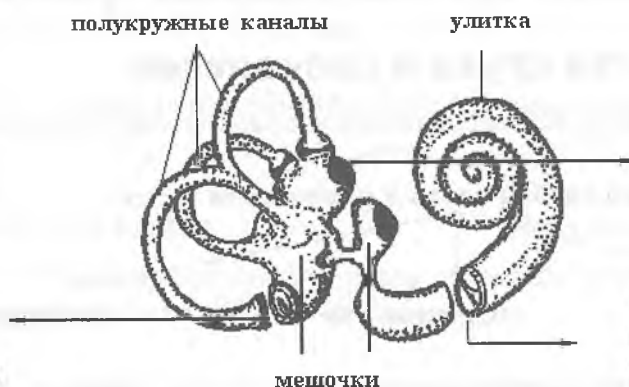
Костный лабиринт окружает перепончатый, который повторяет его сложную форму, включая в себя:



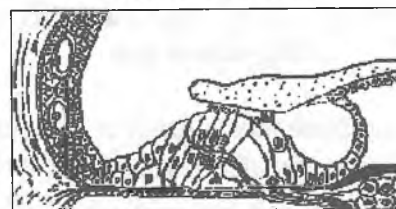
Перепончатый лабиринт



Слуховой гребешок



Слуховое пятно



Кортиев орган

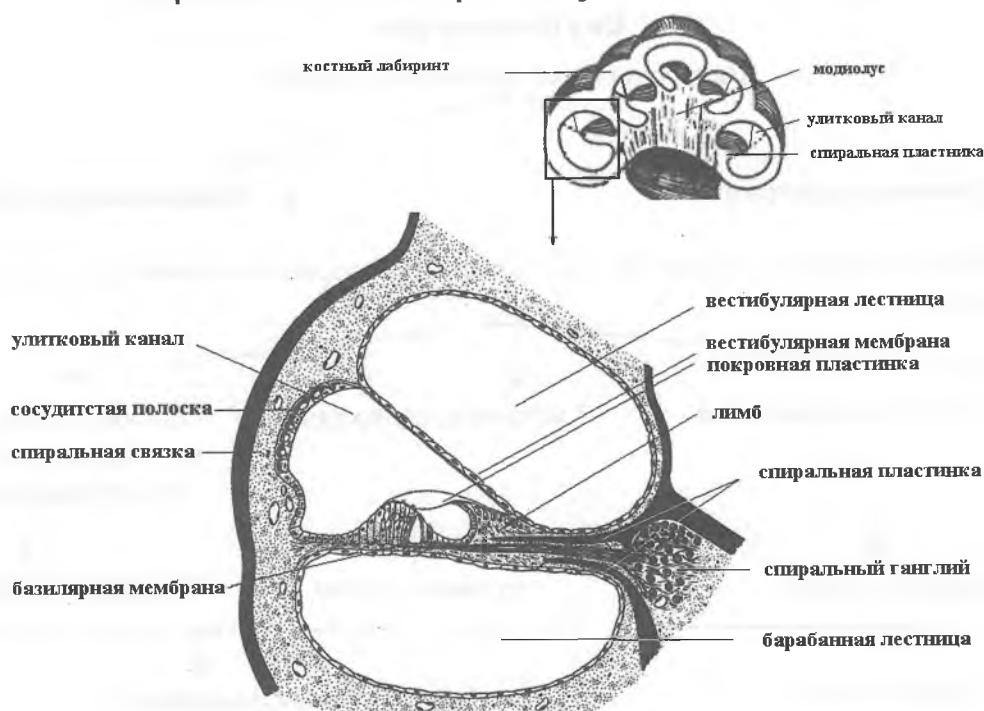
Строение улитки

Улитка представляет собой костную трубку, закрученную в форме спирали вокруг костного стержня (модиолуса).

На аксиальном срезе (срезе, сделанном вдоль оси) видно, что стенка улитки образована костной тканью — **костный лабиринт**. Внутри костного лабиринта, повторяя его ход, располагается **улитковый канал**, имеющий треугольную форму. Снаружи от него находится пространство (лестницы). Сверху от улиткового канала — **вестибулярная лестница**, а снизу — **барабанная лестница**, заполненные перилимфой.

Стенка улиткового канала образована: вестибулярной мембраной, базилярной мембраной и спиральной связкой, на поверхности которой лежит эпителий (**сосудистая полоска**). В противоположном углу от спиральной связки располагается лимб. Под лимбом лежит **спиральный ганглий**.

Микроскопическое строение улиткового канала

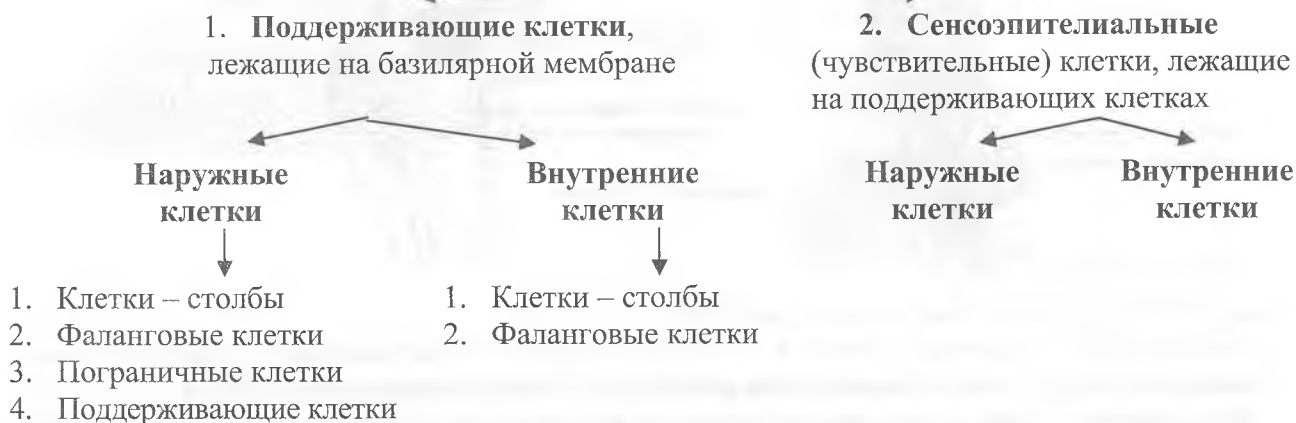


По Ю.И. Афанасьеву, Н.А. Юриной

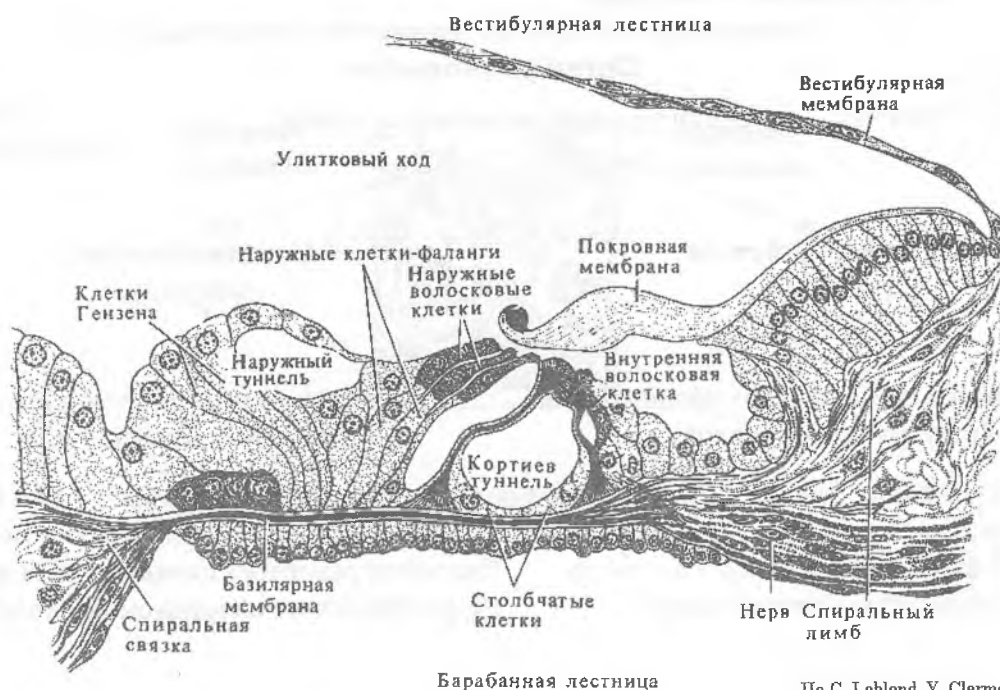
1. Наружная стенка улиткового канала образована соединительнотканной **спиральной связкой**, на которой лежит сосудистая полоска. **Сосудистая полоска** образована многорядным эпителием, его отличительной особенностью является наличие кровеносных сосудов — апилляров. Функция сосудистой оболочки — родукция **эндолимфы**, заполняющей улитковый канал.
2. Стенка улиткового канала, обращённая к вестибулярной лестнице, образована **рейснеровой мембраной**. Это тонкофибриллярная мембрана покрыта со стороны улиткового канала плоским эпителием, а со стороны вестибулярной лестницы эндотелием. Вестибулярная мембрана с одной стороны прикреплена к спиральной связке, а с другой стороны к лимбу. **Лимб** образован соединительной тканью и лежит в костном выступе стержня улитки (модиолуса). К вестибулярной губе лимба прикрепляется покровная пластинка.
3. Дно улиткового канала образовано **базиллярной пластинкой**, которая состоит из радиально ориентированных пучков коллагеновых волокон, заключенных в аморфный матрикс. Со стороны улиткового канала на базиллярной пластине лежит специализированный **сенсорный эпителий (кортиев орган — орган слуха)**. Со стороны барабанной лестницы базиллярная пластинка выстлана эндотелиальными клетками.

Кортиев орган

Клеточный состав кортиевого органа



Строение кортиева органа



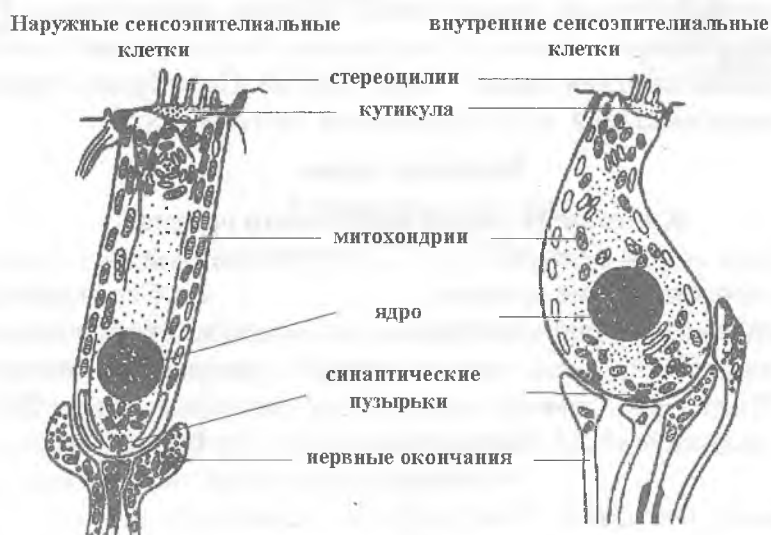
По С. Leblond, Y. Clermont

Клетки-столбы соединяются друг с другом, образуя в центре кортиевого органа треугольной формы **туннель**.

Клетки кортиевого органа, прилежащие к туннелю со стороны спиральной связки, называют **наружными**, а прилежащие со стороны лимба — **внутренними**.

Ультрамикроскопическое строение сенсоэпителиальных клеток кортиевого органа.

1. **Наружные волосковые клетки** — клетки цилиндрической формы на апикальной поверхности имеют кутикулярную пластинку, через которую проходят неподвижные микроворсинки — стереоцилии, расположенные несколько рядов.
2. **Внутренние волосковые клетки** — кувшинообразной формы. На их поверхности так-же имеются стереоцилии, лежащие в один ряд.

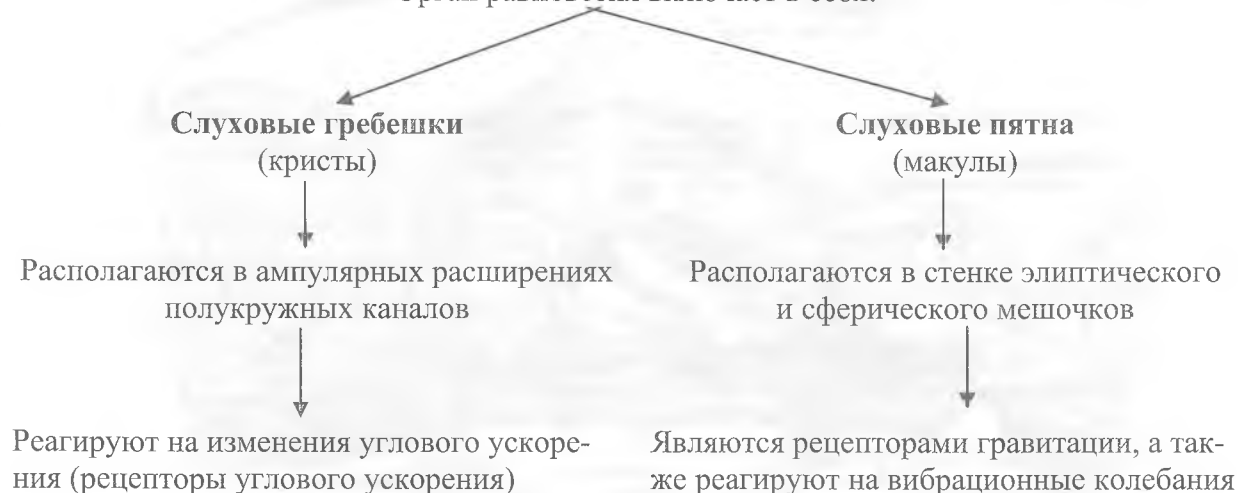


Иннервация чувствительных клеток различна:

- а) Внутренние волосковые клетки в основном получают чувствительную (афферентную) иннервацию, т.е. они иннервируются дендритами клеток спирального ганглия.
- б) К наружным волосковым клеткам подходят в основном эфферентные нервные волокна, являющиеся аксонами нейронов верхнеоливарного комплекса головного мозга, которые входят в улитку через слуховой нерв.

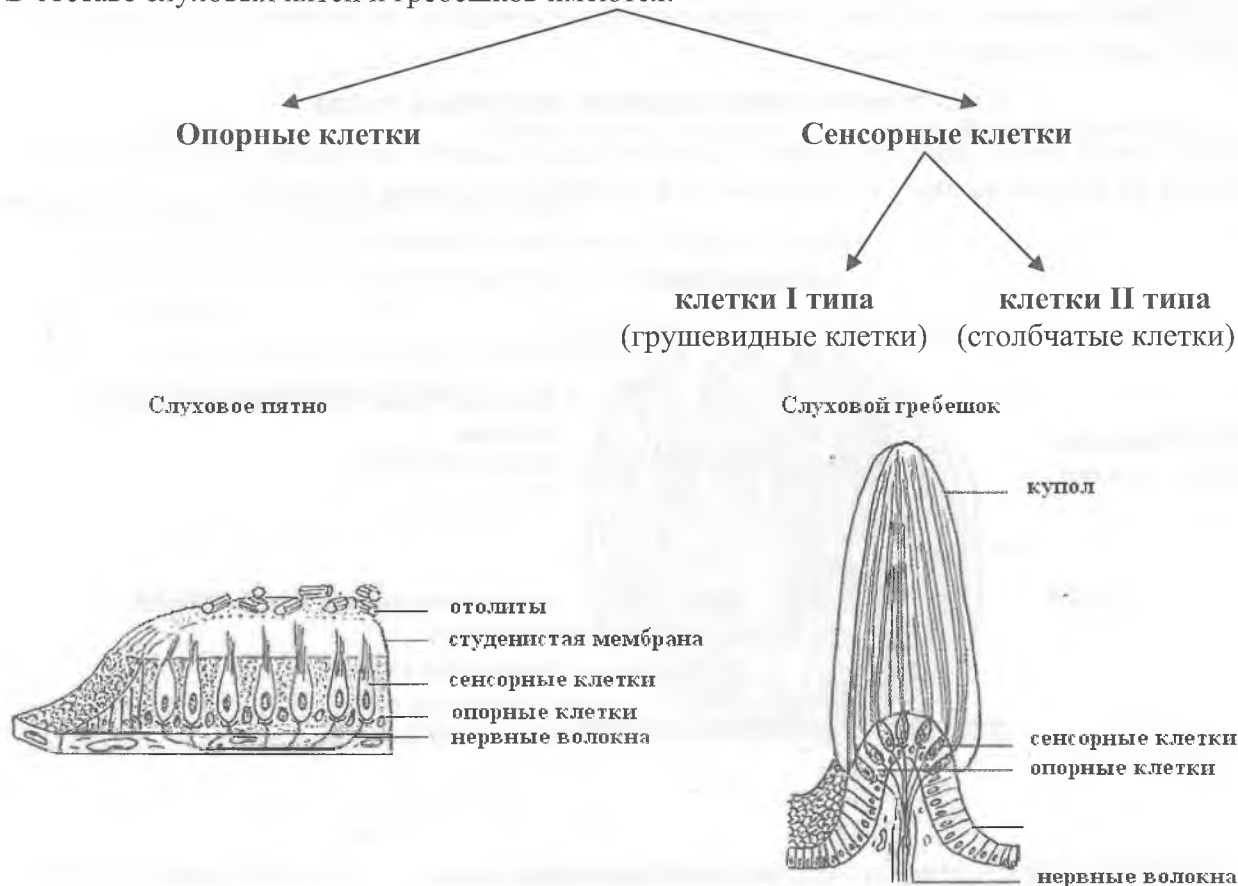
Орган равновесия

Орган равновесия включает в себя:



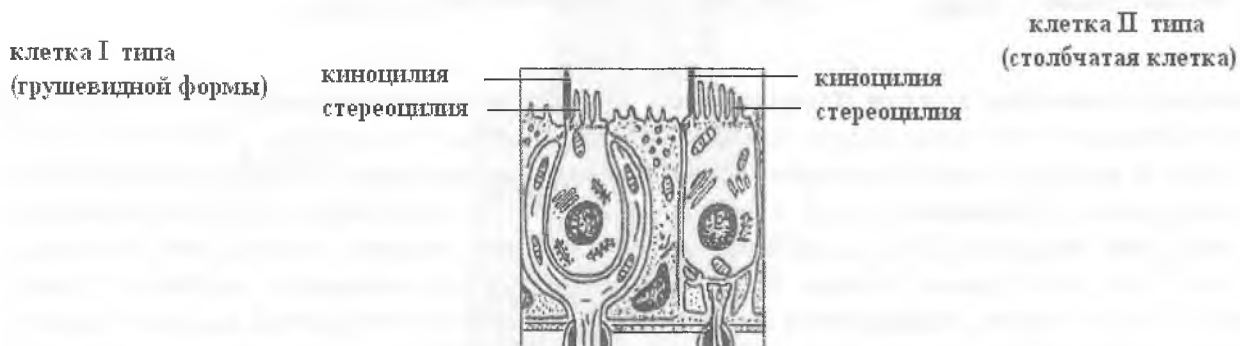
Микроскопическое строение слуховых гребешков и слуховых пятен

В составе слуховых пятен и гребешков имеются:



В слуховых гребешках сенсоэпителиальные клетки окружены желеобразным, прозрачным **куполом**, а в слуховых пятнах на поверхности сенсорного эпителия располагается студенистая **отолитовая мембрана**, содержащая кристаллы карбоната кальция — **отолиты**.

Ультрамикроскопическое строение сенсоэпителиальных клеток



Сенсорные клетки органов равновесия, в отличие от сенсорных клеток органа слуха, на апикальной поверхности имеют не только неподвижные **стереоцилии**, но и одну подвижную ресничку — **киноцилию**.

Вкусовая сенсорная система

Периферическая часть вкусового анализатора — это **вкусовые почки**. Они располагаются в многослойном плоском эпителии сосочков языка (грибовидных, желобоватых, листовидных) на губах, задней спинке глотки.

Гистологическое строение вкусовых почек

Вкусовая почка имеет овальную форму, на их вершине имеется **вкусовая пора**, которая открывается во **вкусовую ямку** (углубление между эпителиальными клетками).



Клеточный состав вкусовых почек



Сенсорные эпителиальные клетки воспринимают пищевые и непищевые раздражения, генерируют и передают импульсы афферентным нервным волокнам. На вершине сенсорных эпителиальных клеток имеются многочисленные микроворсинки, в мембране которых располагаются специфические рецепторные белки, а между ворсинками — адсорбент (для концентрирования вкусовых веществ). При адсорбции действующих молекул происходит изменение конформации рецепторных белков, локально изменяется проницаемость мембраны сенсорных эпителиальных клеток, генерируется потенциал. В результате этого клетка выделяет медиатор, который воздействует на нервные волокна, формирующие синапсы на сенсорных эпителиальных клетках.

Поддерживающие клетки выполняют не только опорную функцию, но и принимают участие в синтезе адсорбента.

Базальные клетки вкусовой луковицы — это камбиальные клетки, за счет них происходит обновление сенсорных эпителиальных и поддерживающих клеток.

Сердечно-сосудистая система

В состав сердечно-сосудистой системы входят:

Сердце

Кровеносные сосуды

Лимфатические сосуды

Функции сердечно-сосудистой системы:

1. Транспорт и распределение по организму крови и лимфы.
2. Участие в обеспечении гомеостаза и обмена веществ.
3. Газообмен.
4. Участие в терморегуляции (термообмен).
5. Участие в иммунных реакциях организма.

Классификация кровеносных сосудов:

Артерии

Сосуды
микроциркуляторного русла

Вены

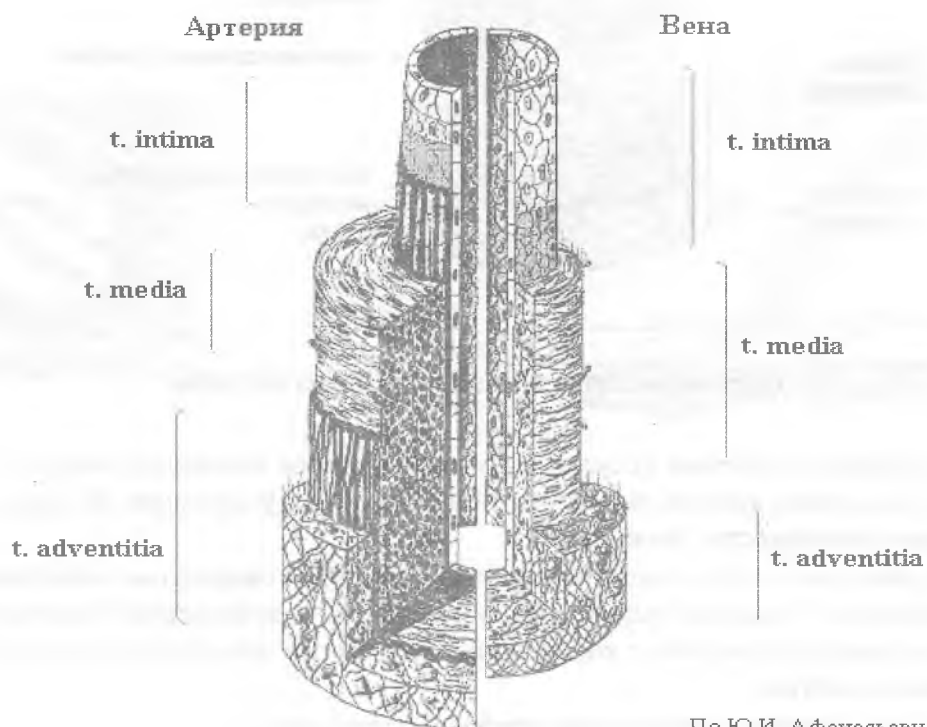
Стенка артерий и вен состоит из трёх оболочек:

Внутренняя оболочка
(*t. intima*)

Средняя оболочка
(*t. media*)

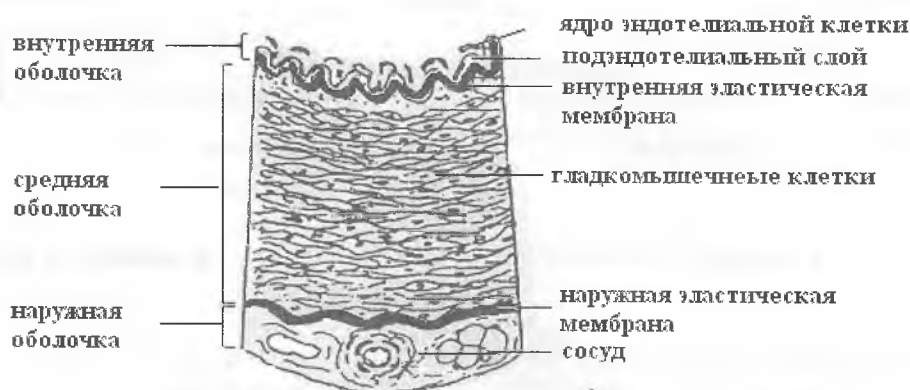
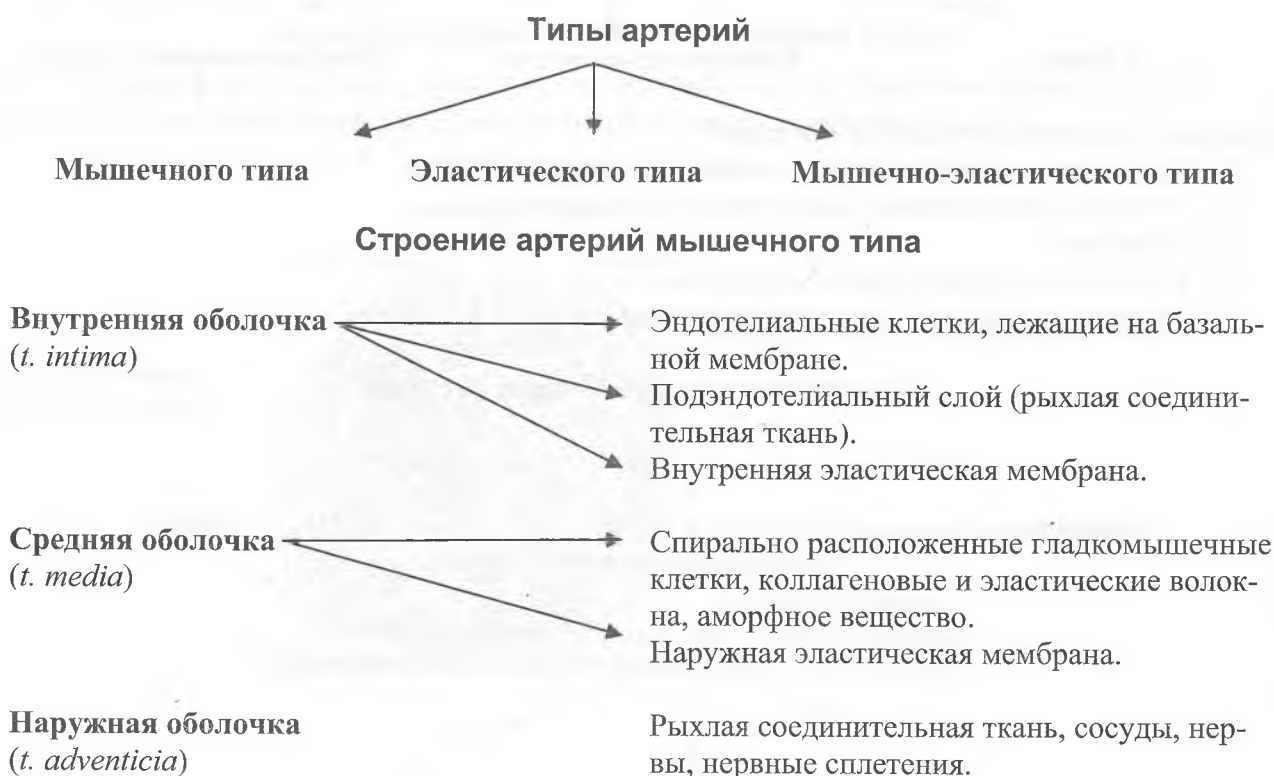
Наружная оболочка
(*t. adventitia*)

Строение стенки сосудов



По Ю.И. Афанасьеву

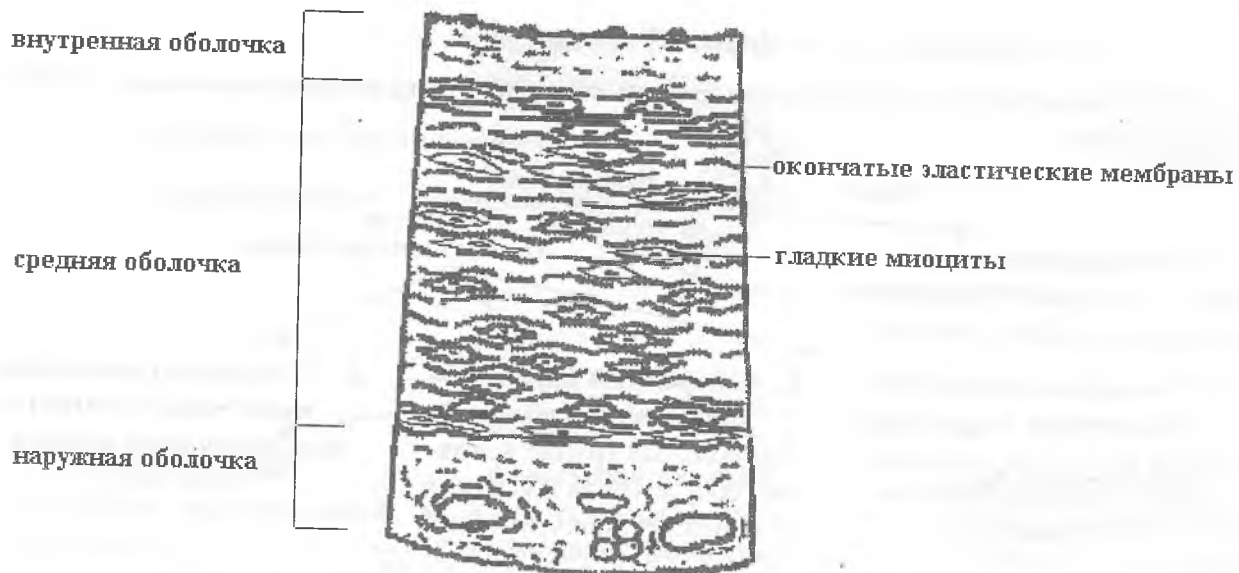
Артерии — это сосуды, обеспечивающие распределение и транспорт крови в организме. В зависимости от **гемодинамических условий** (давления крови и скорости кровотока) соотношение мышечных элементов и эластических волокон в составе средней оболочки артерий различно. Поэтому признаку выделяют **3 типа артерий**.



Строение артерий эластического типа

К этому типу относятся крупные сосуды, получающие кровь непосредственно из сердца или из дуги аорты. Их стенка должна выдерживать и сглаживать удар крови. В связи с этим имеются следующие особенности строения:

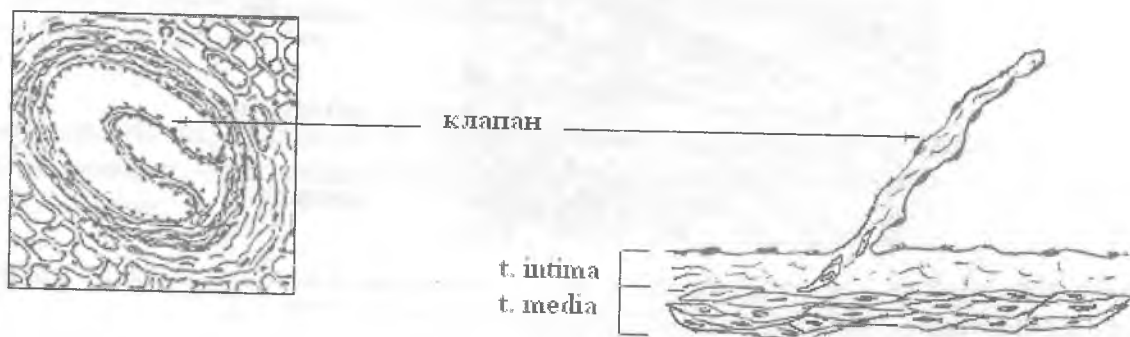
- В средней оболочке сосуда эластического типа имеются **окончатые эластические мембраны**, связанные в единый каркас эластическими и коллагеновыми волокнами, между окончатыми мембранами лежат косо расположенные по отношению к мембранам гладкомышечные клетки.
- Наружная и внутренняя эластические мембраны отсутствуют.



Вены

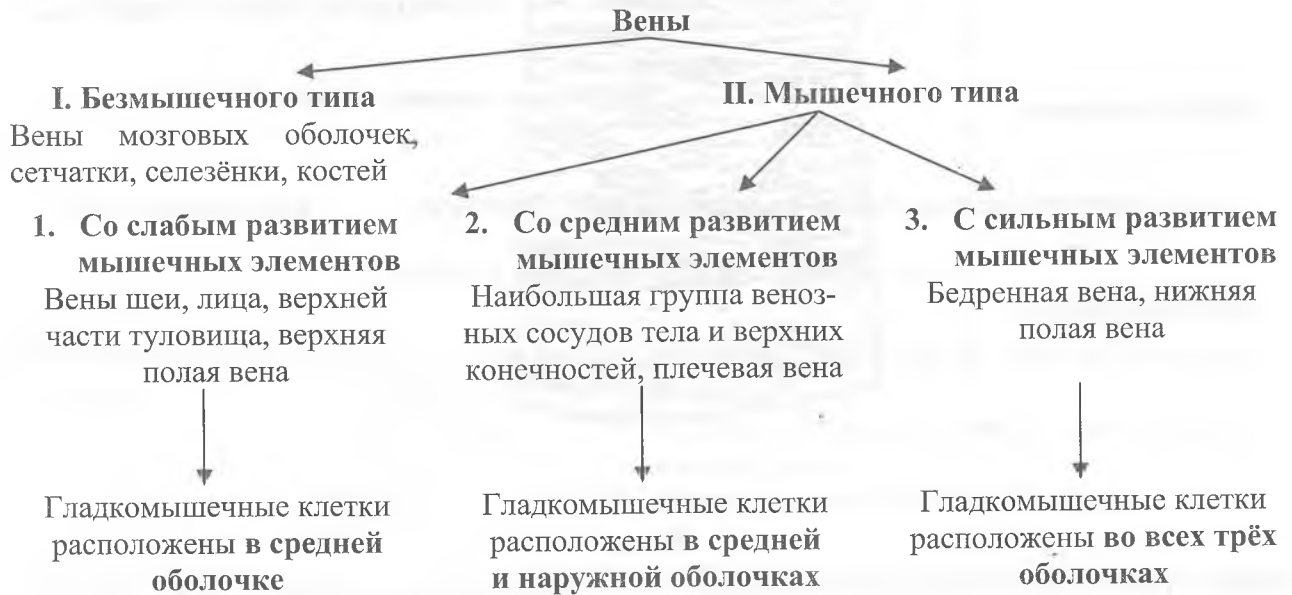
Вены — это сосуды, которые обеспечивают отток и депонирование крови, а также обеспечивают обменную функцию. Давление крови в них относительно низкое, поэтому эластический каркас развит слабее, чем в артериях.

- Наружная и внутренняя эластические мембраны отсутствуют или слабо выражены.
- Количество гладкомышечных клеток в оболочках вен зависит от того, движется ли кровь под действием силы тяжести или против неё.
- Ещё одной особенностью является наличие (у 50% вен) **клапанов**, которые представляют собой **дупликацию внутренней оболочки**. Поверхность клапана выстлана эндотелием, основа клапана — рыхлая соединительная ткань с большим количеством коллагеновых и эластических волокон. В месте отхождения клапана располагаются гладкомышечные клетки.



Классификация вен

В основу классификации вен положена степень развития и локализация мышечных элементов в их стенке.



Сосуды микроциркуляторного русла

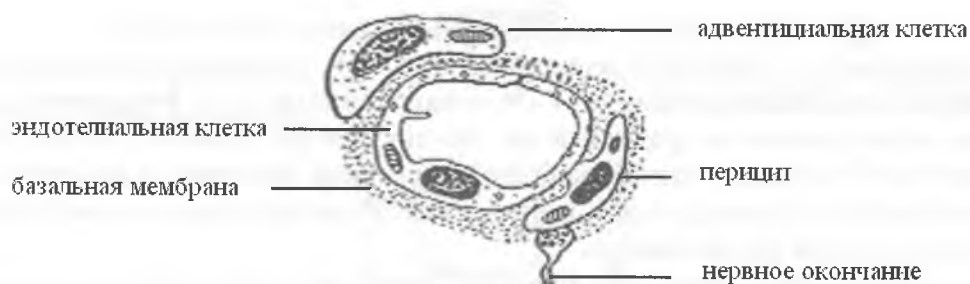


Микроциркуляторное русло — это комплекс кровеносных сосудов, обеспечивающих регуляцию кровенаполнения органов, трансапиллярный обмен и дренажно-депонирующую функцию.



Капилляры

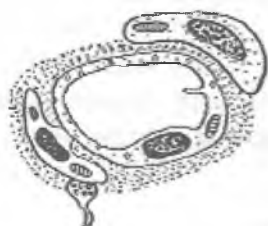
Капилляры — самые тонкие сосуды диаметром 4,5–11 мкм. Образуют сети, петли, клубочки. Внутренняя поверхность капилляра выстлана **эндотелиальными клетками**, лежащими на базальной мембране. В дупликатуре мембраны расположены **клетки перicyты**, с наружной стороны мембраны расположены **адвентициальные клетки** и тонкие коллагеновые волокна, погруженные в аморфный матрикс.



Типы капилляров

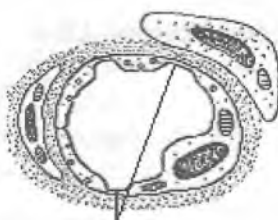
соматический

- сплошная эндотелиальная выстилка и
- сплошная базальная мембрана



фенестрированный

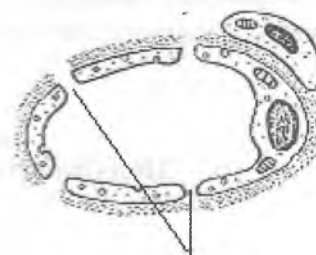
- в эндотелиальных клетках истончения (фенестры),
- сплошная базальная мембрана



фенестры

перфорированный

- перфорированный эндотелий (поры в эндотелиальных клетках) и
- прерывистая базальная мембрана



поры

Располагаются в

Наиболее распространенный тип капилляров: миокард, скелетная мускулатура, ЦНС, легкие

Эндокринные органы, почки, слизистая оболочка тонкой кишки

Органы кроветворения, печень

Артериолы

Артериолы, по выражению И.М. Сеченова, являются кранами сосудистой системы. Их основная функция — регуляция кровотока и перераспределение крови. Стенка образована тремя оболочками:

- | | | |
|----------------------|---|---|
| <i>T. intima</i> | → | 1. Эндотелий лежит на базальной мембране
2. Тонкая прерывистая внутренняя эластическая мембрана |
| <i>T. media</i> | → | 1–2 слоя циркулярно расположенных гладкомышечных клеток, эластические и коллагеновые волокна, аморфное вещество |
| <i>T. adventitia</i> | → | Рыхлая соединительная ткань |

Венулы

Основная функция венулы: дренаж и депонирование крови, удаление метаболитов из тканей.

Венулы посткапиллярные -----► собирательные -----► мышечные

Стенка венул также состоит из трёх оболочек. Во внутренней оболочке значительное количество перicyтoв. В посткапиллярных венулах нет средней оболочки, в их стенке присутствуют лишь отдельные гладкомышечные клетки, однако при увеличении калибра венул количество мышечных клеток увеличивается.

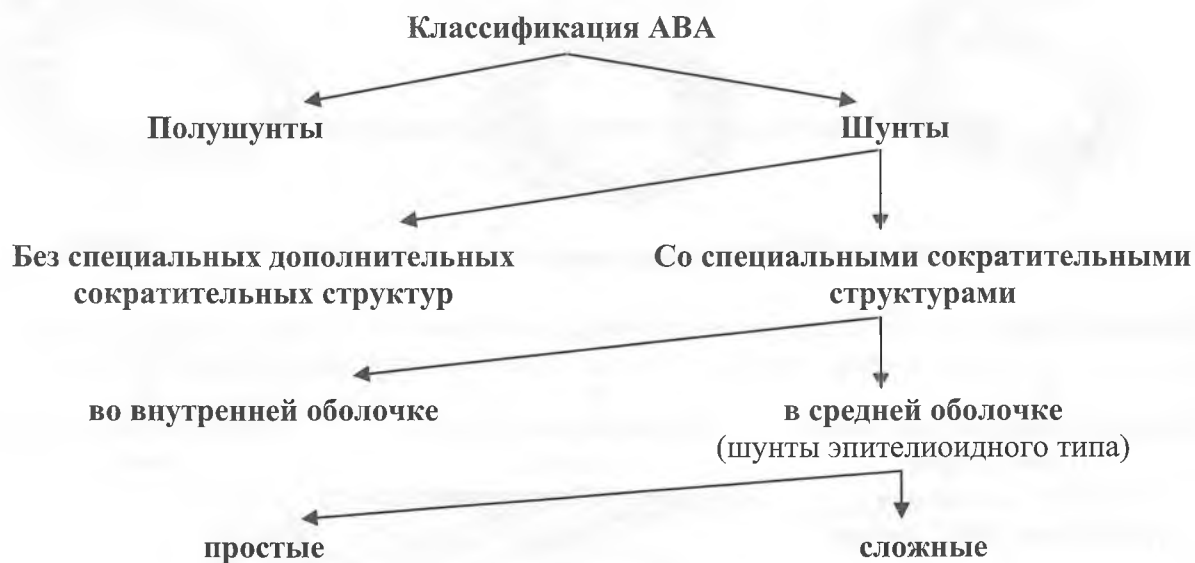
В венулах мышечного типа четко выражены 1–2 слоя гладкомышечных клеток. Эластических волокон в венулах значительно меньше, чем в артериолах.

Артериоловенулярные анастомозы

Артериоловенулярные анастомозы (АВА) — это каналы, которые направляют кровь из артериального звена непосредственно в венозное, минуя циркуляцию в капиллярах.

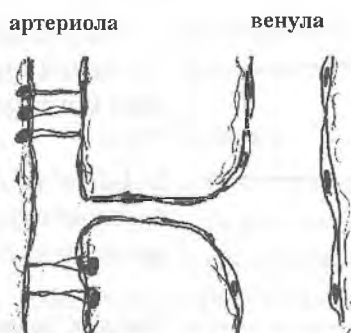
Функции АВА:

1. Регуляция кровенаполнения органов, местного и общего давления крови.
2. Мобилизация депонированной в венулах крови и стимуляция венозного кровотока в сторону сердца.
3. Артериолизация крови.
4. Терморегуляция.



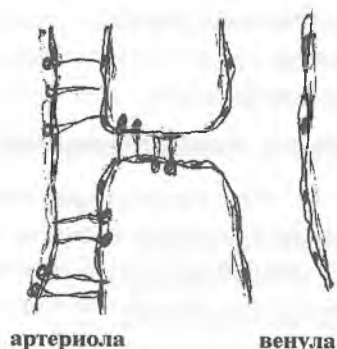
Полушунты

Артериола и венула связаны коротким широким капилляроподобным сосудом. При этом сбрасываемая кровь является смешанной.



Шунты без специальных сократительных структур

Регуляция кровотока осуществляется за счет мышечных клеток средней оболочки артериол. Сбрасывается артериальная кровь.



Шунты со специальными сократительными структурами

Во внутренней оболочке шунта скопление продольно расположенных гладкомышечных клеток.

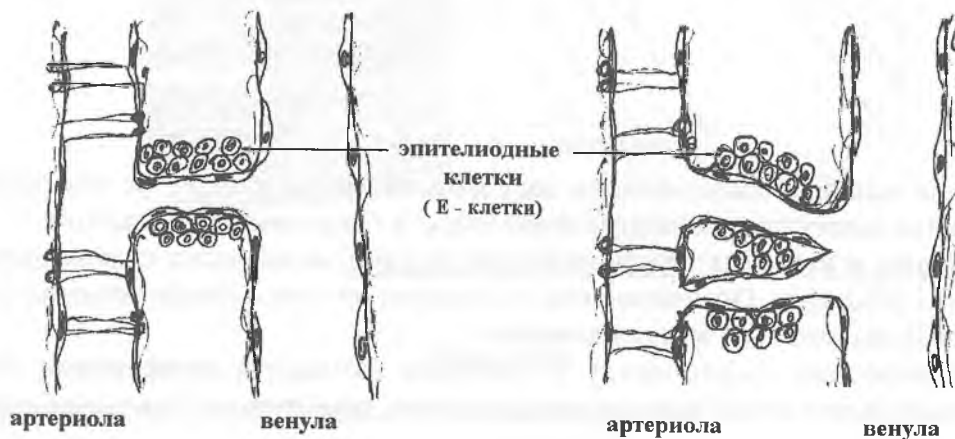
В подэндотелиальном слое они образуют так называемые **подушечки** или **валики**. При сокращении они перекрывают просвет шунта



В средней оболочке крупные клетки овальной формы — **эпителиоидные клетки (Е-клетки)**

простые

сложные



Лимфатические сосуды

Функции:

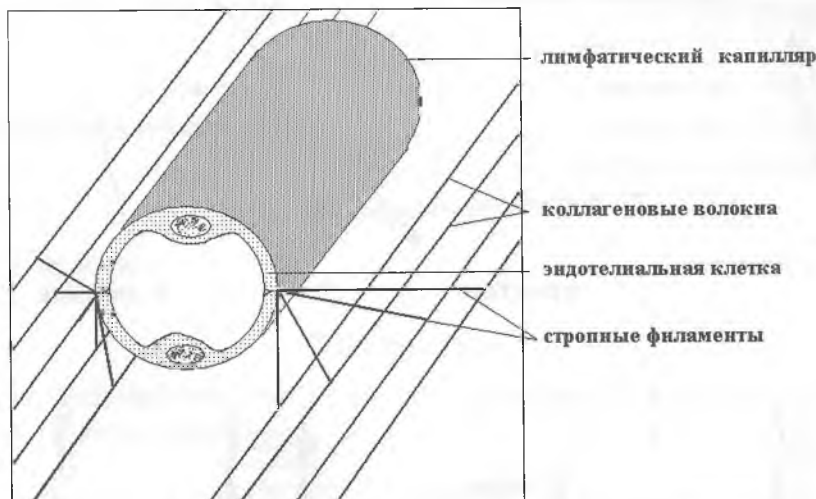
- по этим сосудам из органов и тканей отводятся продукты обмена,
- осуществляется отток тканевой жидкости,
- выводятся инородные частицы,
- осуществляется миграция лимфоцитов.

Классификация лимфатических сосудов

Лимфатические капилляры -----► посткапилляры -----► экстра- и интраорганные лимфатические сосуды -----► лимфатические стволы -----► главные лимфатические стволы (грудной проток и правый лимфатический проток).

Лимфатические капилляры по своему строению похожи на кровеносные капилляры, но имеют отличия:

1. Эндотелиальные клетки лимфатических капилляров в 3–4 раза крупнее, чем у гемокапилляров. На их интерстициальной поверхности много цитоплазматических выростов, а в цитоплазме много лизосом.
2. Края эндотелиальных клеток накладываются друг на друга. В месте их контакта имеются щели 0,5 мкм.
3. Базальная мембрана отсутствует или имеется тонкая прерывистая мембрана.
4. С окружающей соединительной тканью эндотелиальные клетки связаны коллагеновыми фибриллами (**стропными филаментами**, другое название — якорные). Одним концом они прикрепляются к мембране эндотелиальных клеток в местах их контактов, а другим концом вплетаются в продольно идущие коллагеновые волокна, окружающие капилляры. При накоплении жидкости в тканях якорные филаменты натягиваются, края эндотелиальных клеток смещаются, через открывающиеся щели в лимфатические капилляры проникает тканевая жидкость.



При увеличении калибра лимфатических сосудов в их стенке появляется базальная мембрана, увеличивается количество соединительной ткани и гладкомышечных клеток.

В стенках средних и крупных лимфатических сосудов, по аналогии с кровеносными сосудами, имеется 3 оболочки. Отличительной особенностью таких лимфатических сосудов является наличие большого количества **клапанов**.

Участок лимфатического сосуда между 2 клапанами называется **лимфангион**. Лимфатический сосуд представляет собой цепочку лимфангионов, по которым пульсирует лимфа.

Сердце

Функции сердца:

1. Сердце — орган, приводящий в движение кровь.
2. Сердце — рефлексогенная зона, поддерживающая нейрогенный тонус всех сосудов.
3. Сердце — источник импульсов, тонизирующих мозг.
4. Сердце вырабатывает биологически активные вещества.

Строение стенки сердца

Стенка сердца состоит из 3 оболочек:

Эндокард

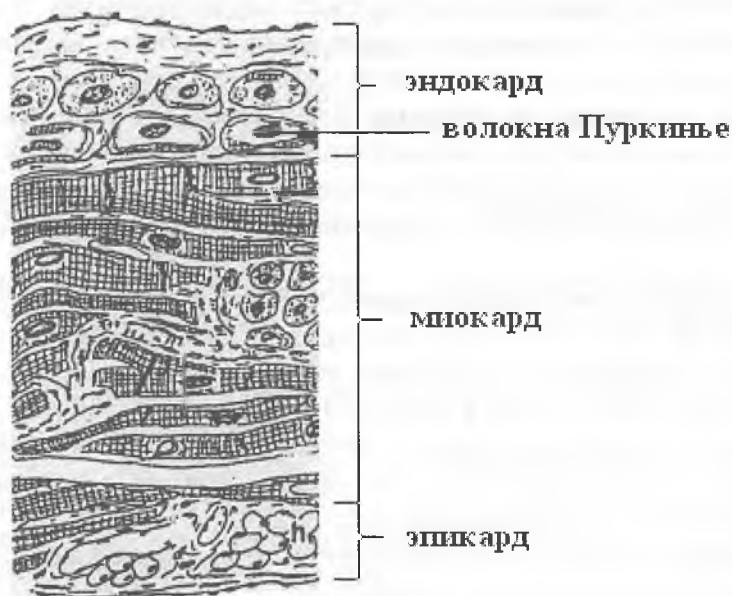
1. Эндотелиальные клетки, лежащие на базальной мембране.
2. Подэндотелиальный слой из рыхлой соединительной ткани.
3. Мышечно-эластический слой.
4. Наружный соединительнотканый слой.

Миокард

1. Сократительные (рабочие) кардиомиоциты.
2. Кардиомиоциты проводящей системы.
3. Рыхлая соединительная ткань, сосуды, нервы, нервные сплетения.

Эпикард

1. Соединительнотканная основа.
2. Эпителиальные плоские, лежащие на базальной мембране, клетки.



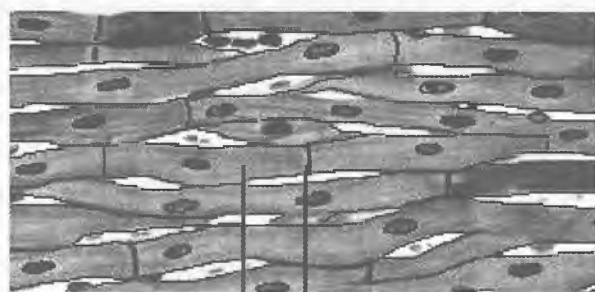
Миокард

В составе миокарда различают 2 типа кардиомиоцитов:

← Сократительные кардиомиоциты

→ Кардиомиоциты проводящей системы

Сократительные (рабочие) кардиомиоциты — это высокоспециализированные клетки прямоугольной формы, сильно вытянутые (длина — 50–120 мкм, ширина 15–20 мкм). В центре клетки располагается 1–2 ядра. У человека в миокарде присутствует от 10 до 13% двуядерных клеток. Снаружи кардиомиоциты покрыты сарколеммой, она состоит из плазмолеммы и базальной мембраны, в которую вплетаются коллагеновые волокна, образующие наружный скелет кардиомиоцитов. Кардиомиоциты имеют все органеллы общего назначения. Около 30% объема цитоплазмы занимают сильно разветвленные митохондрии, образующие митохондриальный ретикулум. Значительную часть цитоплазмы занимают миофибриллы.



кардиомиоцит

вставочный диск

волокно миокарда,
образованное
кардиомиоцитами

Кардиомиоциты контактируют между собой и образуют ветвящиеся анастомозирующие функциональные волокна. Таким образом, «сердечное волокно» — это цепочка из прямоугольных клеток.

Кардиомиоциты предсердий имеют отросчатую форму, их длина в 5 раз, а ширина в 2,5 раза меньше, чем у желудочковых кардиомиоцитов. В них находится меньше миофибрилл, однако развита шероховатая ЭПС и комплекс Гольджи, что может свидетельствовать о секреторной функции предсердных кардиомиоцитов. В цитоплазматических гранулах локализованы **гормонально активные пептиды**, например: натрийуретический фактор, оказывающий гипотензивный эффект на сосуды.

Кардиомиоциты проводящей системы. Это клетки, которые генерируют и проводят импульсы, вызывающие сокращения кардиомиоцитов. Такие клетки располагаются в синусно-предсердном узле, предсердно-желудочковом узле, пучке Гиса, волокнах Пуркинье. В составе указанных структур в различных соотношениях представлены 3 основных типа клеток:

1. **Клетки водителя ритма** (Пейсмекерные клетки). Они имеют нестабильный потенциал покоя, потому что их мембрана допускает протечку ионов натрия, что приводит к деполяризации мембраны и генерации потенциала действия. У здорового человека клетки деполяризуются 70 раз в минуту. Под влиянием нервных и гормональных импульсов может изменяться скорость деполяризации, однако начало деполяризации, т.е. способность к деполяризации и генерации сократительных импульсов, заложена в генетической природе пейсмекерных клеток.
2. **Переходные клетки** передают возбуждение от пейсмекерных клеток к рабочим кардиомиоцитам. Они представляют собой тонкие вытянутые клетки с малым количеством миофибрилл.
3. **Волокна Пуркинье.** Крупные клетки, с небольшим ядром, в них находится мало миофибрилл и много гликогена. Клетки Пуркинье располагаются группами или слоями, отделены от окружающих клеток прослойкой соединительной ткани.

Эпикард

Эпикард — это тонкая фиброзно-эластическая оболочка, поверхность которой выстлана мезотелием. В поверхностном слое эпикарда много коллагеновых волокон, во внутреннем слое много эластических волокон. Эпикард плотно срастается с миокардом.

Органы кроветворения и иммуногенеза

Функции органов кроветворения:

1. Образование форменных элементов крови и лимфы – гемопоэз и лимфопоэз.
2. Удаление из крови и лимфы погибших и поврежденных форменных элементов.
3. Депонирование крови и лимфы.
4. Обеспечение генетического постоянства клеточного состава организма (распознавание и уничтожение различных антигенов, в том числе чужеродных и опухолевых клеток).

Классификация органов кроветворения

Центральные
ответственны за
антигеннезависимый гемопоэз

1. Красный костный мозг
2. Тимус

Периферические
ответственны за
антигензависимый гемопоэз

1. ЛССО – лимфоидная система слизистых оболочек пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем
2. Лимфатическая система кожи
3. Лимфатические узлы
4. Селезёнка

Морфофункциональные особенности кроветворных органов

1. Наличие двух структурных компонентов:

Гемального компонента

клетки крови, находящиеся на различных стадиях созревания

Стромального компонента

клетки, формирующие микроокружение для кроветворных клеток

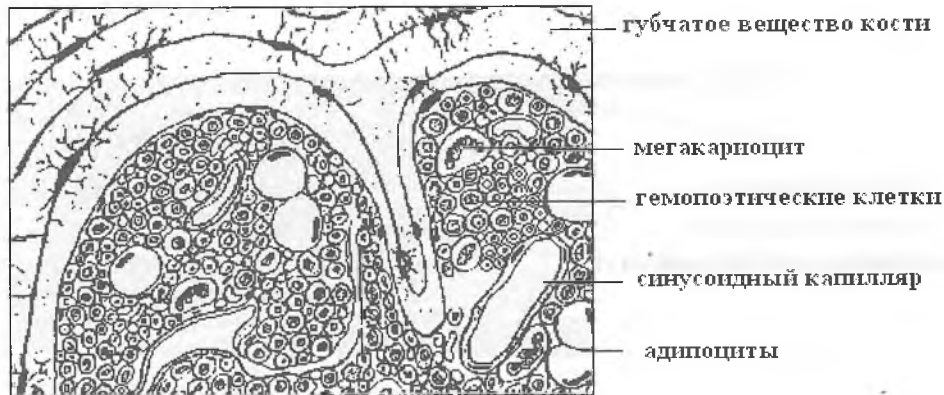
Между этими компонентами существует тесное структурное и функциональное взаимодействие.

2. Постоянное присутствие в органах кроветворения исходных кроветворных клеток – стволовых кроветворных клеток (СКК).
3. Постоянная сортировка и выбраковка кроветворных клеток.
4. Своеобразие микроциркуляторного русла:
 - замедление кровотока,
 - высокое гидростатическое давление,
 - капилляры фенестрированного и перфорированного типов,
 - наличие в посткапиллярных венулах призматического эндотелия, через который избирательно рециркулируют кроветворные клетки,
 - наличие сфинктеров в посткапиллярных венулах селезенки, обеспечивающих депонирование крови,
 - наличие антигеннепроницаемого барьера (гематотимусный барьер).

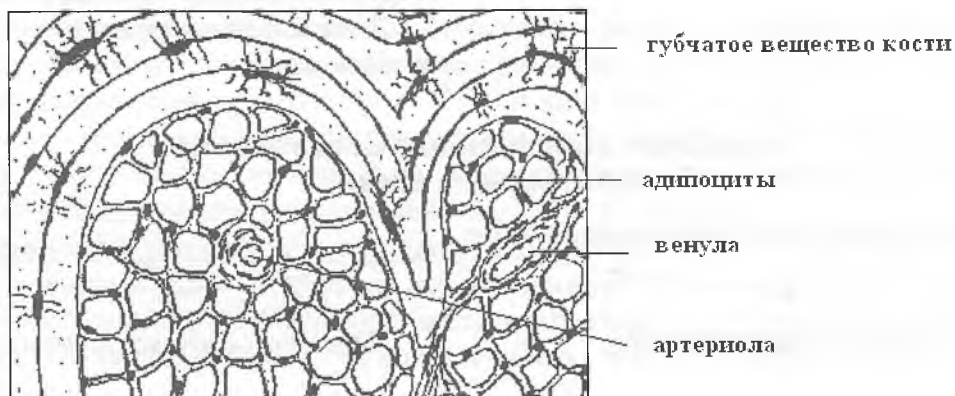
Центральные органы кроветворения

Красный костный мозг

Костный мозг располагается внутри костей и имеет полужидкую консистенцию. У взрослого человека различают **красный костный мозг**, который с возрастом замещается на **желтый костный мозг**. У ребенка красный костный мозг заполняет полости плоских костей, а также диафизов и эпифизов трубчатых костей.



Постепенное снижение числа гемопоэтических клеток и увеличение числа адипоцитов ведёт к формированию желтого костного мозга у взрослого человека.



Замещение красного костного мозга на желтый завершается к 18 годам.

Ежедневно красный костный мозг вырабатывает около 200 миллиардов эритроцитов и 10 миллиардов лейкоцитов, которые высвобождаются в кровь через стенку его синусоидных капилляров.

Красный костный мозг включает:

Гемальный компонент

представлен пролиферирующими, дифференцирующимися и созревающими клетками крови

Стромальный компонент

представлен клеточными и неклеточными элементами, формирующими трёхмерный структурный каркас (микроокружение)

Гемальный компонент красного костного мозга

Различные типы клеток крови образуются, согласно унитарной теории кроветворения, из единой стволовой кроветворной клетки (СКК).

Основные свойства и характеристики СКК

1. Полипотентность — способность дифференцироваться в различных направлениях и образовывать все типы клеток крови и лимфы.
2. Самоподдержание — способность сохранять в процессе деления пул СКК. Существует 2 механизма самоподдержания:
 - деление СКК ассиметрично, т.е. ассиметричный митоз, при котором одна из дочерних клеток не дифференцируется (копия материнской клетки), а другая дочерняя клетка в результате своей дифференцировки образует зрелые клетки крови;
 - из СКК при каждом делении образуются две СКК или две дифференцирующиеся клетки. При этом соблюдается равновесие между числом делений, увеличивающих количество СКК и делений, связанных с появлением зрелых клеток.
3. Рециркуляция — способность СКК выходить в кровоток, затем после циркуляции в крови возвращаться в различные кроветворные органы.
4. СКК находятся вне митотического цикла, т.е. в G_0 периоде, и крайне редко делятся, не отвечают на факторы дифференцировки, поэтому кроветворение поддерживается за счет потомков СКК.
5. Низкая концентрация СКК в кроветворных органах ($1:10^3$) и крови ($1:10^4$).

Гемоцитопозз

Гемоцитопозз — это процесс образования клеток крови. Основные этапы представлены в таблице, из которой следует, что на втором этапе кроветворения в результате деления СКК образуются полустволовые олигопотентные родоначальные клетки (КОЕ – Э) и (КОЕ – Л). В отличие от СКК, эти клетки:

- способны к самоподдержанию, но образуют не все типы клеток крови, т.е. их способность к дифференцировке ограничена;
- подвержены влиянию различных факторов дифференцировки (поэтинов).

На III этапе кроветворения образуются унипотентные клетки (КОЕ-ГМ, КОЕ-Э, КОЕ-М и т.д.). Клетки этого этапа кроветворения также способны к самоподдержанию, однако, дифференцируясь в одном направлении, они образуют один тип зрелых клеток крови.

Морфофункциональные особенности клеток первых 3 этапов кроветворения

Клетки I, II и III этапов кроветворения не имеют морфологических различий. Под микроскопом они все похожи на малые лимфоциты, т.е. это небольшие клетки диаметром 8–10 мкм с базофильной цитоплазмой. Большую часть клетки занимает ядро.

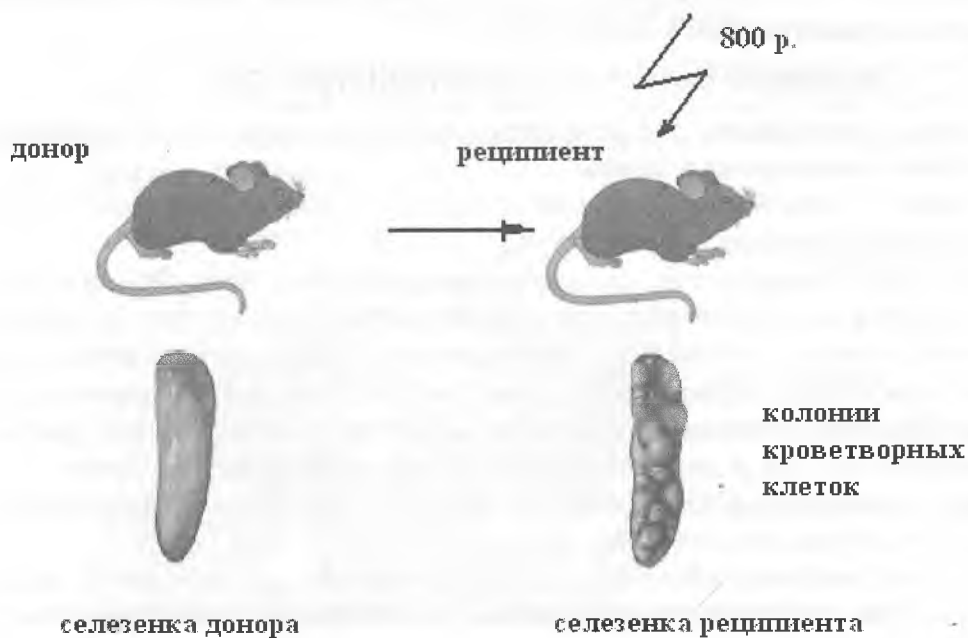
В процессе дифференцировки этих клеток происходит реаранжировка генов в составе их ДНК, т.е. процессы дифференцировки происходят на уровне генома, и они не сопровождаются изменениями в морфологии клеток.

Клетки I, II и III этапов способны образовывать **колонии кроветворных клеток**, поэтому их называют **КОЕ** (колонии образующие единицы).

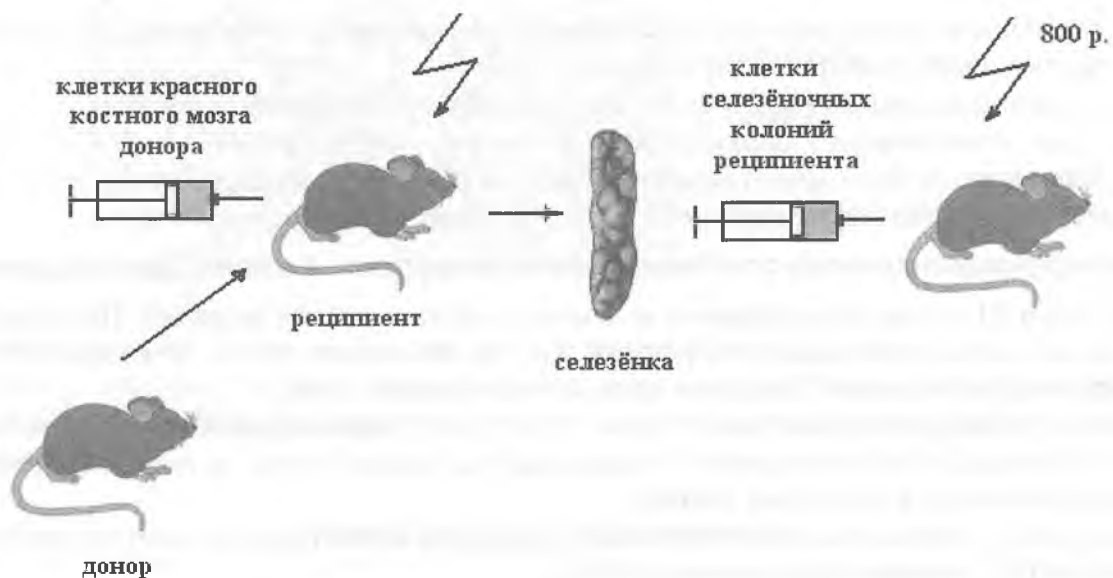
Впервые колонии кроветворных клеток были открыты в эксперименте по пересадке красного костного мозга от донора к реципиенту (Till и Mc Colloch 1961).

В хвостовую вену облученной мыши вводили суспензию клеток красного костного мозга мыши-донора. На поверхности селезенки реципиента наблюдали образование узелков. При гистологическом исследовании каждый такой узелок оказался колонией кроветворных клеток.

Схема эксперимента



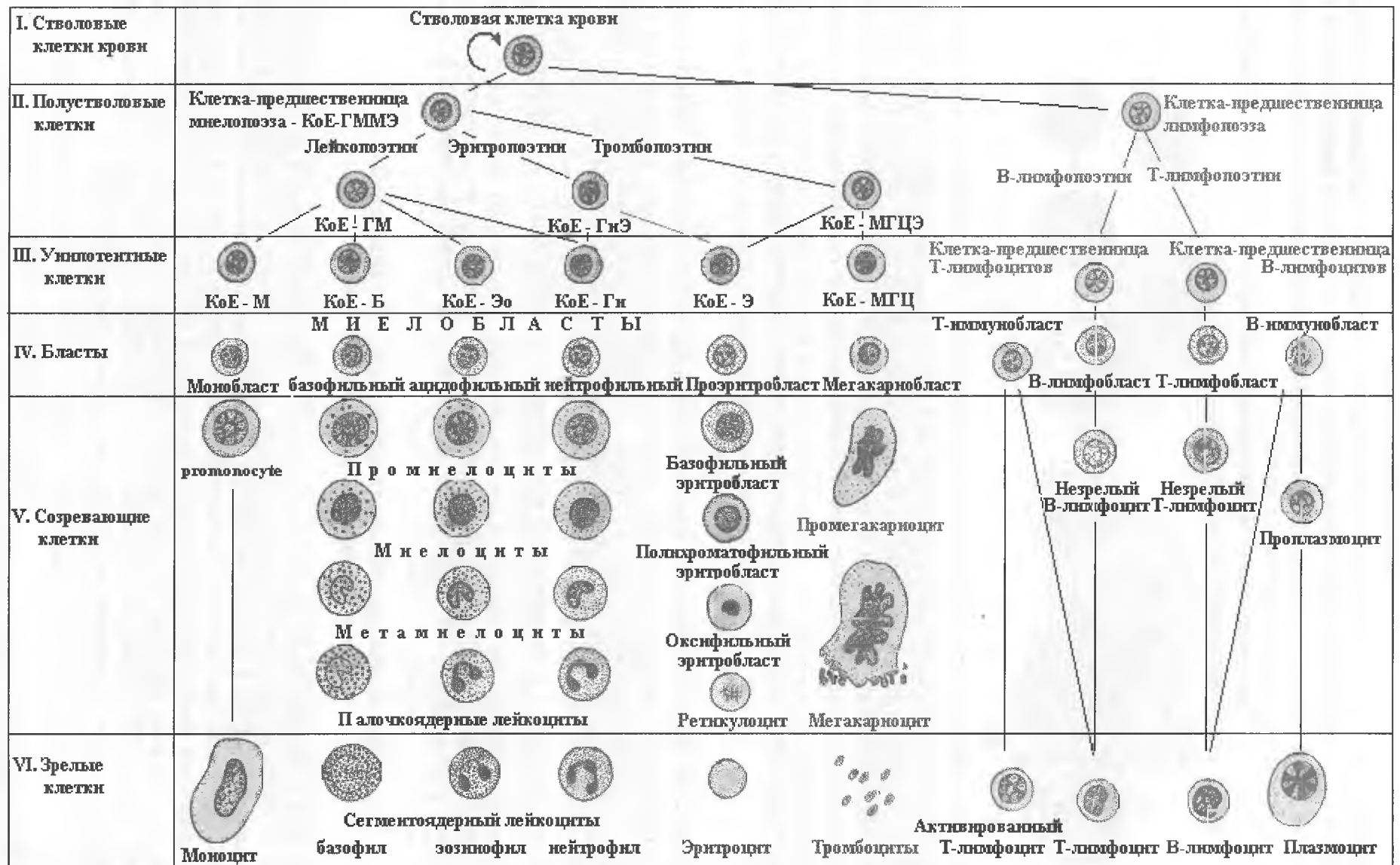
В дальнейших экспериментах было показано, что все клетки колонии являются потомками одной кроветворной клетки. Кроме того, исследования показали, что восстанавливать кроветворение у реципиента способны и клетки селезёночных колоний, т.е. в колонии присутствовали клетки, способные восстанавливать кроветворение. Такой процесс называется **рекло- нирование**.



Реклонирование кроветворных клеток широко используется в клинике. В настоящее время колонии кроветворных клеток получают *in vitro*.

На IV этапе кроветворения образуются **клетки-бласты**. В этих клетках начинаются специ- фические синтезы. Продукты синтезов постепенно накапливаются в цитоплазме клеток, в результате чего изменяются их морфологические признаки, что даёт возможность проследить последовательные стадии их **созревания**, т.е. выстроить схему кроветворения.

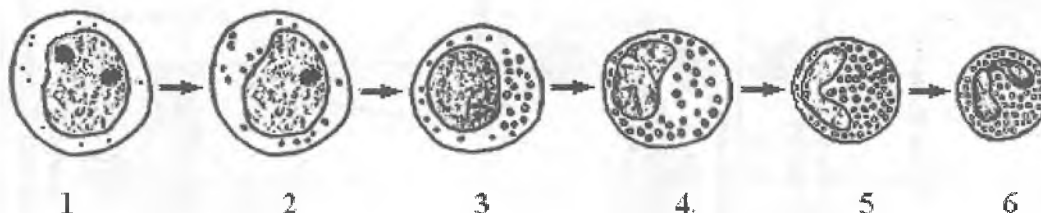
Рассмотрим подробнее этапы кроветворения различных клеток крови.



Гранулоцитопоз

Гранулоцитопоз — это процесс созревания в красном костном мозге гранулоцитов: нейтрофилов, базофилов и эозинофилов. Ранним предшественником этих клеток является КОЕ-ГМ. В костном мозге выделяются клетки 6 последовательных стадий созревания, начиная со стадии бластов (морфологически различных клеток):

1. Миелобласты → 2. Промиелоциты → 3. Миелоциты → 4. Метамиелоциты → 5. Палочкоядерные клетки → 6. Сегментоядерные клетки.



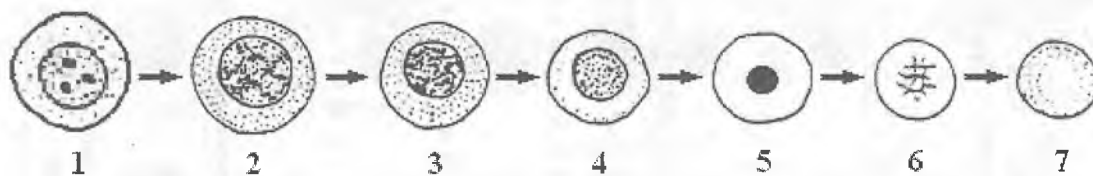
Созревание клеток гранулоцитарного ряда сопровождается изменением формы ядра, которое приобретает характерную сегментацию (у метамиелоцитов ядро имеет бобовидную форму), затем оно становится палочковидным, а ядра зрелых клеток состоят из нескольких сегментов). В цитоплазме клеток происходит постепенное накопление специфических и неспецифических гранул.

В кровотоки поступают клетки на стадии метамиелоцитов, палочкоядерные и сегментоядерные клетки.

Эритропоз

Эритропоз — это процесс созревания эритроцитов в красном костном мозге. Наиболее ранними эритроидными предшественниками являются: бурсообразующая единица (БОЭ-Э) и продукт её дифференцировки КОЕ-Э. Можно наблюдать следующие последовательные стадии созревания эритроцитов в красном костном мозге (начиная со стадии бластов):

1. Эритробласт → 2. Прозеритробласт → 3. Базофильный эритробласт → 4. Полихроматофильный эритробласт → 5. Оксифильный эритробласт → 6. Ретикулоцит → 7. Эритроцит.

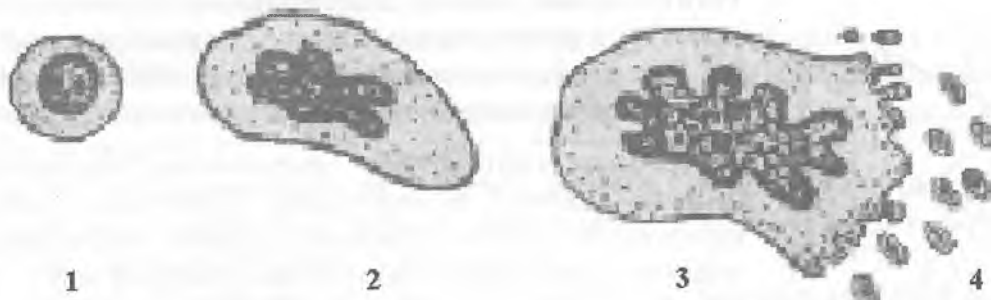


Самой ранней морфологически различимой клеткой в эритропозе является проэритробласт. Созревание эритроидных клеток сопровождается прогрессивным уменьшением размеров ядра и накоплением РНК в цитоплазме клеток. Этим объясняется усиление базофилии цитоплазмы (базофильный эритробласт), последующее появление гемоглобина в цитоплазме (полихроматофильный эритробласт). Постепенно цитоплазма заполняется гемоглобином (оксифильный эритробласт). Параллельно идёт процесс уплотнения ядра и уменьшение его относительного размера. На стадии ретикулоцита клетка освобождается от ядра, но аппарат биосинтеза белка остаётся. В кровотоки поступают ретикулоциты и эритроциты.

Мегакариопоэз

Мегакариопоэз — это процесс созревания клеток — мегакариоцитов. От их цитоплазмы отделяются небольшие фрагменты — **кровяные пластинки (тромбоциты)**. Последовательные стадии дифференцировки мегакариоцитов включают в себя:

1. Мегакариобласт → 2. Промегакариоцит → 3. Мегакариоцит → 4. Тромбопластинки.



В процессе созревания клеток увеличивается объём цитоплазмы, в которой накапливается большое количество гранул. Происходит полиплоидизация ядер. Затем в цитоплазме образуются демаркационные мембраны, разделяющие цитоплазму на небольшие фрагменты. Эти фрагменты отрываются от клеток и поступают в кровоток — это и есть тромбопластинки.

Лимфопоэз

Лимфопоэз — процесс образования в красном костном мозге В-клеток и пре-Т-клеток, начинается с полипотентных клеток — СКК, которые дифференцируются в КОЕ-Л. Стадии дифференцировки В-лимфоцитов выглядят следующим образом:

КОЕ-Л → Пре-В-клетки → В-лимфобласт → В-пролимфоцит → В-лимфоцит.

Процесс созревания лимфоцитов связан с появлением рецепторов на поверхности клеток, реконструкцией генома и накоплением биологически активных веществ в цитоплазме клеток. Завершается созревание В-клеток в периферических органах кроветворения, где происходит их контакт с антигенами.

Процесс созревания Т-клеток в красном костном мозге заканчивается на стадии пре-Т-лимфоцитов. Дальнейшая дифференцировка и селекция этих клеток происходит в тимусе. Окончательное созревание Т-клеток, также как и В-клеток, происходит после их контакта с антигеном в периферических кроветворных органах (селезёнке, лимфатических узлах и др.).

Стромальный компонент красного костного мозга (гемопоэтическое микроокружение)

Помимо гемальных клеток в состав красного костного мозга входят клетки, образующие поддерживающий каркас и создающие определённые условия для дифференцировки и созревания клеток крови. Эти клетки формируют строму красного костного мозга.

Функции стромального компонента:

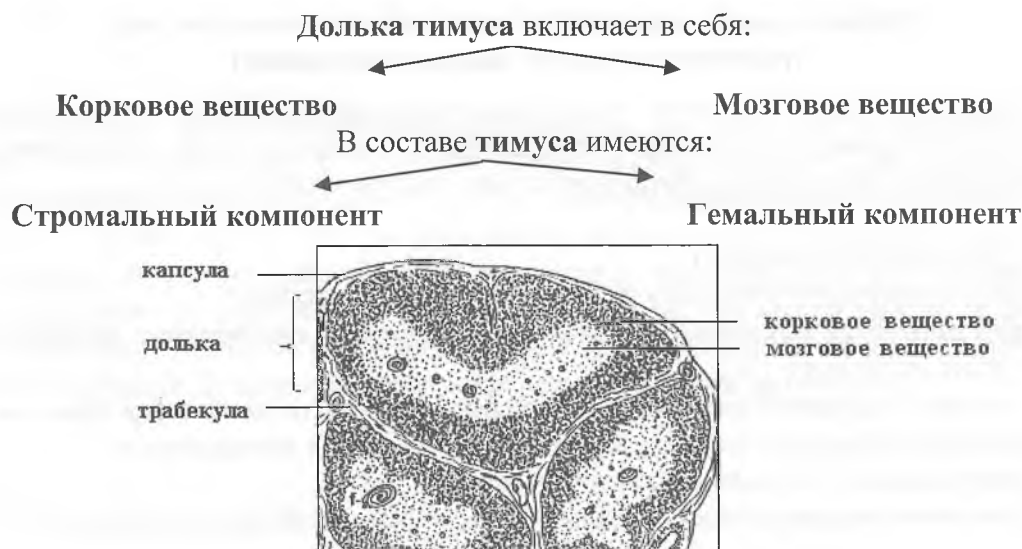
1. Создание микроокружения для развивающихся клеток крови:
 - разграничение различных ростков кроветворения (эритроидные островки, миелоидные островки и т.д.),
 - регуляция кроветворения за счёт выработки гемопоэтических факторов роста.
2. Обеспечение трофики, опоры и защиты развивающихся клеток крови.
3. Депонирование и выбраковка клеток крови.
4. Обеспечение рециркуляции СКК, выбор направлений дифференцировки СКК.

Клеточный состав стромального компонента костного мозга		1. Остеобласты и остеогенные клетки. Костная ткань является защитным каркасом для красного костного мозга (кровообразование идет в плоских костях и эпифизах трубчатых костей). Этот каркас ограничивает объем кроветворной ткани. Непосредственное влияние клеток костной ткани на процесс кроветворения в настоящее время активно изучается
		2. Ретикулярные клетки синтезируют компоненты основного вещества и ретикулярных волокон, а также ростовые факторы. Они формируют сетчатую строму, ячейки которой заполнены колониями однотипных гемопоэтических клеток
		3. Макрофаги синтезируют эритропоэтин, колонестимулирующие факторы, интерлейкины. Уничтожают дефектные кроветворные клетки. Отмечена высокая концентрация макрофагов в зоне эритроидных очагов кроветворения
		4. Фибробласты. Поверхность созревающих кроветворных клеток контактирует с отростками фибробластов
		5. Эндотелиальные и адвентициальные клетки сосудов красного костного мозга обеспечивают избирательную миграцию зрелых клеток в кровотоки
		6. Жировые клетки – адипоциты. Липиды этих клеток не расходуются даже при очень длительном голодании. Эти клетки заполняют пространства в костных полостях, ограничивая объем кроветворной ткани в организме

Кроме клеток в состав красного костного мозга входят ретикулярные и коллагеновые волокна.

Тимус

Вторым **центральным органом** кроветворения является тимус. В нём образуются Т-лимфоциты. Т-лимфоциты являются ведущими клетками иммунных реакций организма. Тимус расположен на перикарде в переднем средостении. Он имеет треугольную форму и состоит из 2 долей. Его покрывает соединительнотканная капсула. Отходящие от капсулы трабекулы разделяют орган на дольки.



Гемальный компонент тимуса

Гемальный компонент тимуса представлен Т-клетками на разных стадиях дифференцировки. Из красного костного мозга под влиянием тимопоэтина в тимус мигрируют пре-Т-лимфоциты, не исключается и миграция СКК и полустволовых кроветворных клеток. В тимусе под влиянием клеток микроокружения идёт специализация Т-клеток, которая включает в себя:

- перестройку генома (реаранжировку генов),
- формирование антигенраспознающих рецепторов на поверхности клеток.

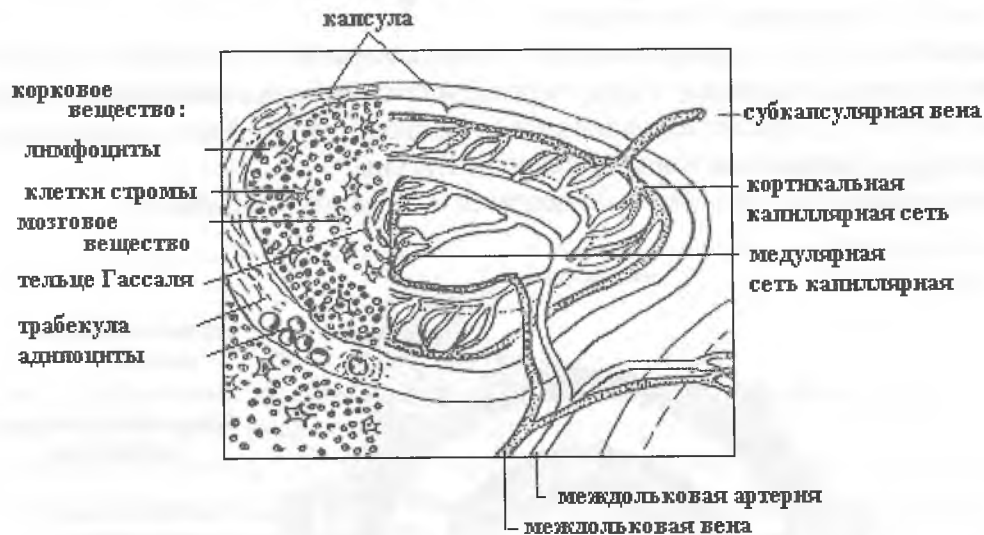
Развивающиеся лимфоциты не контактируют с антигенами (антигеннезависимый процесс), за исключением «своих» антигенов, аутоантигенную презентацию которых осуществляют стромальные клетки.

Появляющиеся в процессе созревания Т-клетки, имеющие рецепторы к аутоантигенам, подвергаются апоптозу (генетически запрограммированной гибели). За счёт этого в корковом веществе долек тимуса гибнет около 90% Т-клеток.

Процесс созревания Т-лимфоцитов происходит преимущественно в корковом веществе тимусных долек. Образующиеся здесь клетки покидают тимус через венулы, лежащие на границе коркового и мозгового вещества, минуя мозговое вещество.

Т-лимфоциты, которые находятся в мозговом веществе тимуса, считаются самостоятельной популяцией клеток. По сравнению с корковыми лимфоцитами они характеризуются рядом особенностей:

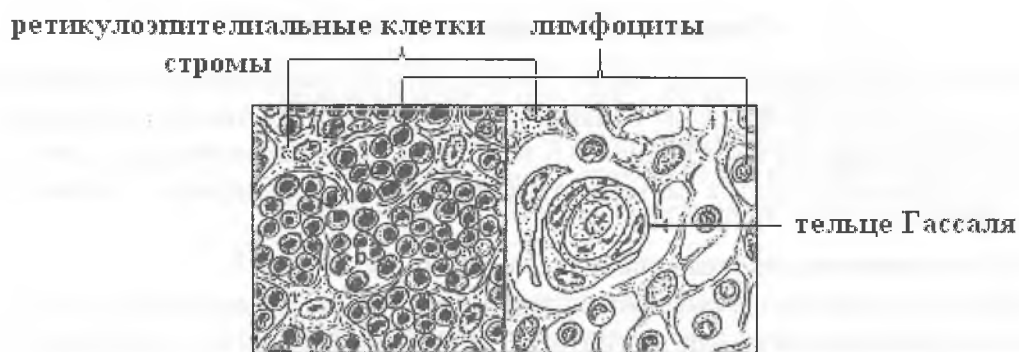
- обладают значительной устойчивостью к различным воздействиям,
- способны к рециркуляции (выходу в кровоток и возвращению назад),
- предполагают, что эти клетки участвуют в создании внутренней среды тимуса.



По Ю.И. Афанасьеву, Л.П. Бобовой

Стромальный компонент тимуса

- I. **Соединительнотканная строма** представлена капсулой и междольковыми перегородками (трабекулами), в которых проходят кровеносные сосуды.
- II. **Эпителиальные клетки стромы.** Тимус — единственный из кроветворных органов, строма которого образована эпителиальной, а не ретикулярной тканью. Эпителиальные клетки имеют отростчатую форму и связаны с базальной мембраной. Они выполняют:
 1. Опорную функцию — формируют строму органа.
 2. Барьерную функцию — входят в состав гематотимусного барьера.



3. Секреторную функцию, так как кроме опорных эпителиальных клеток в тимусе присутствуют секреторные эпителиальные клетки, синтезирующие тимопоэтин, тимулин, тимозин, тимусный гуморальный фактор и т.д.
4. Функцию презентации антигенов: эпителиальные клетки представляют аутоантигены (собственные антигены) созревающим Т-клеткам.
5. Участвуют в дифференцировке лимфоцитов – известно, что эпителиальные клетки подкапсулярной зоны тимуса (клетки «няньки») имеют глубокие инвагинации, в которых располагаются созревающие Т-лимфоциты.
6. Участвуют в образовании в мозговом веществе долек слоистых телец – телец Гассалья.

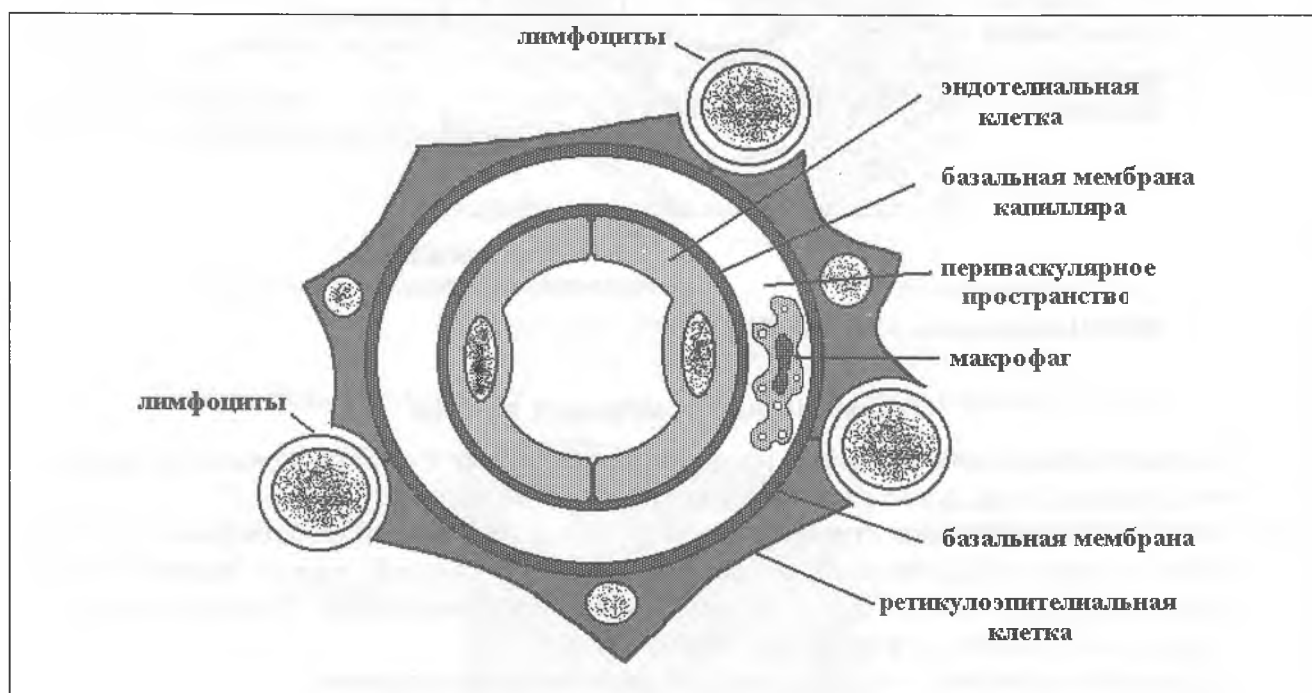
III. **Вспомогательные клетки:** макрофаги, дендритные клетки, миоэпителиальные клетки и нейроэндокринные клетки.

Структура гематотимусного барьера

Гематотимусный барьер обеспечивает антигеннезависимый гемопоэз, т.е. препятствует контакту созревающих клеток с чужеродными веществами, находящимися в крови.

Включает в себя 3 структурных компонента:

1. Эндотелиальные клетки кровеносных капилляров коркового вещества тимуса, расположенные на базальной мембране в виде черепицы, т.е. наслаивающиеся друг на друга.
2. Периваскулярное пространство, заполненное макрофагами и другими клетками, способными фагоцитировать и инактивировать аутоантигены.
3. Стромальные эпителиоциты, располагающиеся на базальной мембране.



Инволюция тимуса

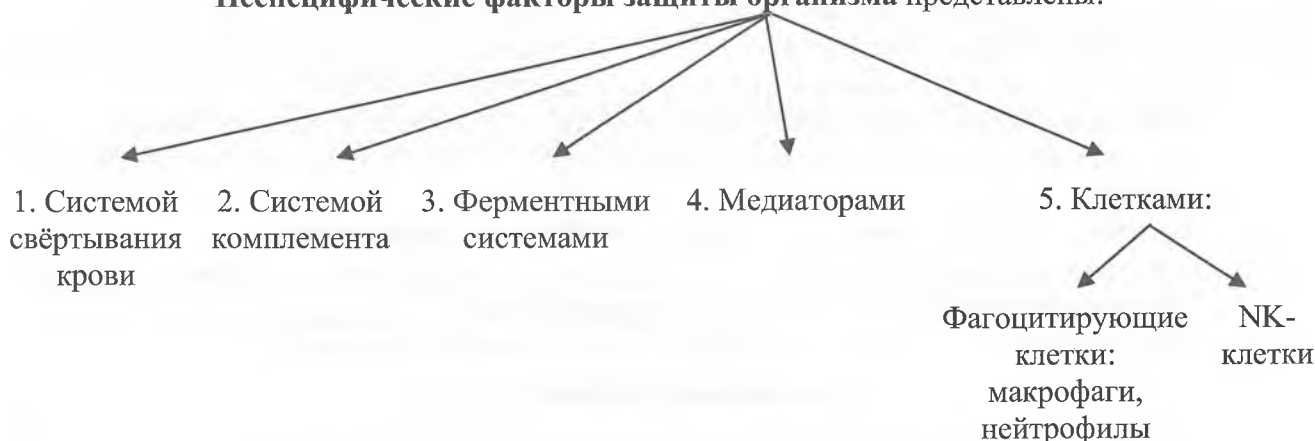
Процесс лимфопозза в тимусе в значительной степени является гормонально зависимым. В первую очередь он зависит от тестостерона и кортизона. При возрастном изменении уровня гормонов или в ответ на стресс резко снижается количество Т-клеток в тимусе. Поэтому в первом случае имеет место возрастная, а во втором — акцидентальная инволюция тимуса. Акцидентальная инволюция, в отличие от возрастной, имеет обратимый характер.

Периферические органы кроветворения

Периферические органы кроветворения, также как и центральные кроветворные органы, входят в состав иммунной системы организма.

Иммунная система — это комплекс органов и тканей, обеспечивающих защиту организма от **антигенов** (генетически чужеродных клеток и веществ, которые могут поступать из внешней среды или образовываться внутри организма). Деятельность этой системы направлена на поддержание генетической целостности и постоянства внутренней среды организма. Реакция организма, обеспечивающая защиту от антигенов (АГ), называется **иммунитетом**. Иммуитет обеспечивается **специфическими и неспецифическими механизмами**.

Неспецифические факторы защиты организма представлены:



1. **Система свёртывания крови** формирует тромбы в стенке поврежденных сосудов, предотвращая доступ антигенов во внутреннюю среду организма.
2. **Система комплемента**. Комплемент — это большая группа белков и гликопротеидов (C1, C2, C3, C4; C5, C6, C7, C8), образующихся в печени. При встрече комплемента с микроорганизмом следует ряд каскадных реакций, что приводит к образованию комплексного соединения — **мембран атакующего комплекса**. Этот комплекс способен перфорировать оболочки микроорганизмов, вызывая их гибель.
3. **Ферментные системы** служат для разрушения оболочек грамположительных бактерий, на которые не действует система комплемента. Примером может служить фермент мурамидаза — лизоцим.
4. **Медиаторы** — это вещества, осуществляющие согласование деятельности различных клеток, принимающих участие в защитных реакциях организма.
В тех случаях, когда гуморальные факторы не способны убить микроорганизм, они ограничиваются его подготовкой к фагоцитозу — **опсонизацией**. Фагоцитоз осуществляется макрофагами и нейтрофилами.

5. Клетки:

- **Нейтрофилы** — эти клетки фагоцитируют и уничтожают преимущественно микроорганизмы и другие антигены, находящиеся в жидкостях организма.
- **Макрофаги** уничтожают клетки организма, инфицированные микроорганизмами, вирусами, а также погибшие или видоизмененные соматические клетки. Помимо фагоцитоза макрофаги и нейтрофилы выполняют координирующую функцию в иммунном ответе, так как секретируют регуляторные белки и медиаторы.
- **НК-клетки** — уничтожают клетки с изменённым геномом или с изменённым рецепторным составом наружной мембраны.



Эти факторы появляются вместе с развитием, усовершенствованием и усложнением иммунной системы в процессе эволюции.

Антитела (иммуноглобулины)

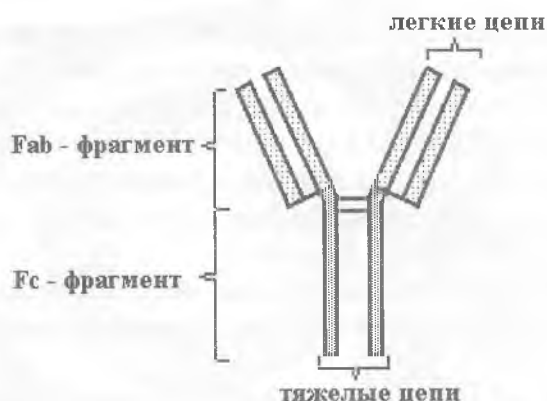
В организме существуют несколько классов иммуноглобулинов: IgG, IgM, IgA, IgE, IgD.

Иммуноглобулины играют важную роль в защите организма, выполняя следующие функции:

1. Компенсируют проблемы комплемента по узнаванию антигенов.
2. Дают возможность комплементу удерживаться на поверхности микроорганизма.
3. Подготавливают микроорганизмы к фагоцитозу — этот процесс называется **опсонизацией**.
4. Антитела склеивают микроорганизмы, вызывая их **агглютинацию**.
5. Водорастворимые антигены при взаимодействии с антителами образуют комплексы, выпадающие в осадок, что называется **преципитацией**.
6. Предотвращают выделение микробных токсинов и инактивируют их.

Строение иммуноглобулинов

Иммуноглобулины — это вещества белковой природы. В их состав входят 2 тяжёлые и две лёгкие цепи, соединённые дисульфидными связями.



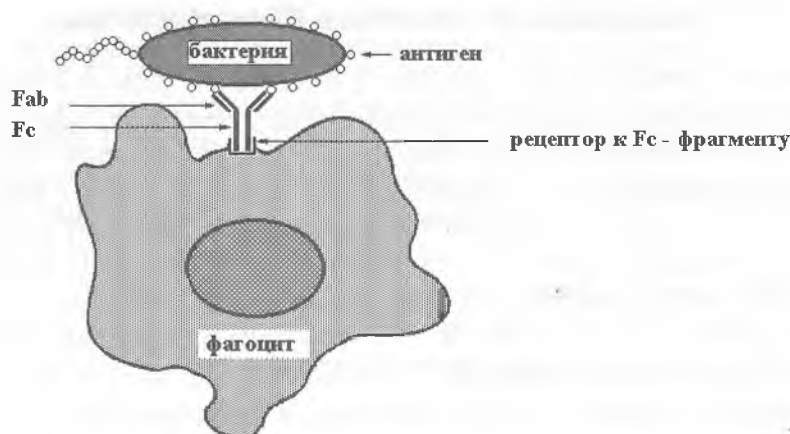
Лёгкие и тяжёлые цепи антител имеют:

- константные участки, идентичные у иммуноглобулинов одного класса
- переменные участки, обеспечивающие специфичность при распознавании антигенов.

В процессе иммунного ответа ферменты протеазы расщепляют иммуноглобулины на:

Fab-фрагмент,
предназначенный для связи с антигеном.

Fc-фрагмент,
предназначенный для связи с различными
элементами иммунной системы (например,
фагоцитирующими клетками)

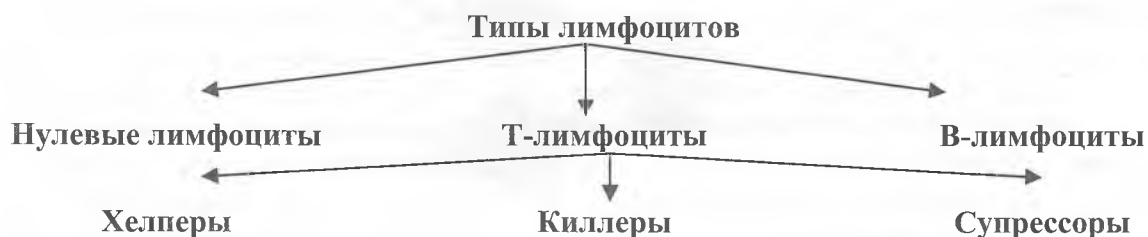


Нейтрофилы, макрофаги и другие клетки, способные к фагоцитозу, имеют на своей поверхности **рецепторы к Fc-фрагменту антител**.

Фактически антитела действуют как молекулы-посредники, вовлекающие в распознавание антигенов различные элементы иммунной системы.

Лимфоциты

Способность организма отвечать практически на любой антиген обеспечивается наличием в нём различных **функциональных типов лимфоцитов**.



Лимфоциты различаются специфическими рецепторами. Эти рецепторы представляют собой сигнальные молекулы, расположенные на поверхности клеток. Процесс появления этих молекул на лимфоцитах называется **экспрессия антигенов**.

Морфофункциональные особенности лимфоцитов

Морфологические отличия указанных типов лимфоцитов при стандартных методах окрашивания весьма относительны. Все вышеуказанные типы лимфоцитов можно отнести к малым лимфоцитам и в меньшей степени к средним лимфоцитам, а NK-клетками являются большие зернистые лимфоциты.

Различаются же указанные функциональные типы лимфоцитов по специфике химического состава их клеточной мембраны, т.е. по рецепторному составу, определяемому с помощью иммуно-гистохимических методов.

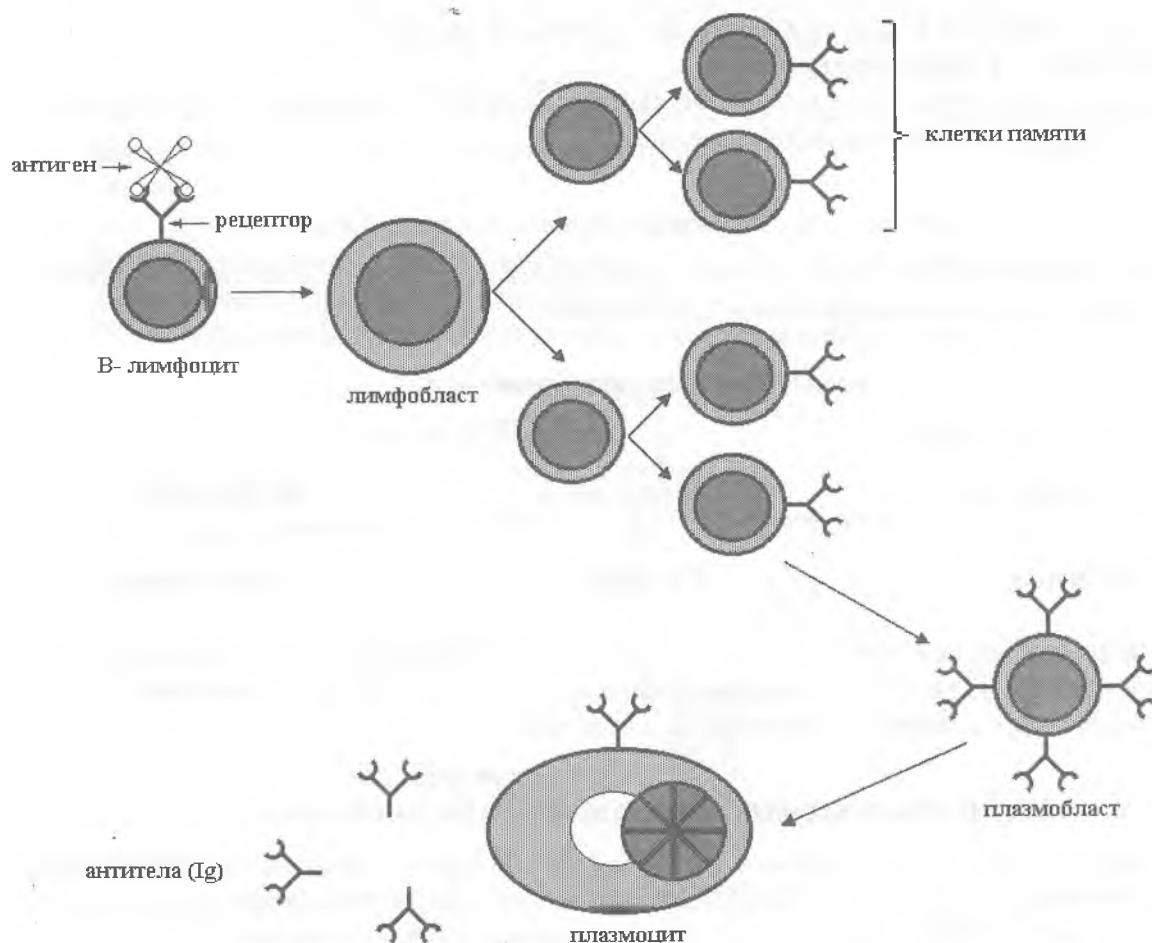
В настоящее время создана номенклатура рецепторов лимфоцитов — CD-номенклатура, например: для В-лимфоцитов характерны рецепторы CD19, CD20, CD24, дифференцированные Т-клеточные рецепторы — CD3, CD4, CD8.

Функция лимфоцитов — это распознавание антигенов, что является основой приобретенного иммунитета. В реакции Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов существует значительные различия.

Распознавание антигенов В-лимфоцитами

В-лимфоциты, образующиеся в красном костном мозге, являются иммунологически незрелыми. Их созревание происходит только после контакта с антигеном на территории периферических органов кроветворения, В-лимфоциты распознают АГ с помощью рецепторов, локализованных на их поверхности. Специфичность этих рецепторов очень высока, т.е. рецептор комплементарен только к определённому АГ (узнаёт только свой АГ). Поэтому в организме человека существует большое количество различных типов В-лимфоцитов, т.к. иммунная система работает по принципу «один АГ — один лимфоцит».

Рассмотрим этот процесс более подробно. После распознавания АГ происходит бластотрансформация В-лимфоцитов: они превращаются в крупные светлые клетки — лимфобласты, способные к размножению.



В результате нескольких последовательных делений лимфобластов образуется большое количество клеток, имеющих на поверхности антигенный рецептор, комплементарный узнаваемому АГ (т.е. клеток, аналогичных исходному В-лимфоциту). Дальнейшая судьба этих клеток складывается следующим образом:

- Часть из этих клеток становятся В-клетками памяти, сохраняющими информацию о встреченном АГ. При повторном контакте с этим антигеном В-клетки памяти будут быстро пролиферировать и обеспечат более эффективный вторичный ответ на АГ. Даже после устранения инфекции сохраняется некоторая часть новообразованных лимфоцитов, способных вновь активироваться, если АГ встретится им повторно.

Существованием клеток-памяти обусловлен долгосрочный иммунитет к тому или иному возбудителю (АГ).

- Другая часть образовавшихся В-клеток начинает синтезировать молекулы, аналогичные рецептору, экспрессированному на их поверхности. Эти молекулы получили название иммуноглобулинов. Сначала они удерживаются на поверхности клеток, и такие клетки называют **плазмобластами**. В последующем иммуноглобулины отделяются от поверхности клеток и попадают в жидкостные среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость). Эти синтезирующие клетки называют **плазмócитами**, а секретируемые ими молекулы **иммуноглобулинами** (γ -глобулинами или **антителами**).

Таким образом, после контакта с антигенами В-клетки превращаются в плазматические клетки – плазмócиты, которые в свою очередь начинают продуцировать антитела – иммуноглобулины различных типов.

Вывод: встретив и распознав «свой» антиген, В-клетки вступают в цикл клеточного деления, а затем дифференцируются в плазматические клетки, которые синтезируют антитела (иммуноглобулины). Благодаря своей идентичности исходным рецепторным молекулам, антитела взаимодействуют с тем антигеном, который первоначально активировал В-клетку.

Распознавание антигенов Т-лимфоцитами

На поверхности Т-лимфоцитов, также как и у В-лимфоцитов, имеются антигенраспознающие структуры — Т-клеточные рецепторы (ТКР), состоящие из двух субъединиц:

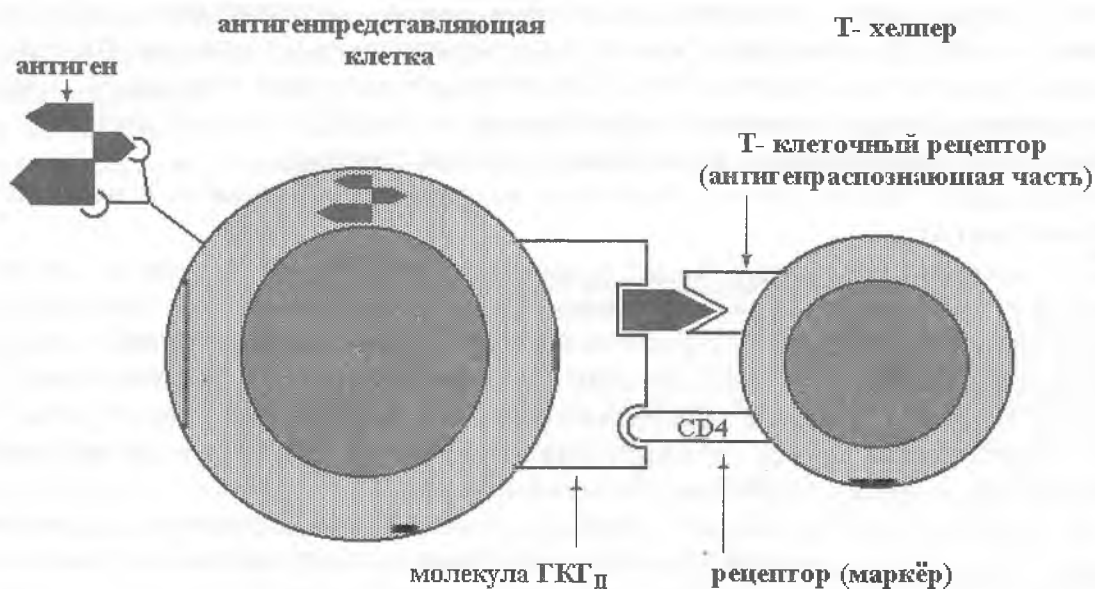
- антигенраспознающей части и
- рецепторной маркерной части (CD-рецептор).

Однако рецепторы Т-клеток, в отличие от рецепторов В-клеток, не связываются с антигенами, находящимися в растворе в свободном состоянии. Кроме того, рецепторы Т-лимфоцитов способны узнавать не весь антиген, а лишь его часть, т.е. небольшую аминокислотную последовательность в составе антигена. Поэтому для распознавания АГ Т-клетками требуется участие специальных антигенпрезентирующих (антигенпредставляющих) клеток.

Антигенпредставляющие клетки способны узнать АГ, затем его фагоцитировать, определённым образом переработать, после чего представить (презентировать) небольшую часть антигена Т-клеточным рецепторам. Для этого на поверхности антигенпредставляющих клеток (А-клеток), имеются специальные молекулы главного комплекса гистосовместимости II типа.

Таким образом, распознавание антигена Т-клетками происходит только в том случае, если он представлен на поверхности других клеток в ассоциации (комплексе) с молекулами главного комплекса гистосовместимости II типа.

Молекулы главного комплекса гистосовместимости II типа имеют специальный «карман» для представления АГ, тогда как другая часть рецептора служит для узнавания самой Т-клетки, вернее, её CD-рецептора.



Различные типы Т-лимфоцитов по-разному ведут себя после презентации антигенов.

1. **Т-хелперы** после активации антигеном начинают синтезировать различные типы интерлейкинов (ИЛ-2, ИЛ-3, ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-7 и др.). Эти вещества, относящиеся к **цитокинам**, выполняют регуляторные функции:
 - регулируют процесс бластотрансформации В-лимфоцитов,
 - регулируют процессы синтеза иммуноглобулинов,
 - способствуют разрушению микроорганизмов в фагоцитах.
2. **Т-супрессоры** являются антагонистами Т-хелперов, они замедляют или останавливают перечисленные выше процессы.
3. **Т-киллеры**. Осуществляют цитотоксический эффект т.е. их деятельность направлена на уничтожение клеток-мишеней. Такими клетками являются:
 - чужеродные клетки слишком крупные для фагоцитоза,
 - клетки трансплантата,
 - собственные клетки организма, инфицированные вирусами или трансформированные (изменённые).

В цитотоксических реакциях при контакте с клеткой-мишенью атакующая клетка-киллер:

- а) выделяет **перфорины** — вещества, которые способны создавать каналы в наружной мембране клетки-мишени. В результате нарушения проницаемости мембраны, клетки-мишени набухают и разрушаются (осмотический шок);
- б) способны подавать сигнал, включающий **программу саморазрушения** (апоптоза) в клетках-мишенях.

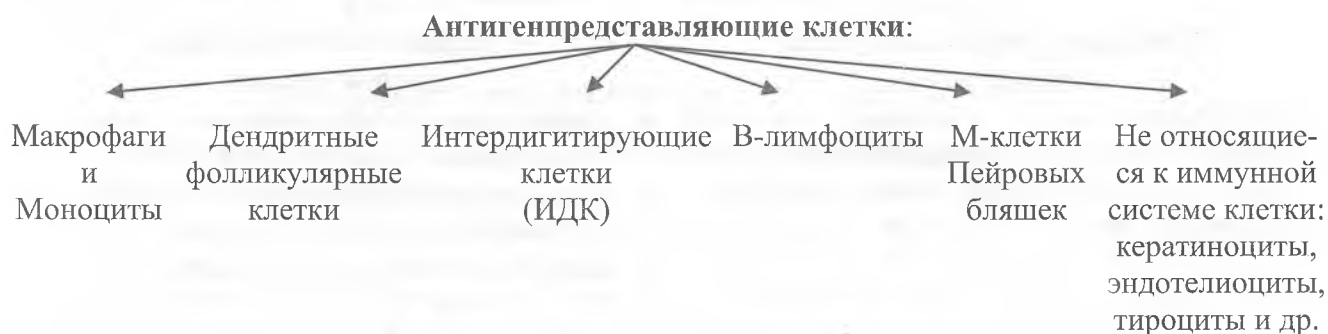
Существует 2 типа клеток-киллеров:

1. **Цитотоксические Т-лимфоциты**. Этим Т-клеткам нужна презентация антигена. После чего происходит процесс клональной селекции Т-лимфоцитов-киллеров, сходный с процессом клональной селекции В-лимфоцитов. Например, такая реакция цитотоксических киллеров предшествует отторжению трансплантата.
2. **НК-клетки** (естественные киллеры). Служат для уничтожения видоизмененных клеток, не требуя при этом презентации антигена (антигенной сенсibilизации). Механизм узнавания НК-клетками аномальных клеток организма в настоящее время не достаточно изучен. Главной функцией НК-клеток является обеспечение противоопухолевого иммунитета.

НК-клетки — это большие зернистые лимфоциты, содержащие в цитоплазме характерные гранулы. Они составляют около 15% от лимфоцитов крови. Предполагается, что центральным органом, образующим НК-клетки, является печень.

Антигенпредставляющие клетки — А-клетки

К антигенпредставляющим клеткам относят определенные типы фагоцитирующих клеток, способных после захвата антигена определенным образом его преобразовать и представить его с помощью рецепторов (молекул главного комплекса гистосовместимости II типа). Этот процесс получил название **презентация** или представление антигена.



Макрофаги. Макрофаги — это подвижные клетки, обладающие высокой фагоцитарной активностью, устраняющие корпускулярные антигены. Помимо презентации антигенов макрофаги секретируют: интерферон, интерлейкины, фактор некроза опухолей и др.

Интердигитирующие клетки (ИДК). Это отростчатые клетки, располагающиеся в Т-зависимых зонах периферических кроветворных органов. Они образуются из клеток Лангерганса кожи, которые в виде вуалевидных клеток мигрируют по приносящим лимфатическим сосудам. При этом они доставляют антигены из кожи и слизистых оболочек к Т-хелперам. ИДК много и в тимусе, где они ответственны за устранение Т-лимфоцитов, реагирующих на собственные антигены.

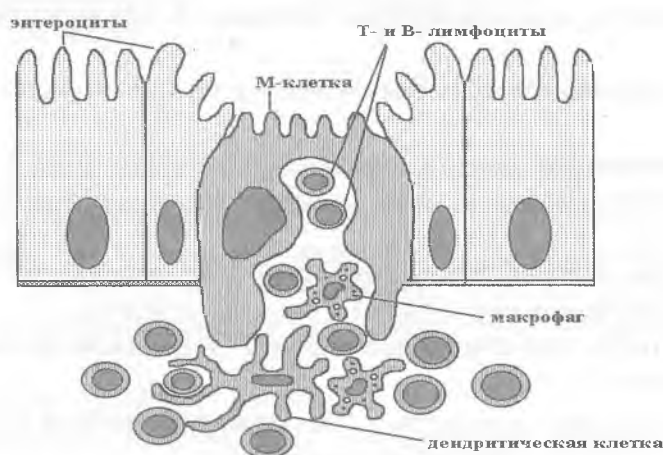
Дендритные (разветвлённые) фолликулярные клетки представляют антиген В-клеткам, располагающимся в В-зависимых зонах кроветворных органов.

В-клетки экспрессируют антигены главного комплекса гистосовместимости II типа. Поэтому они способны связывать, расщеплять и представлять антигены при взаимодействии с Т-клетками. Это особенно выражено при вторичном иммунном ответе с участием большого числа В-клеток.

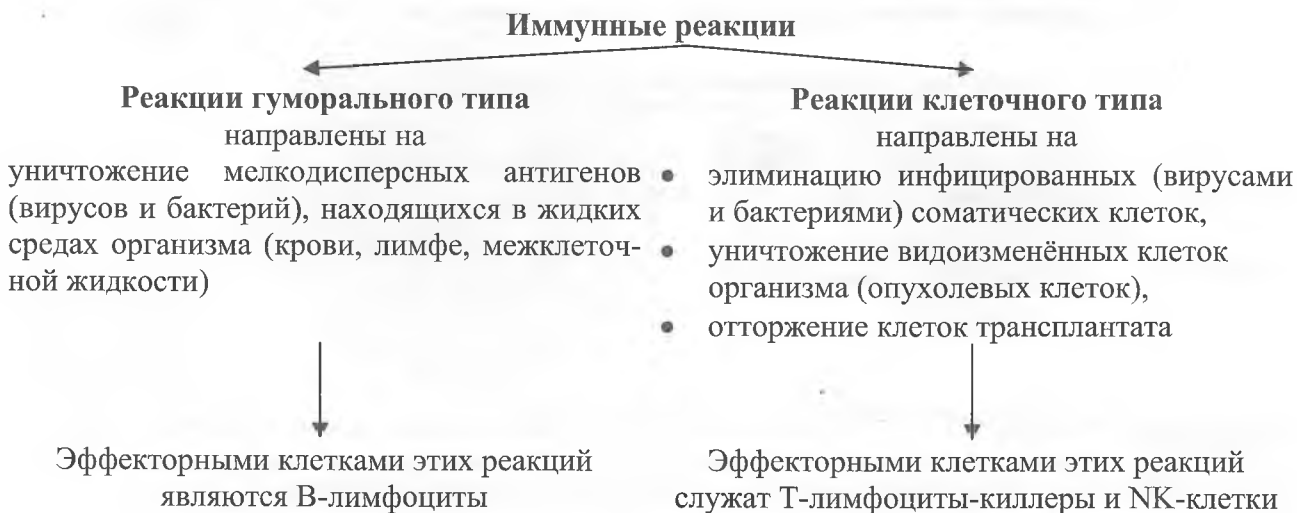
М-клетки. В составе эпителия тонкой кишки имеются М-клетки:

- их апикальная поверхность, обращённая в просвет кишечника, образует многочисленные микроворсинки,
- а в своей базальной части они имеют глубокие инвагинации («карманы»), в которых находятся В-лимфоциты, Т-лимфоциты, макрофаги и дендритные клетки.

М-клетки захватывают антигены и микроорганизмы из просвета кишечника и передают их лимфоцитам и макрофагам, расположенным в «карманах» базальной части клеток.



Не относящиеся к иммунной системе клетки (кератиноциты, эндотелиоциты, тироциты и др.) при индукции цитокинами могут экспрессировать молекулы главного комплекса гистосовместимости II типа и, следовательно, осуществлять презентацию антигенов.



Такое разделение весьма условно, так как и в той и другой реакциях тесно взаимодействуют Т- и В-лимфоциты. В иммунных реакциях можно выделить 3 этапа:

1. **Распознавание антигенов.**
2. **Регуляторный этап.**
3. **Уничтожение антигенов.**

1. Распознавание антигенов:

Антигены — молекулы, распознаваемые лимфоцитами. Каждый антиген имеет набор **антигенных детерминант**, называемых **эпитопами**. Эпитопы одного антигена обычно отличаются от эпитопов другого. Даже самые простые микроорганизмы имеют множество антигенов белковой, липидной и углеводной природы.

До сих пор нет ясности, представляется ли антиген презентующей (А-клеткой) в натуральном виде или же он подвергается модификации. Однако твёрдо установлено, что антиген на поверхности макрофага способен активировать Т- и В-лимфоциты в сотни раз эффективнее, чем антиген самого микроорганизма.

2. Регуляторный этап.

Всю последовательность реакций как гуморального, так и клеточного иммунитета открывает взаимодействие Т-лимфоцитов и антигенпредставляющих клеток.

Т-хелперы после представления антигена выделяют цитокины, которые регулируют процессы бластотрансформации и дифференцировки, лежащие в основе клональной селекции лимфоцитов.

Клональная селекция сопровождается образованием клеток иммунологической памяти и эффекторных клеток:

- a) при гуморальном иммунитете происходит клонирование В-клеток. Дифференцирующиеся из них плазматические клетки осуществляют синтез иммуноглобулинов (антител);
- b) при клеточном иммунитете клонируются цитотоксические Т-киллеры, которые с помощью перфоринов уничтожают чужеродные клетки.

Во время иммунного ответа взаимодействие между Т- и В-лимфоцитами представляет собой двунаправленный процесс:

- В-клетки могут выступать в качестве антигенпредставляющих клеток, при этом они захватывают, расщепляют и представляют антиген.

- Т-клетки подают сигнал к делению (пролиферации) и дифференцировке В-клеток, продуцируя цитокины.

Следовательно, подразделение иммунных реакций на гуморальные и клеточные весьма условно.

3. Уничтожение антигенов.

Инактивация и уничтожение антигенов происходит с участием иммуноглобулинов, образующихся в плазматических клетках, и перфоринов, выделяемых клетками-киллерами.

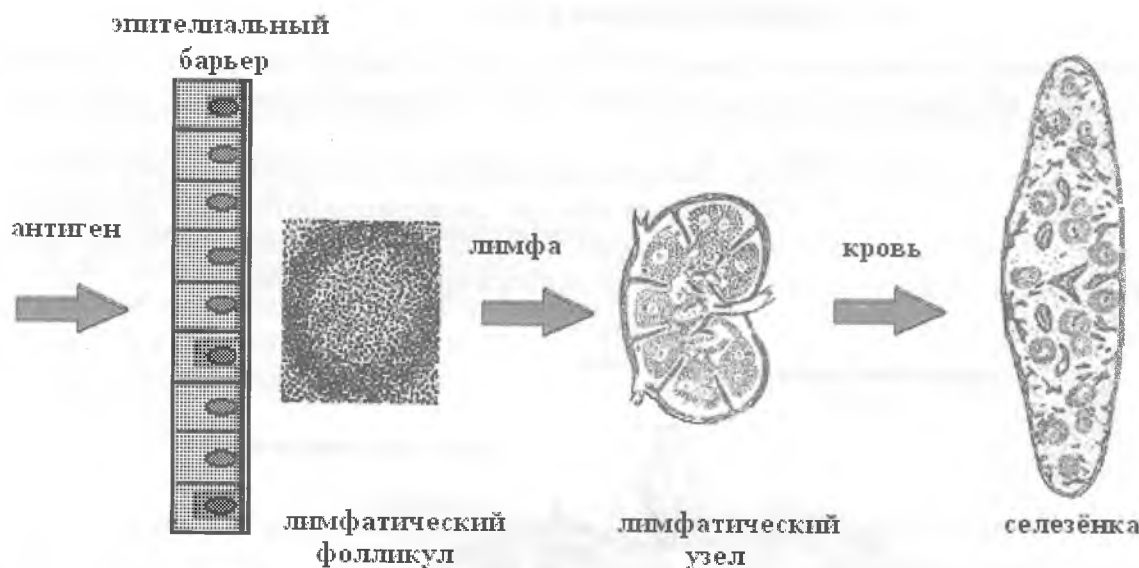
Периферические органы кроветворения

Встреча иммунокомпетентных клеток с антигенами происходит преимущественно в периферических кроветворных органах.

Покровный эпителий отделяет организм от внешней среды. Антигены, проникающие через эпителиальный барьер организма, оказываются в межклеточной жидкости, и главная роль в обезвреживании этих АГ принадлежит лимфатическим фолликулам, неинкапсулированным лимфоидным образованиям — «лимфоидным узелкам».

Лимфатические фолликулы в большом количестве располагаются в слизистых и подслизистых оболочках пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем. Скопление лимфоцитов имеются в дерме кожи и в некоторых железах.

Если антиген не нейтрализуется в лимфоидной системе слизистых оболочек, то он проникает в лимфу. Инактивация антигенов лимфы происходит в лимфатических узлах, являющихся «фильтром», способным задержать антиген. В случае неэффективности и этого барьера, антиген поступает в кровь, и его элиминация происходит в селезёнке.



Строение лимфоидных фолликулов

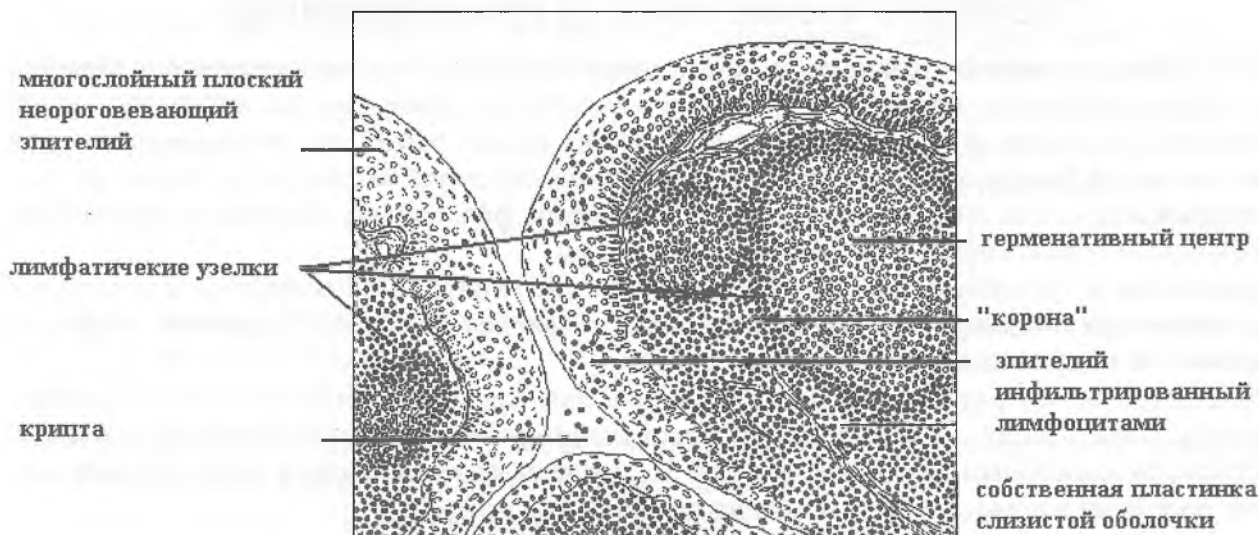
Бескапсулярное скопление лимфоцитов (лимфоидные фолликулы) располагаются в собственной пластинке слизистых оболочек и в подслизистой оболочке ряда полых органов. **Лимфоидная система слизистых оболочек (ЛССО)** представлена либо одиночными фолликулами, либо это группы фолликулов (в миндалинах, червеобразном отростке и пейеровых бляшках).

В лимфоидных фолликулах различают две зоны:

- **Периферическую, или краевую, зону**, имеющую вид «короны», с высокой концентрацией лимфоцитов и поэтому более интенсивно окрашенную;

- **центральную**, с меньшей концентрацией клеток, поэтому светло окрашенную на гистологическом препарате, называемую ещё **реактивным центром** и центром размножения (герминативным центром). Здесь происходит пролиферация и бластотрансформация иммунокомпетентных лимфоцитов, после их контакта с антигеном. Это обуславливает преобладание в этой зоне клеток-бластов и макрофагов.

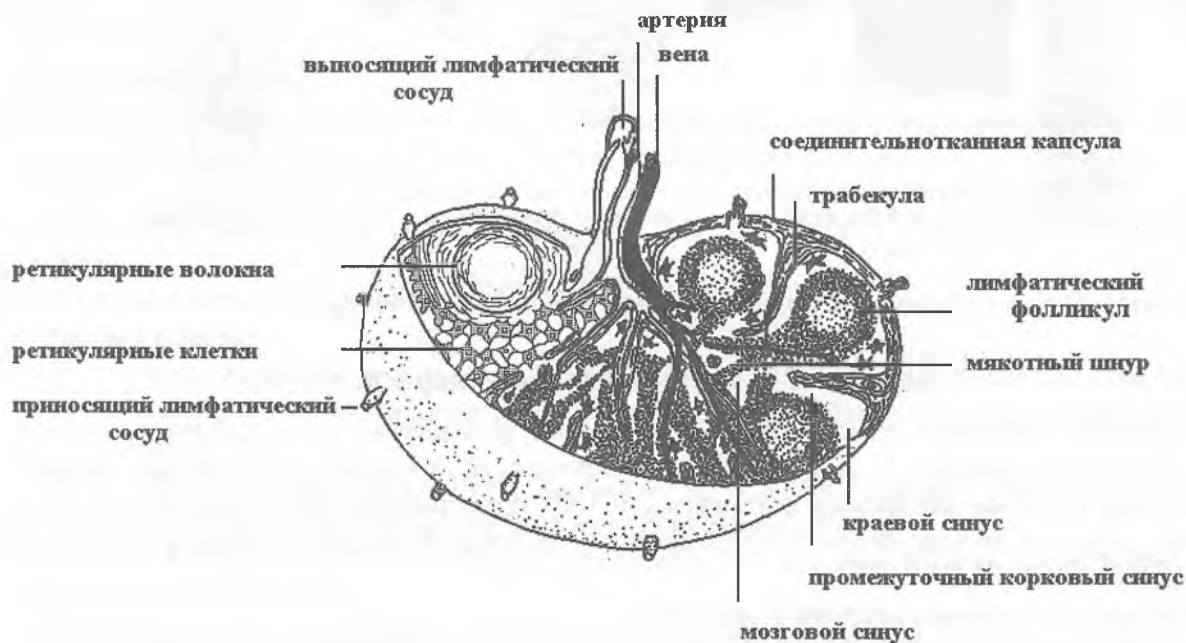
Строение нёбной миндалины



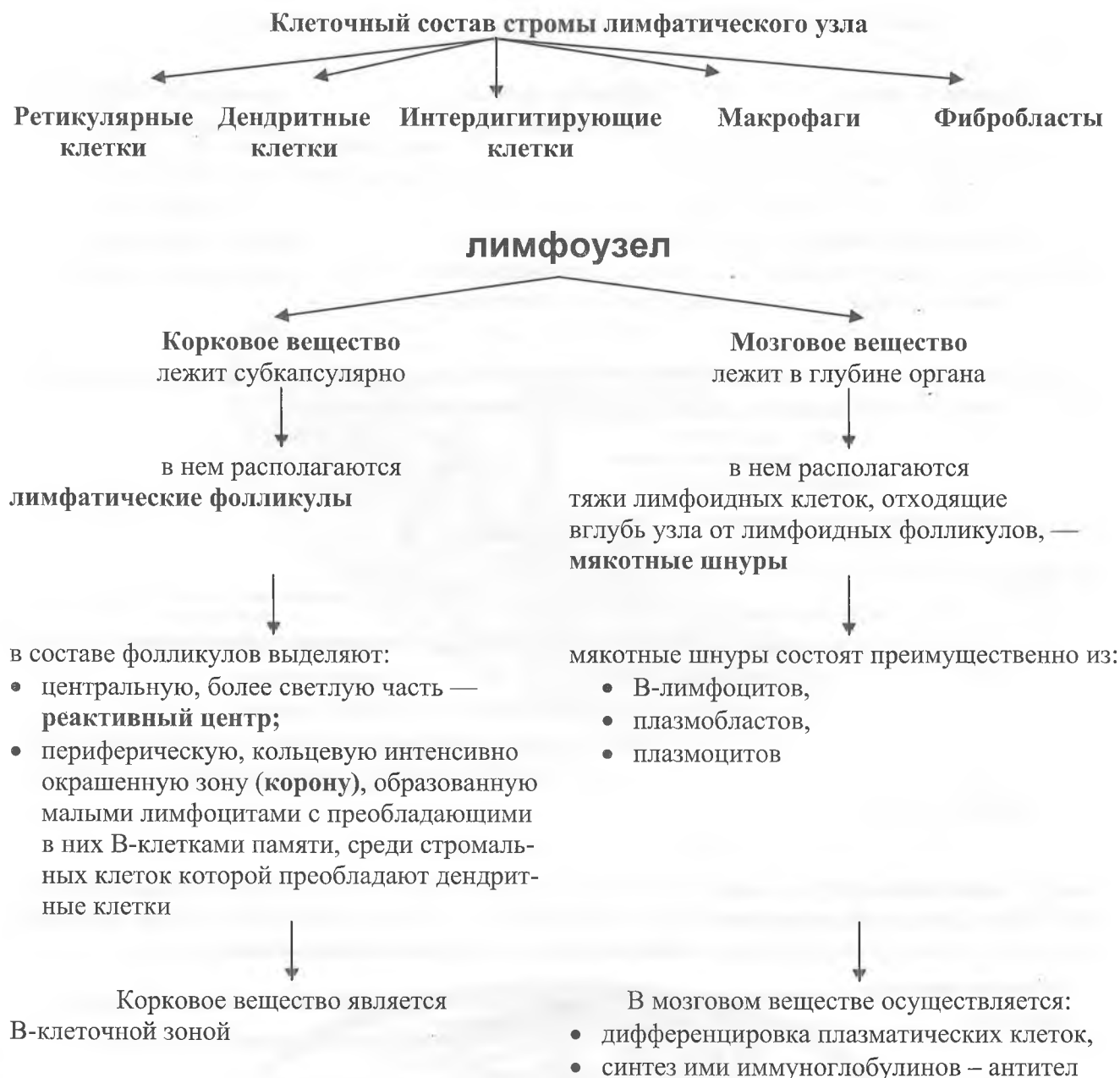
Лимфатические узлы

Лимфатических узлов у человека насчитывается около 1 тыс., их масса составляет 1% от веса тела. Это округлые или овальные органы, диаметром 0,5–2 см, расположенные по ходу лимфатических сосудов.

Лимфатический узел окружён соединительнотканной капсулой, содержащей многочисленные жировые клетки. От капсулы в глубь узла отходят соединительнотканые перегородки — трабекулы, содержащие кровеносные сосуды и нервы. В центре узла трабекулы анастомозируют, образуя вместе с капсулой соединительнотканый остов органа.



Внутри узла, между капсулой и трабекулами, отростчатые ретикулярные клетки и ретикулярные волокна формируют трёхмерную ретикулярную строму лимфатического узла. В ячейках ретикулярной стромы располагаются кроветворные клетки — преимущественно лимфоциты. Помимо ретикулярных клеток, в состав стромы лимфоидного узла входят и другие клетки.

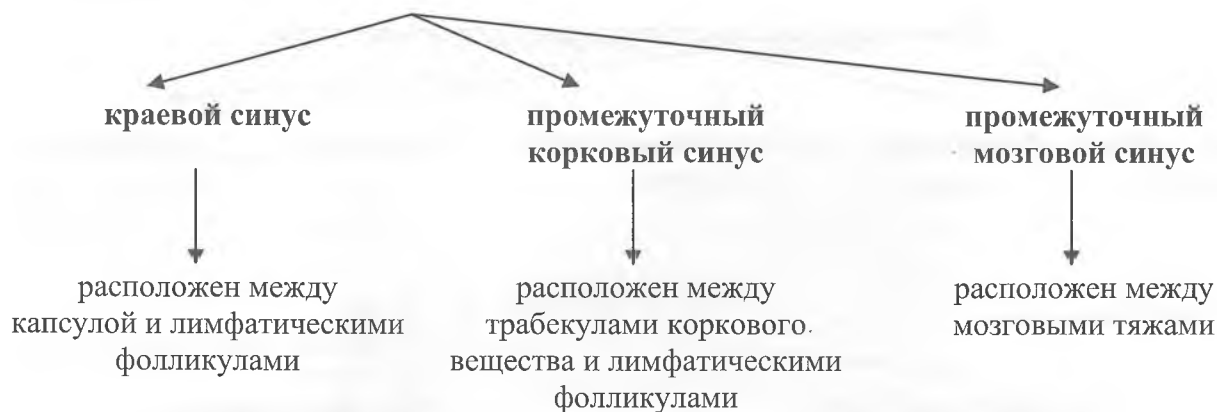


Кроме того, в составе лимфатического узла выделяются еще 2 зоны, имеющие важное функциональное значение:

- **Маргинальная зона** располагается между краевым синусом и лимфоидным фолликулом лимфатического узла, где локализуются макрофаги с высокой фагоцитарной активностью и тимуснезависимые В-лимфоциты, способные отвечать на некоторые типы антигенов без участия Т-хелперов.
- **Паракортикальная зона** располагается между лимфоидными фолликулами и мозговым веществом и представляет собой Т-зависимую зону, которая заселена преимущественно Т-лимфоцитами, а в строме преобладают интердигитирующие клетки.

Циркуляция лимфы в лимфатическом узле

Антигены поступают в лимфатический узел по приносящим лимфатическим сосудам. Эти сосуды открываются в систему щелевидных пространств – **синусов**, по которым циркулирующая лимфа достигает выносящих лимфатических сосудов. Стенки синусов выстланы ретикулярными клетками с высокой фагоцитарной активностью. Синусы лимфатического узла подразделяются на:



Замедление тока лимфы в синусах и фагоцитарная активность выстилающих клеток способствует захвату и нейтрализации антигенов (фильтрационная функция).

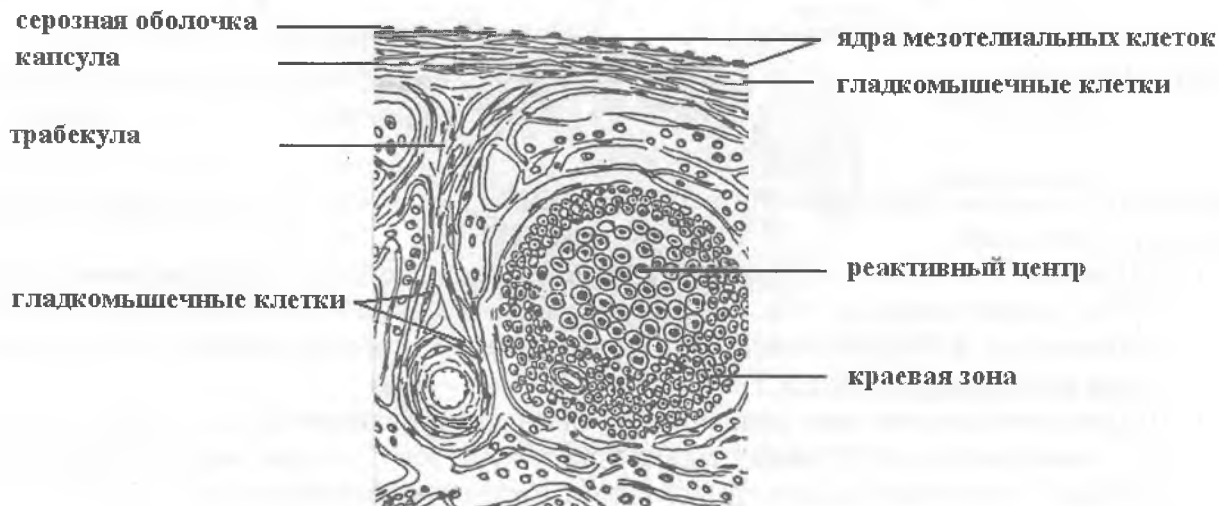
Селезёнка

Функции:

- Задержка и нейтрализация антигенов крови.
- Селекция клеток крови, т.е. в селезёнке происходит утилизация эритроцитов и других отработавших свой срок клеток крови.
- Депонирование крови, выброс которой активизирует работу сердца.
- Выработка биологически активных веществ, которые способны стимулировать процессы кроветворения и активировать метаболическую и фагоцитарную активность клеток крови.

Строение селезенки

Снаружи селезенка покрыта серозной оболочкой, лежащей на соединительнотканной капсуле. От капсулы вглубь селезенки отходят трабекулы, содержащие сосуды и нервы. В состав капсулы и трабекул входят также многочисленные гладкомышечные клетки.



Строма органа образована ретикулярной тканью. Ее клеточный состав аналогичен строме лимфоузла. Паренхима селезенки, расположенная между капсулой и трабекулами, называется пульпой.

Пульпа подразделяется на:

белую пульпу

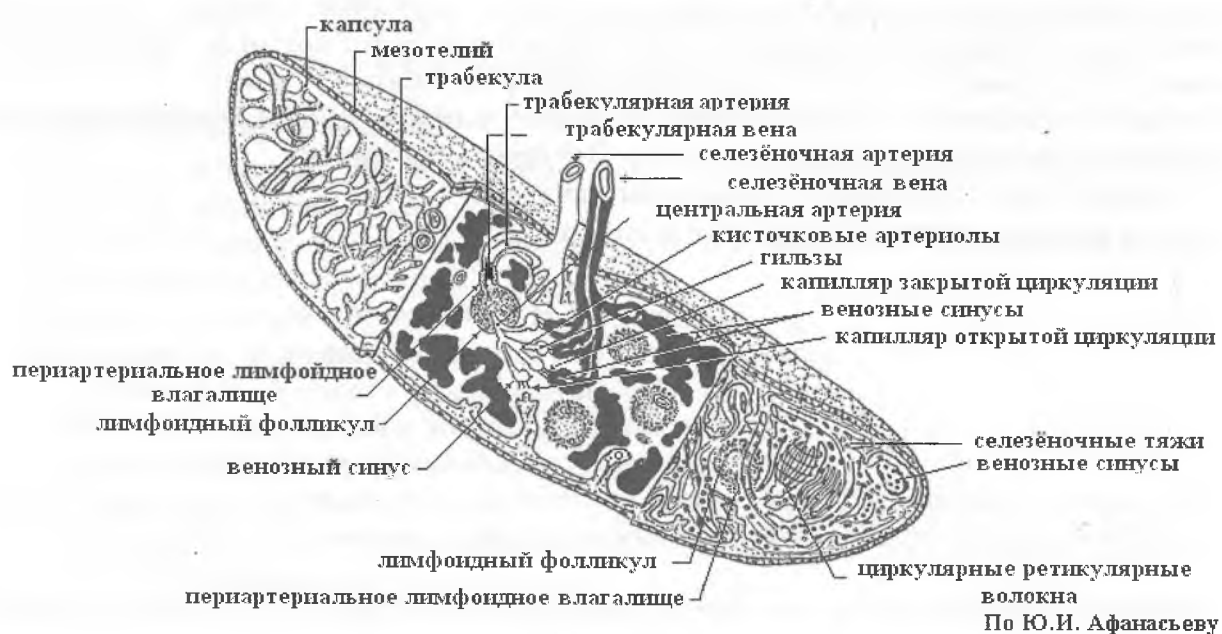
красную пульпу

представленную:

1. Лимфатическим фолликулами
2. Лимфоидными периартериальными влагалищами

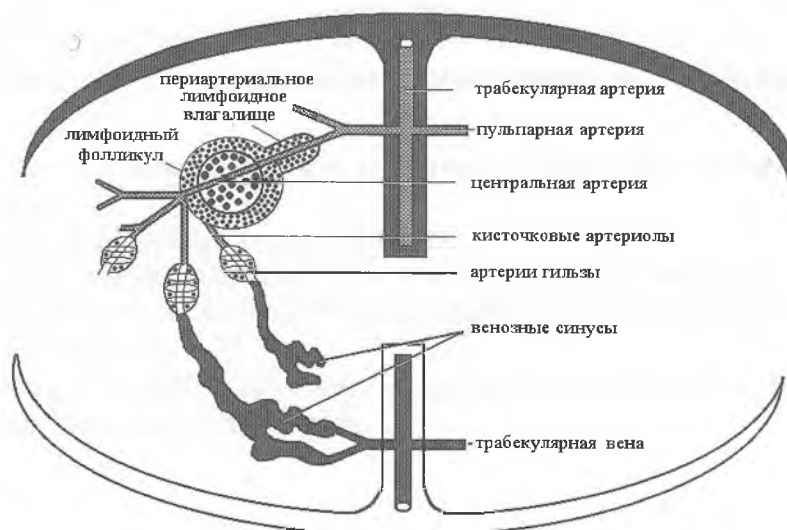
включающую в себя:

1. Селезеночные тяжи, состоящие из эритроцитов, гранулоцитов и лимфоцитов
2. Венозные синусы



Кровоснабжение селезенки

Гистофизиологические особенности селезенки напрямую связаны с особенностями кровоснабжения этого органа: артериальные сосуды связаны с её иммунной функцией, а венозные сосуды обеспечивают в основном селекцию клеток крови.



Белая пульпа образована:

- **периартериальными лимфоидными влагалищами**, представляющими собой муфтообразные скопления лимфоцитов (**Т-зависимые зоны**) в адвентициальной оболочке пульпарных артерий. Постепенно утолщаясь, эти скопления лимфоцитов превращаются в лимфоидные фолликулы;
- **лимфоидными фолликулами (В-зависимые зоны)**, расположенными вокруг центральной артерии; при этом артерия залегает эксцентрично по отношению к фолликулу.

Вокруг периартериальных лимфоидных влагалищ и лимфоидных фолликулов, т.е. на границе белой и красной пульпы, располагается узкая **маргинальная зона** — зона контакта артериальных капилляров и венозных синусов. В маргинальной зоне в строму селезенки выходят форменные элементы крови и антигены. Лимфоциты мигрируют преимущественно в белую пульпу, а эритроциты и гранулоциты образуют вокруг венозных синусов скопления, называемые **селезеночными тяжами**.

Антигены фагоцитируются макрофагами и переносятся на дендритные и интердигитирующие клетки стромы для последующего представления лимфоцитам.

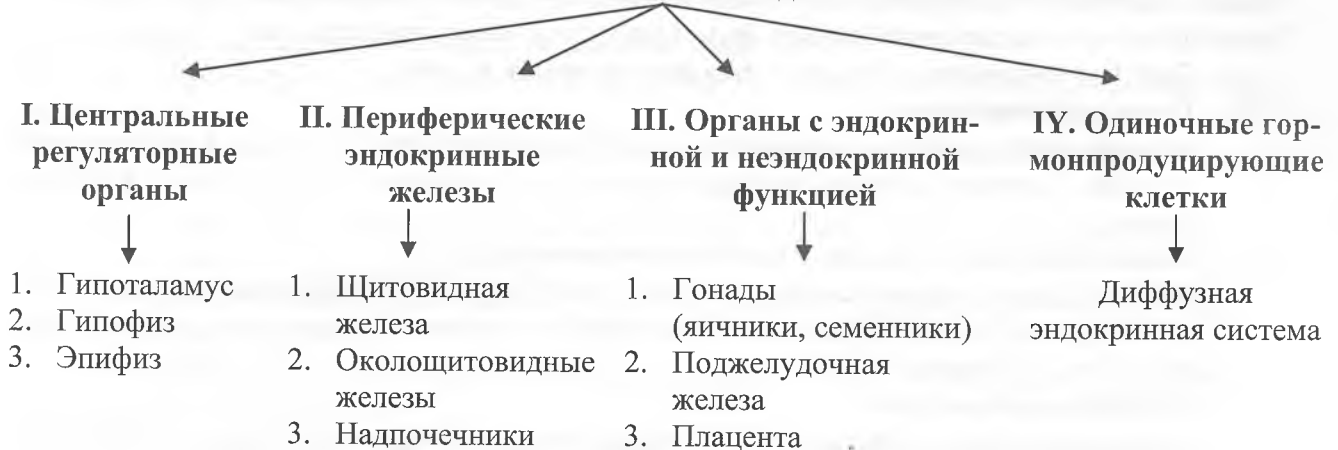
Стенки венозных синусов выстланы высокими эндотелиальными клетками, способными осуществлять избирательную миграцию клеток крови: в кровоток возвращаются более «молодые» клетки крови, а «старые» и дефектные клетки разрушаются в пульпе.

Ещё одной особенностью кровоснабжения селезенки является способность селезенки регулировать свой кровоток и депонировать кровь. Это происходит за счёт:

- ретикулярных муфт вокруг кисточковых артериол;
- гладкомышечных клеток-трабекул и капсулы селезенки.

Эндокринная система

В состав системы входят



Эндокринная система осуществляет централизованную системную координацию и интеграцию основных процессов жизнедеятельности всего организма, его тканей и клеток.

Функции эндокринной системы:

1. Регуляция активности генов, а следовательно, регуляция процессов дифференцировки тканей и развития организма.
2. Регуляция размеров клетки и их митотической активности, а следовательно, регуляция роста тканей и всего организма.
3. Регуляция процессов синтеза ДНК и белка в клетках.
4. Под контролем эндокринной системы находятся процессы:
 - а) формирования пола и размножения,
 - б) процессы адаптации и поддержание гомеостаза,
 - в) поведенческая и рассудочная деятельность.

Эндокринная система реализует свои контролирующие функции с помощью **гормонов** или их ближайших биосинтетических предшественников, которые секретируются в кровь, лимфу, ликвор и гемолимфу.

Гормоны представляют собой биоорганические соединения различной химической природы.



Вещество может быть названо **гормоном**, если оно обладает определенными свойствами.

Свойства гормонов:

1. Секретируемость в циркулирующие жидкости.
2. Образование специализированными клетками эндокринной системы.
3. Высокая и специфическая биологическая активность (оказывают свое действие в концентрации 10^{-11} – 10^{-6} моль/л).
4. Дистанционность действия — обусловлена достаточно высокой длительностью жизни гормонов в циркулирующих жидкостях.

Организация эндокринной функции организма

Эндокринная функция организма — это не только процесс образования гормонов. Для реализации гормонального эффекта не менее важны и другие составляющие этого процесса. Таким образом, понятие **эндокринная функция организма** включает в себя:

I. Синтез и секрецию гормонов эндокринными железами.

II. Транспорт гормонов.

Большая часть гормонов находится в циркулирующих жидкостях не в виде водного раствора. Гормоны связаны со специальными транспортными белками или с клетками крови.

III. Взаимодействие гормонов с клетками-мишенями.

На поверхности клеток-мишеней имеются рецепторы к определенным гормонам. От концентрации и функционально-структурной организации рецепторов зависит реакция клеток на гормон.

IV. Метаболизм гормонов.

После реализации своего эффекта в тканях гормоны инактивируются. Важную роль в этом процессе играют печень, почки, тонкий кишечник.

Механизмы регуляции функции эндокринных желез

I. Нервная (импульсно-медиаторная) регуляция.

Это прямой контроль со стороны нервной системы, обеспечивающей иннервацию сосудов в составе эндокринных желез. Прямая иннервация секреторных клеток встречается редко. Однако между нервной и эндокринной системами в организме существует тесное взаимодействие на уровне центральных звеньев. Поэтому в организме существует единая **нейроэндокринная система**, осуществляющая специализированное управление процессами жизнедеятельности организма.

II. Эндокринная регуляция.

Влияние одних гормонов на синтез и секрецию других гормонов.

III. Неэндокринная регуляция.

Негормональные соединения сигнализируют об уровне обменных процессов контролируемых гормонами данной эндокринной железы.

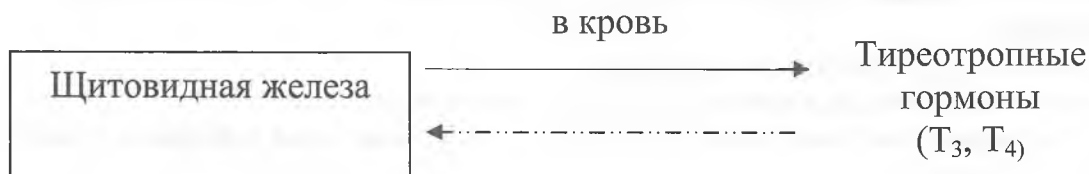
IV. Саморегуляция эндокринных функций.

Функциональная активность железы определяется уровнем ее гормонов в крови. Эта регуляция осуществляется чаще по принципу **отрицательной обратной связи** (или реже по принципу положительной обратной связи).

Принцип отрицательной обратной связи заключается в том, что при повышении концентрации гормона в циркулирующих жидкостях снижается функциональная активность железы, образующей этот гормон.

Например:

Чем выше концентрация тиреоидных гормонов в крови, тем ниже уровень их синтеза и секреции в щитовидной железе.



Прежде чем говорить о морфофункциональных особенностях отдельных эндокринных желез, следует сказать об особенностях структурной организации эндокринных желез.

Особенности структурной организации эндокринных желез

I. Эндокринные железы не имеют выводных протоков.

II. Секреторные клетки эндокринных желез могут иметь различную тканевую принадлежность:

- а) **эпителиальные** (собственно железистые) клетки. Например, клетки щитовидной железы, коры надпочечников, клетки аденогипофиза и др.
- б) **клетки нейрального происхождения**. Например: клетки мозгового вещества надпочечников, нейрогипофиза и др.
- в) **соединительнотканьные** клетки. Например: клетки Лейдига в семенниках, Тэка-клетки в яичниках.
- д) **мышечные** клетки. Например: клетки, входящие в состав юстагломерулярного аппарата (ЮГА) почки.

III. Секреторные клетки могут формировать отдельную эндокринную железу (щитовидная железа, надпочечники, гипофиз и т.д.) или группа эндокринных клеток входит в состав железы (островковый аппарат поджелудочной железы).

IV. Эндокринные железы могут быть представлены достаточно однотипными клетками (паращитовидные железы и др.) или чаще в состав железы входит большое разнообразие клеточных типов (передняя доля гипофиза и др.).

V. Секреторные клетки различных эндокринных желез могут синтезировать один и тот же тип гормонов. Например: мужские половые гормоны образуются в семенниках, яичниках, надпочечниках.

Центральные эндокринные органы

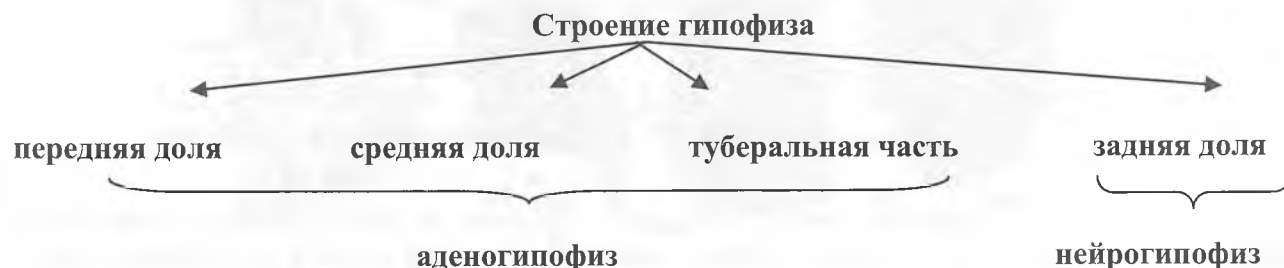


Между центральными эндокринными органами гипоталамусом, гипофизом и эпифизом существует тесная анатомическая и функциональная связь. Важное регуляторное звено эндокринной системы — это **гипоталамо-гипофизарная система**.

Несмотря на то что гипоталамус занимает высшую ступень в иерархии, рассмотрение материала удобнее начать, на наш взгляд, с гипофиза.

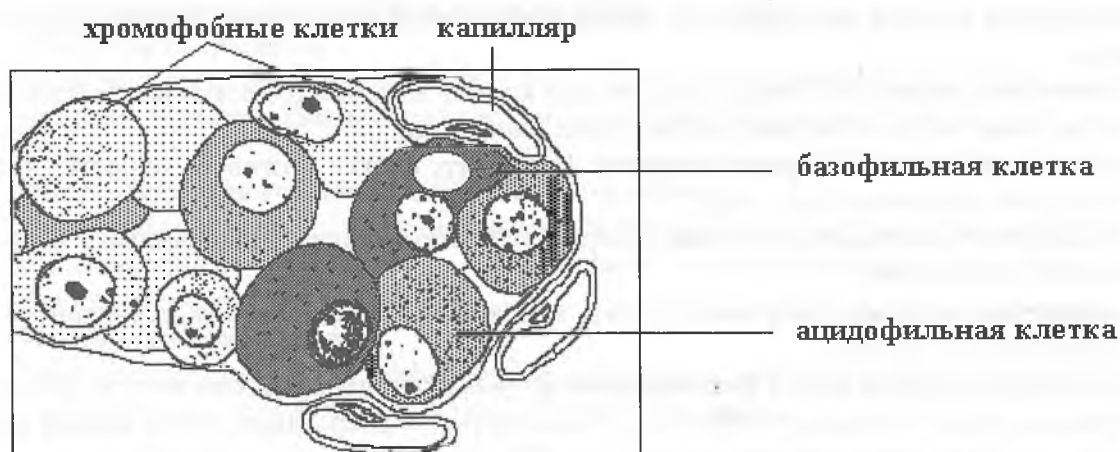
Гипофиз

Гипофиз — сложный эндокринный орган, расположенный в основании черепа.

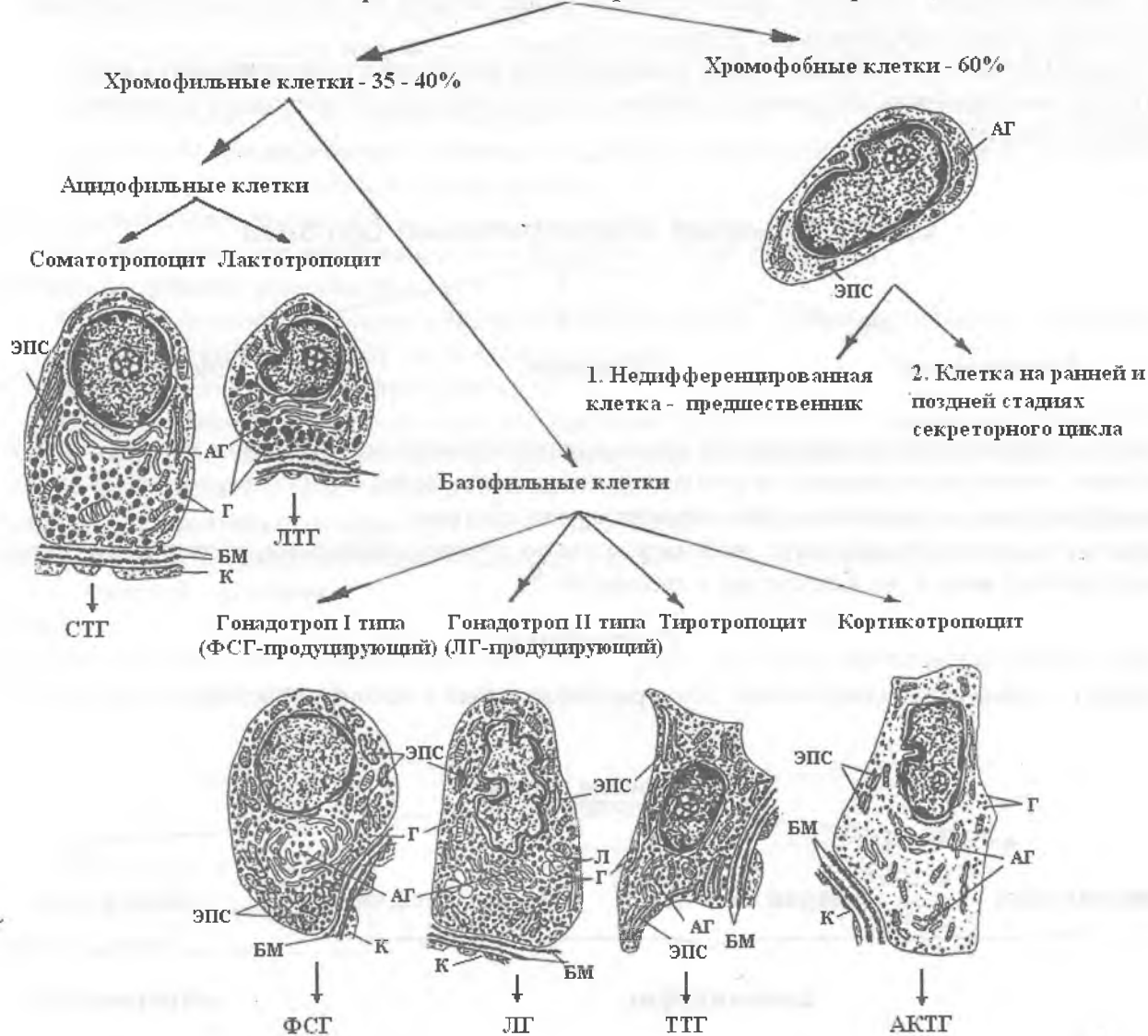


Передняя доля

Снаружи покрыта соединительнотканной капсулой, во внутрь от которой отходят соединительнотканые трабекулы, в них расположены сосуды и нервы. Между трабекулами располагаются тяжи секреторных клеток – **тропоцитов**, густо оплетенных капиллярами.



Классификация клеток передней доли гипофиза



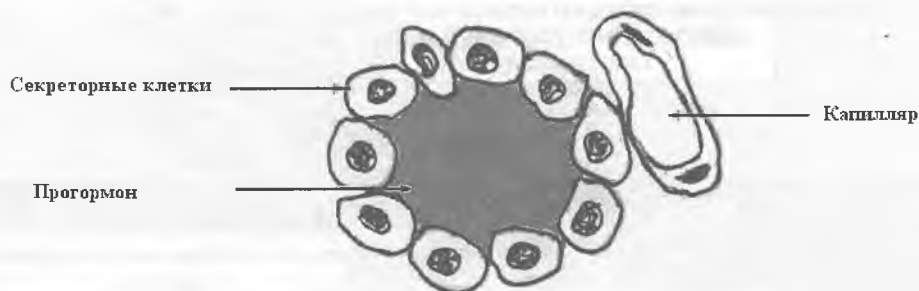
АГ – аппарат Гольджи; ЭПС – эндоплазматическая сеть; Г – секреторные гранулы; БМ – базальная мембрана; Л – липидные капли; К – капилляры.

Гормоны передней доли и их основные функции

1. **АКТГ** (адренокортикотропный гормон) – регулирует процессы синтеза и секреции гормонов в пучковой зоне коры надпочечников.
2. **ТТГ** (тиреотропный гормон) – регулирует процессы синтеза и секреции тиреоидных гормонов в щитовидной железе, а также митотическую активность её клеток.
3. **ФСГ** (фолликулостимулирующий гормон) – регулирует фолликулогенез в яичниках и сперматогенез в семенниках.
4. **ЛГ** (лютеинизирующий гормон) – регулирует процесс овуляции и образования желтого тела яичника, в мужском организме – процессы синтеза тестостерона.
5. **СТГ** (соматотропный гормон) – стимулятор линейного роста организма, контролирует процессы синтеза белка, образования глюкозы, распада жиров. Некоторые его эффекты опосредуются тимусом.
6. **ЛТГ** (лактотропный гормон) – регулирует процессы синтеза молока, прогестерона, повышает резистентность органов, тканей и клеток в экстремальных условиях.

Средняя доля

У человека развита слабо. Характерной структурной особенностью является наличие **ложных фолликулов** – это межклетники, заполненные прогормоном.

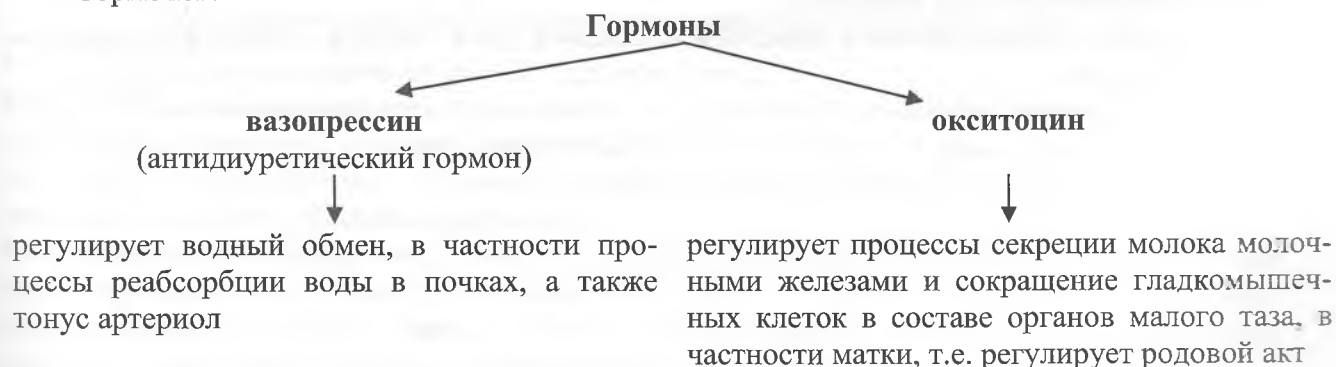


Клетки захватывают прогормон и образуют 3 типа гормонов.



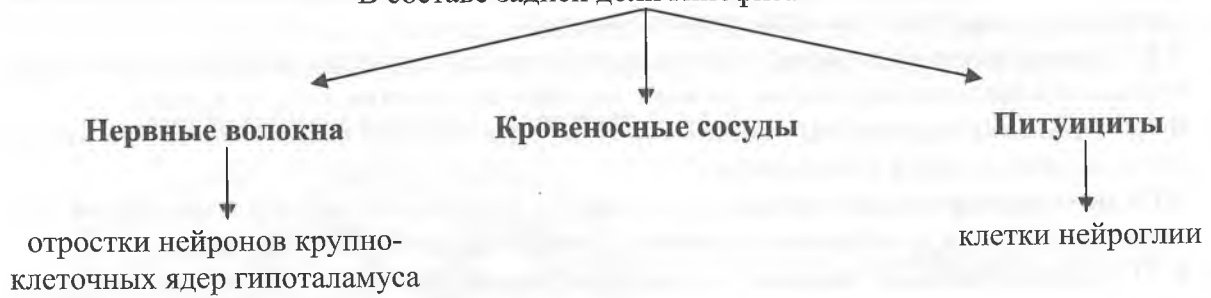
Задняя доля гипофиза — нейрогипофиз

В нейрогипофизе отсутствует синтез гормонов. Это орган, в котором накапливаются и выделяются в кровь гипоталамические гормоны. Нейрогипофиз – приемник и депо гипоталамических гормонов.



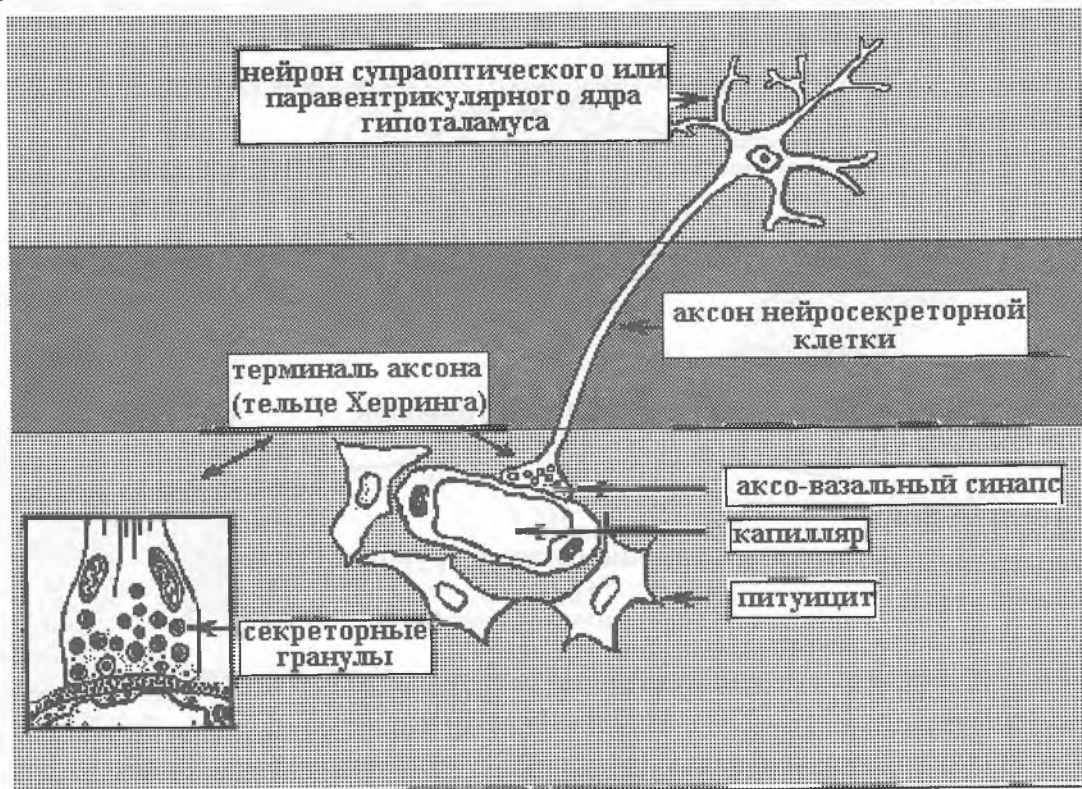
Строение задней доли гипофиза

В составе задней доли гипофиза имеются:



Аксоны нейронов **крупноклеточных ядер гипоталамуса** (супраоптических и паравентрикулярных) образуют **аксо-вазальные синапсы** на сосудах **нейрогипофиза**. В нейронах гипоталамуса образуются гормоны **окситоцин** и **вазопрессин**, которые по аксонам поступают в сосуды **нейрогипофиза**.

Опорную или каркасную функцию выполняют отростчатые клетки-**питуициты** — это клетки **нейроглии**.

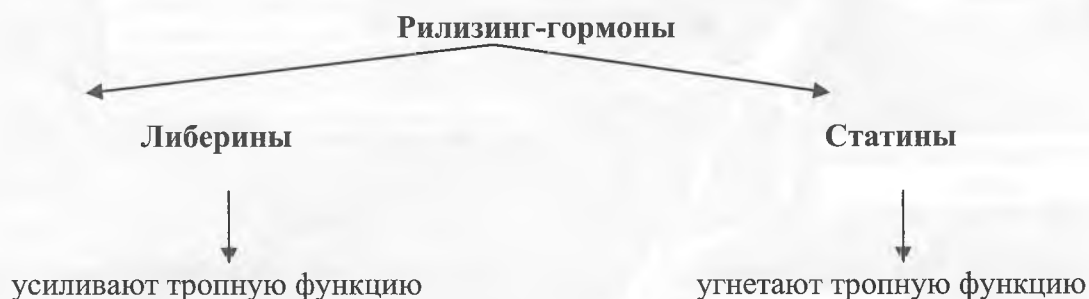


Следовательно, между **нейрогипфизом** и **гипоталамусом** существует тесная структурная и функциональная взаимосвязь. **Гипоталамус** и **гипофиз** образуют единый структурно-функциональный комплекс.

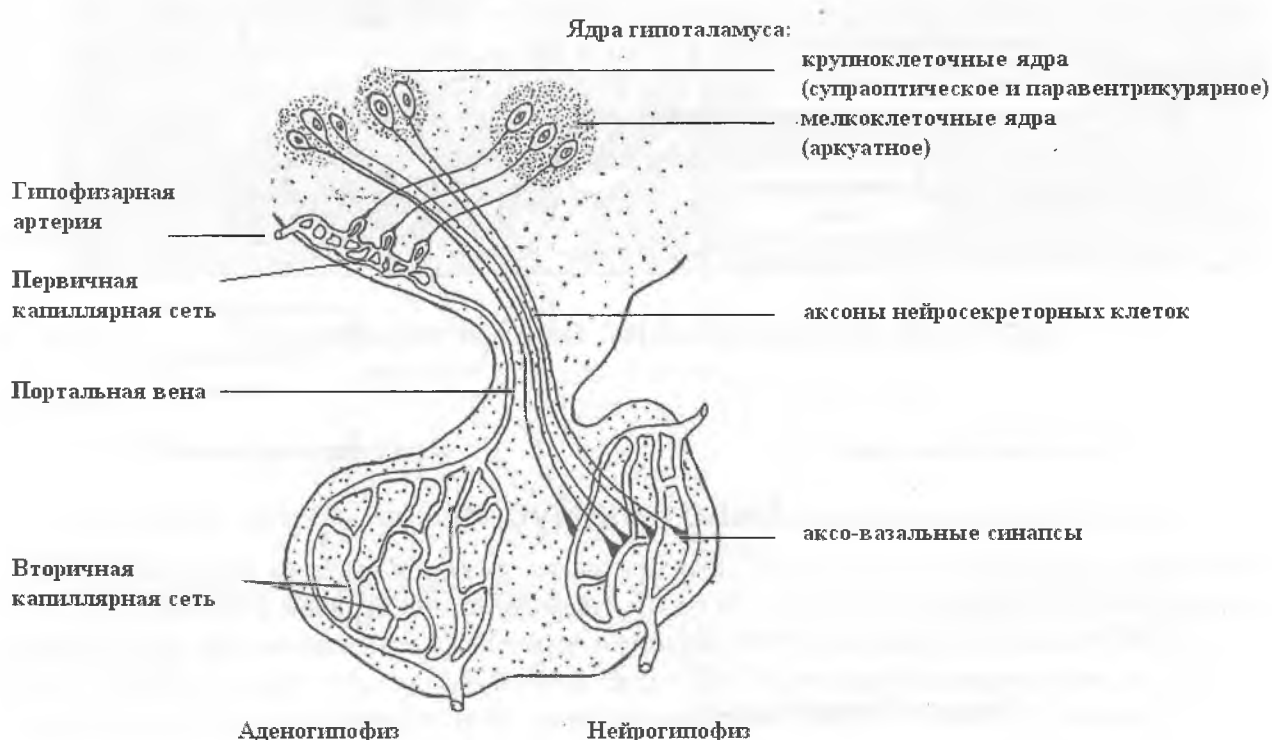
Гормональная функция передней и средней доли гипофиза тоже регулируется гипоталамусом.

Гипоталамо-гипофизарный тракт

Синтез и секреция **тропных** гормонов гипофиза находится под контролем **рилизинг-гормонов**, образующихся в **мелкоклеточных ядрах** гипоталамуса.



Для каждого тропного гормона гипофиза существуют «свои» статины и «свои» либерины.



Рилизинг-гормоны по аксонам поступают в первичную капиллярную сеть, расположенную в срединном возвышении гипоталамуса.

В качестве примера рассмотрим гипоталамическую регуляцию тиреоидной функции.

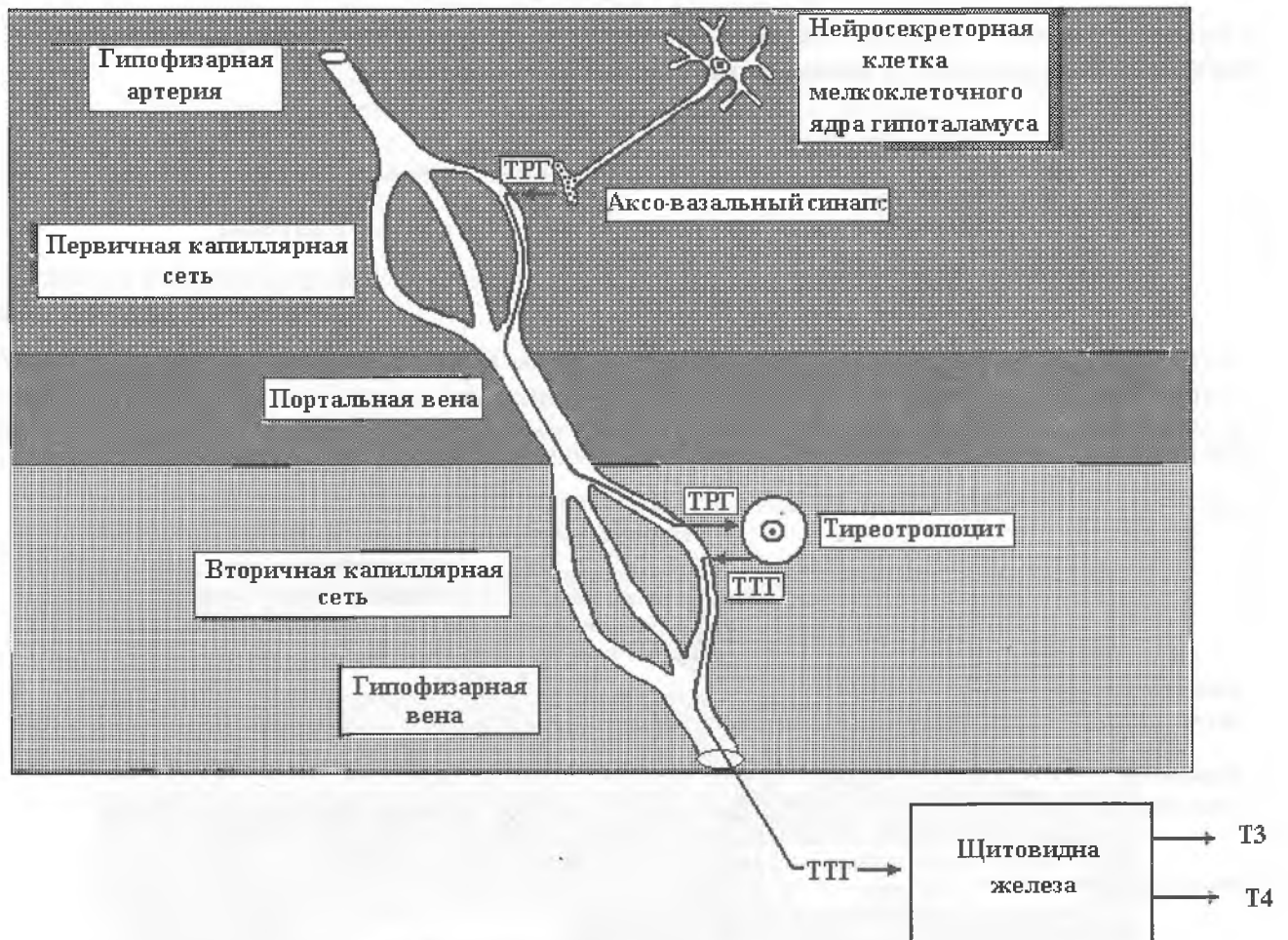
Гипоталамическая регуляция тиреоидной функции (схема, стр. 126)

Гипофизарная артерия образует две капиллярные сети.

Первичная капиллярная сеть расположена в срединном возвышении гипоталамуса. В аксо-вазальных синапсах этой сети накапливаются и выделяются в кровь рилизинг-гормоны (на схеме это тиролиберин). По **портальной вене**, расположенной в ножке гипофиза они попадают во вторичную капиллярную сеть.

Вторичная капиллярная сеть лежит в передней и средней долях гипофиза. С её помощью рилизинг-гормоны достигают клеток-мишеней (на схеме это тропоциты). В ответ на стимул клетки выделяют тропные гормоны (на схеме – ТТГ), который выделяется в периферический кровоток и регулирует функцию периферической железы (на схеме – щитовидная железа).

Схема гипоталамической регуляции тиреоидной функции



Гипоталамус

Гипоталамус называют «эндокринным мозгом», он же является высшим подкорковым центром вегетативной нервной системы. Это центр взаимодействия нервной и эндокринной систем. В нём происходит трансформация нервного импульса в специфический эндокринный процесс, что обуславливает наличие в организме единой нейроэндокринной системы. В переднем, среднем и заднем отделах гипоталамуса располагаются несколько десятков парных ядер.

В переднем гипоталамусе располагаются крупноклеточные ядра, в частности, супраоптические и паравентрикулярные. В нейронах, образующих эти ядра, синтезируются гормоны: **вазопрессин** и **окситоцин**, а их аксоны образуют синапсы на сосудах нейрогипофиза. В синапсах гормоны накапливаются и выделяются в кровь.

В среднем (медиобазальном) гипоталамусе располагаются преимущественно мелкоклеточные ядра, в нейронах которых образуются **рилизинг-гормоны** (либерины и статины). Аксоны этих нейронов направляются в **срединное возвышение гипоталамуса** (медиальную эминенцию), где образуют аксо-вазальные синапсы, в которых рилизинг-гормоны выделяются в кровь.

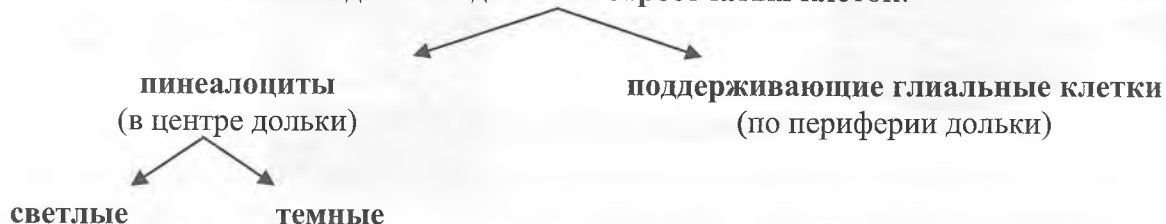
В заднем гипоталамусе ядра образованы нейронами, не относящимися к эндокринной системе. Под контролем этих ядер находятся поведенческие реакции и обменные процессы в организме.

Эпифиз

Эпифиз — шишковидная железа, расположен над третьим желудочком мозга.

Снаружи покрыт соединительнотканной капсулой, от которой во внутрь отходят трабекулы, разделяющие железу на дольки.

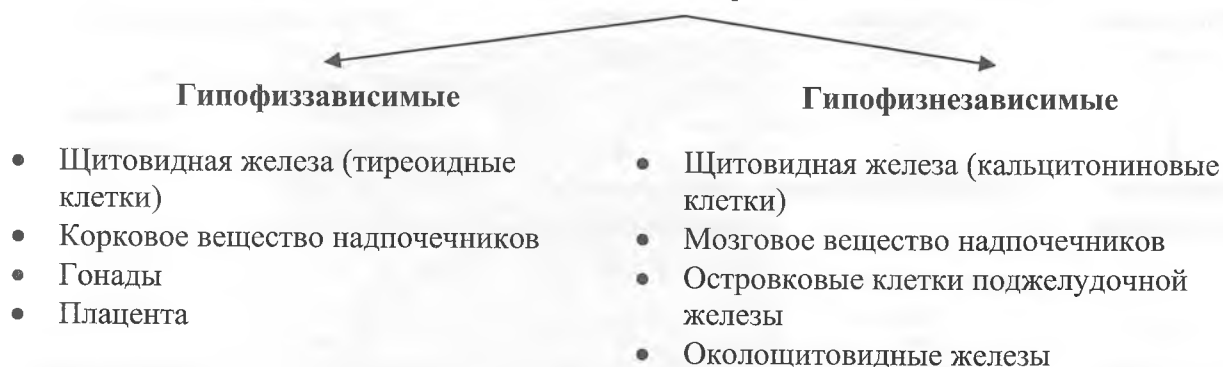
В составе долек — два типа отростчатых клеток:



Отростки пинеалоцитов заканчиваются на сосудах эпифиза, гипоталамуса и других органов. Функции эпифиза изучены в настоящее время недостаточно. В частности, известно, что эпифиз регулирует процессы, протекающие в организме циклически: суточные ритмы, овариально-менструальный цикл. Эпифиз реагирует на смену световых раздражителей. В эпифизе образуется около 40 пептидных гормонов, среди них **мелатонин** — регулирует пигментный обмен в организме и обладает антигонадотропным эффектом.

Помимо пептидных гормонов, в клетках эпифиза образуются биогенные амины, в частности **серотонин**.

Периферические эндокринные железы



Надпочечники

Парный орган, расположенный у высших позвоночных и человека вблизи верхнего полюса почки, включает в себя 2 самостоятельные железы, которые различаются по происхождению, строению и функции.

Снаружи надпочечник покрыт толстой **соединительнотканной капсулой**, во внутрь от которой отходят тонкие **трабекулы**, содержащие кровеносные сосуды и нервы. Под капсулой располагается **корковое вещество**, состоящее из секреторных эпителиальных клеток мезенхимного происхождения. В центре надпочечника располагается **мозговое вещество**, образованное **хромаффинными клетками**, имеющими нейральное происхождение. Секреторные клетки надпочечника густо оплетены капиллярами.



Между капсулой и клубочковой зоной, а также на границе между клубочковой и пучковой зонами лежат слои мелких малодифференцированных клеток. За счет размножения этих клеток происходит регенерация коры надпочечников.

Гистофизиология надпочечника



Функции гормонов надпочечника

1. **Альдостерон:** наиболее активный минералокортикоид — участвует в поддержании баланса натрия и кальция. В частности, альдостерон сохраняет натрий в организме, усиливает реабсорбцию натрия в почечных канальцах.
2. **Кортизол и кортикостерон** — регуляторы обмена белков и углеводов — в частности активируют процесс глюконеогенеза в клетках. Участвуют в интеграции процессов неспецифической адаптации организма. Высокие дозы глюкокортикоидов вызывают быстрое уменьшение тимуса, лимфатических узлов, селезенки, вызывают деструкцию и распад лимфоцитов и эозинофилов, угнетают воспалительную реакцию.

3. **Андростерон** и другие соединения андрогенового ряда сами по себе биологически неактивны, но способны за пределами надпочечника превращаться в активные формы мужских половых гормонов (андрогенов). (Функция половых гормонов будет рассмотрена в теме «Половая система»).
4. **Адреналин и норадреналин**: это катехоламины, которые играют важную роль в контроле углеводного и жирового обмена, регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, системы свертывания крови. При возникновении чрезвычайных ситуаций высвобождаются из надпочечников в больших количествах и мобилизуют адаптивные реакции организма.

Щитовидная железа

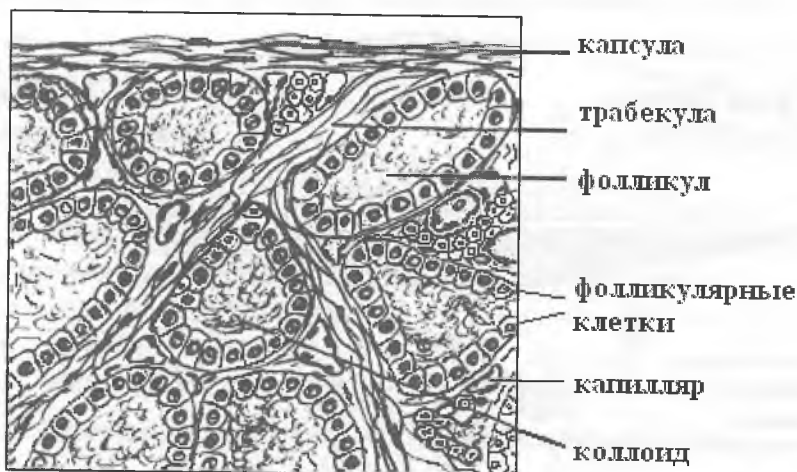
Непарный орган, состоит из двух долей, соединенных перешейком. Расположен у человека в средней области шеи ниже гортани спереди и латеральнее трахеи. Снаружи щитовидная железа покрыта двумя капсулами:

Наружная капсула — является частью и продолжением претрахиальной фасции.

Истинная (внутренняя) — образована фиброзно-эластической соединительнотканной капсулой.

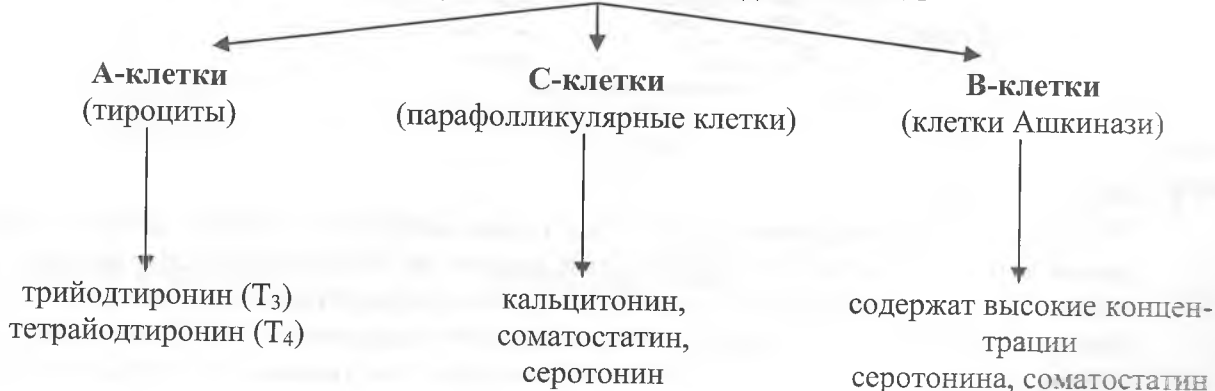
От истинной капсулы во внутрь железы отходят соединительнотканые **трабекулы**, разделяющие железу на **дольки**, дольки не целиком изолированы, поэтому железу называют псевдодольчатой.

Структурно-функциональной единицей железы являются **фолликулы** — это шаровидные полые выстланные изнутри эпителиальными клетками образования, густо оплетённые кровеносными и лимфатическими капиллярами и заполненные коллоидом.

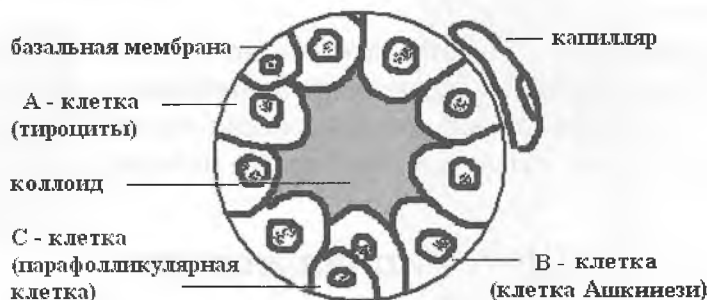


Типы фолликулярных клеток и их гормоны

Фолликулярные клетки щитовидной железы



Интенсивность кровотока в щитовидной железе в десятки раз превосходит кровоток в почке. Железа чутко реагирует даже на незначительные изменения гомеостаза в организме.



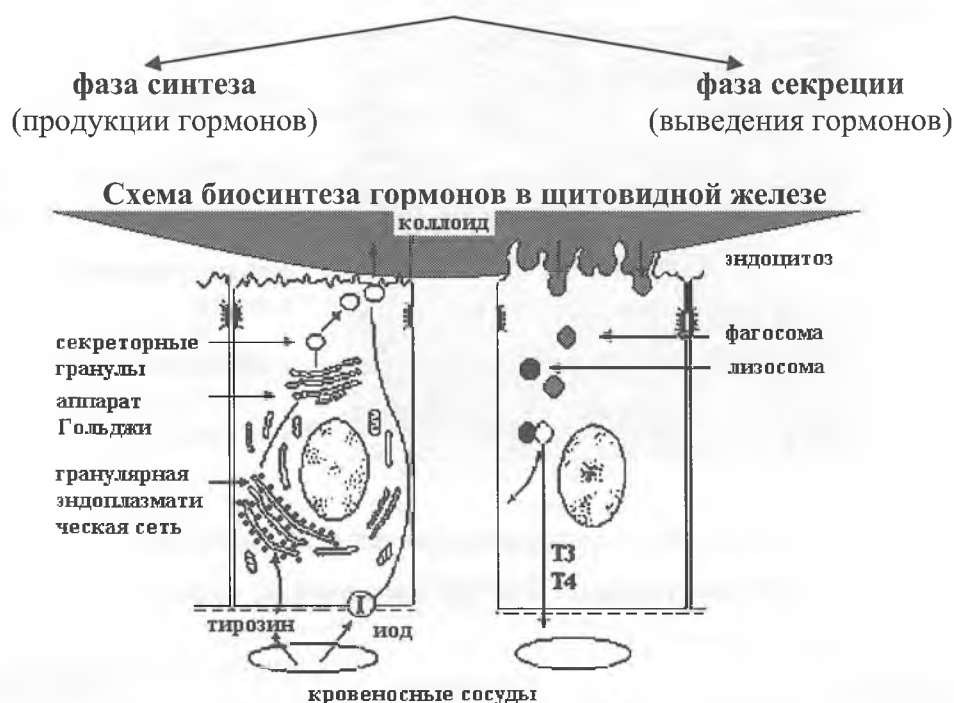
Функции гормонов щитовидной железы:

1. **Трийодтиронин** и **тетрайодтиронин** (тироксин) играют важную роль в регуляции процессов энергообмена, синтеза белков, дифференцировки тканей, развития и роста организма.
2. **Кальцитонин** регулирует обмен кальция и фосфора в организме.

Функциональное значение **В-клеток** в составе железы окончательно не изучено, они либо накапливают **серотонин**, либо его образуют. Серотонин — это биогенный моноамин с широким спектром регуляторных воздействий.

Секреторный цикл щитовидной железы

Щитовидная железа имеет сложный секреторный цикл, состоящий из двух фаз.



1. Фаза синтеза

В тироцитах синтезируется полипептид **тиреоглобулин**, в составе которого много аминокислоты тирозина. Он выделяется в просвет фолликулы, где накапливается в виде **коллоида**. Одновременно с этим в цитоплазме тироцитов накапливается и окисляется до атомарного состояния йод. На апикальной поверхности тироцитов происходит процесс йодирования тиреоглобулина. К аминокислоте тирозину в составе тиреогло-

булина присоединяется один или два атома йода. Затем в молекуле тиреоглобулина образуются гормонально-активные комплексы — трийодтиронин (T_3) и тетройодтиронин (T_4).

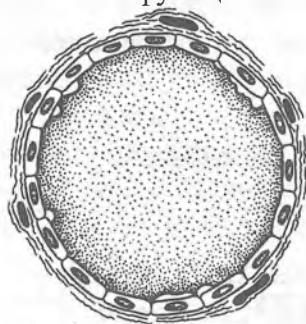
2. Фаза секреции

Тироциты захватывают путем пиноцитоза йодированный тиреоглобулин из коллоида. В их цитоплазме в результате гидролиза от тиреоглобулина отщепляются трийодтиронин (T_3) и тетройодтиронин (T_4), которые поступают в капилляры, окружающие фолликулы.

Гистологическое строение щитовидной железы при гипо- и гиперфункции

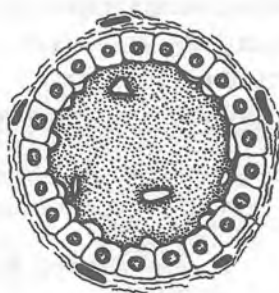
Процессы синтеза и секреции тиреоидных гормонов в клетках щитовидной железы сбалансированы (нормофункция). При этом фолликулы заполнены гомогенным коллоидом, выстилающие их эпителиальные клетки кубической формы. При усилении (гиперфункция) или ослаблении (гипофункция) изменяются размеры фолликулов, форма их клеток и консистенция коллоида.

Гипофункция



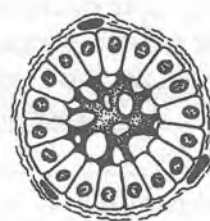
Крупные фолликулы.
Коллоид плотный. Клетки
плоские

Нормофункция



Клетки кубические

Гиперфункция



Мелкие фолликулы.
Коллоид пенистый. Клетки
высокие призматические

Околощитовидные железы

У человека 4 или более околощитовидных желез. Они располагаются сзади на долях щитовидной железы, между наружной (фасцией) и внутренней капсулой.

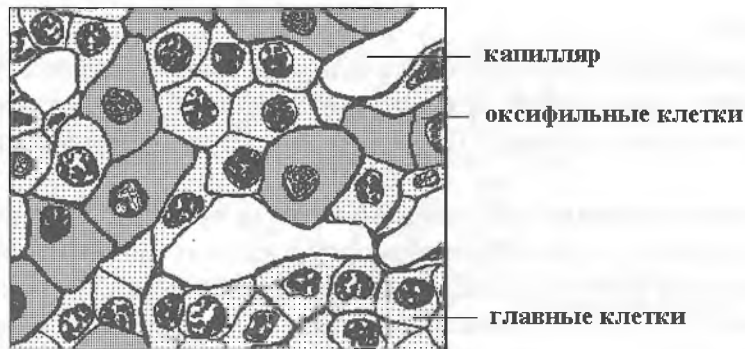
Каждая околощитовидная железа покрыта соединительнотканной капсулой, во внутрь которой отходят трабекулы, содержащие сосуды и нервы.

Между трабекулами лежат тяжи мелких секреторных клеток, оплетенных капиллярами.

Клетки и гормоны околощитовидных желез



Схема строения околощитовидной железы



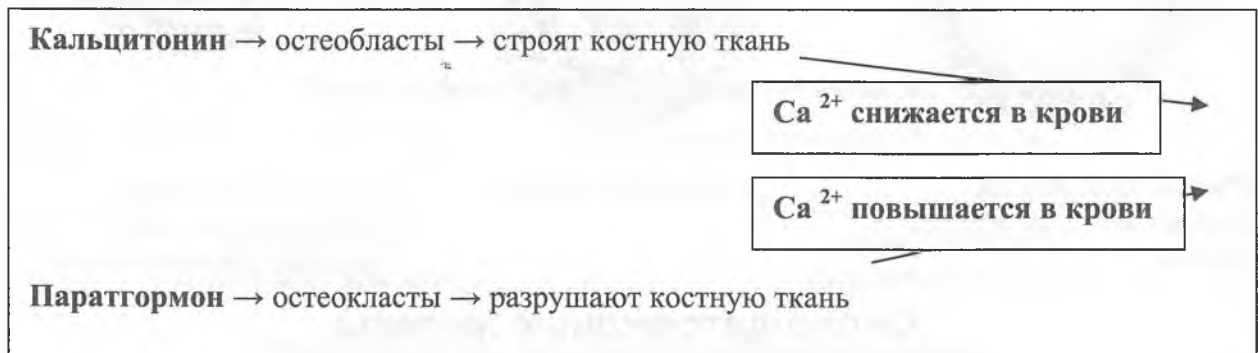
Функция гормонов парашитовидной железы

Паратирин — регулирует обмен кальция и фосфора, между концентрациями, которых в организме существует обратная зависимость.

Как следует из вышесказанного, обмен кальция и фосфора в организме регулируют щитовидная и парашитовидная железы. Клетками-мишенями для этих гормонов служат, в частности, клетки костной ткани остеокласты и остеобласты.

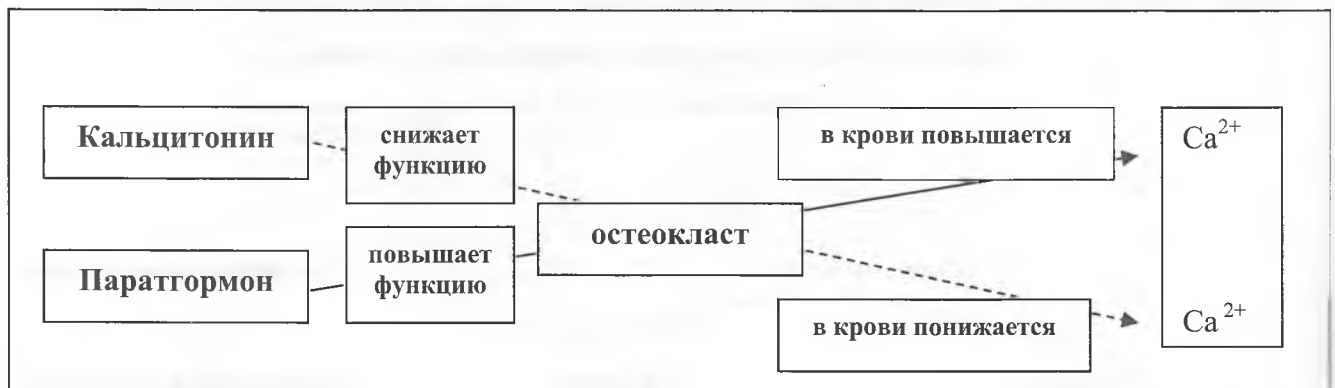
Два механизма регуляции кальциевого гомеостаза в организме

1.



Оба вышеуказанных гормона регулируют также экскрецию и поглощение кальция в почках и тонком кишечнике.

2. Влияние гормонов только на остеокласты: паратирин стимулирует, а кальцитонин снижает активность остеокластов.



Пищеварительная система

Функции пищеварительной системы:

1. Механическая и химическая обработка пищи.
2. Всасывание продуктов расщепления питательных веществ.
3. Секреция пищеварительных ферментов и слизи.
4. Экскреция обезвреженных веществ.
5. Иммунная функция – защита организма от бактериальных и пищевых антигенов.
6. Эндокринная функция – выработка гормонов и гормональноактивных веществ.

В состав пищеварительной системы входят:

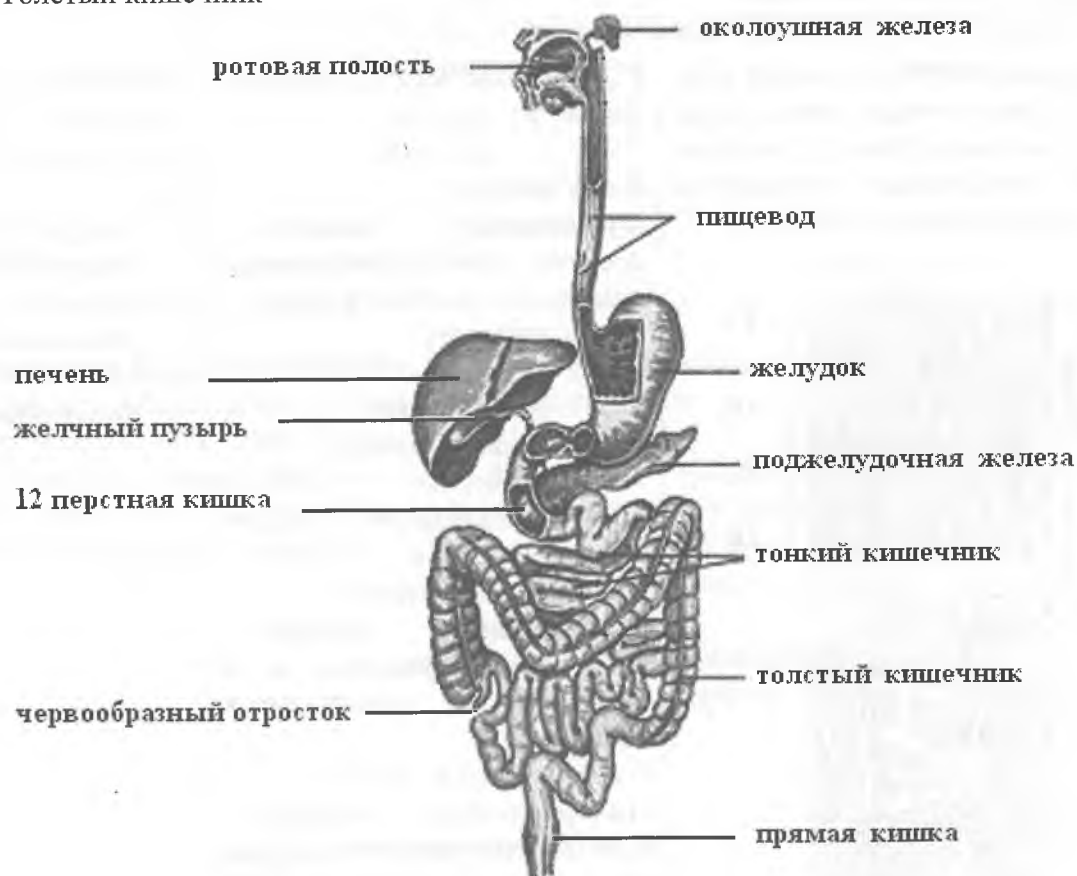
I. Пищеварительная трубка (желудочно-кишечный тракт):

1. Органы ротовой полости
2. Глотка
3. Пищевод
4. Желудок
5. Тонкий кишечник
6. Толстый кишечник

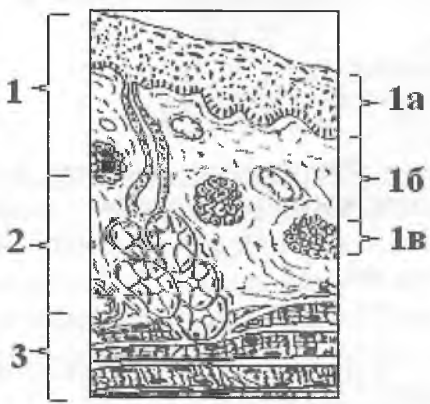
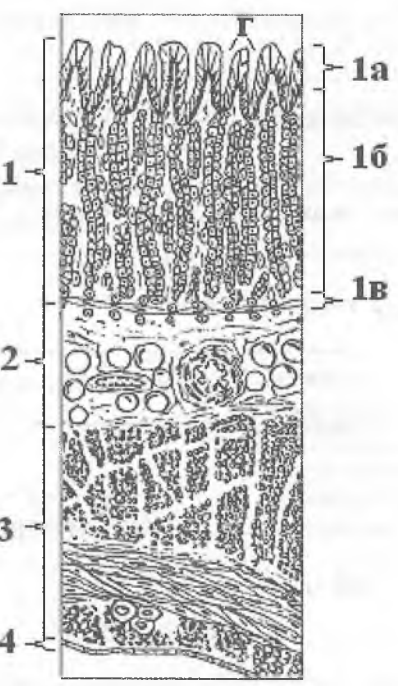
II. Пищеварительные железы

1. Большие слюнные железы

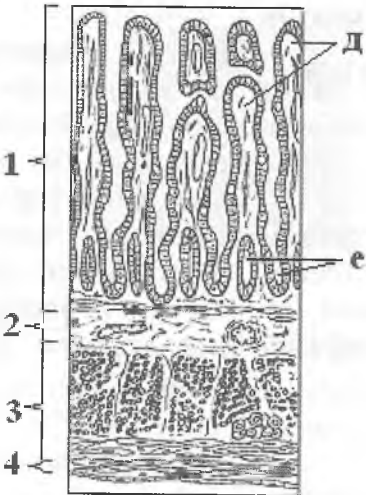
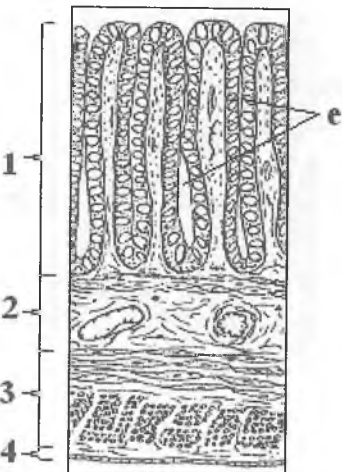
- околоушные
 - подъязычные
 - подчелюстные
2. Печень и желчный пузырь
 3. Поджелудочная железа



Особенности строения различных отделов пищеварительной трубки представлены в таблице. Структурная организация таблицы соответствует четырем оболочкам, из которых состоит стенка желудочно-кишечного тракта: **слизистой, подслизистой, мышечной, серозной** или (в отделах лежащих за пределами брюшной полости) **адвентициальной**.

Слизистая оболочка (1)			
	Эпителий (1а)	Собственная пластинка (1б)	Мышечная пластинка (1в)
Пищевод	<p>Многослойный плоский неороговевающий эпителий</p> 	<p>Рыхлая соединительная ткань (РСТ), сосуды, нервы, скопления лимфоцитов, выводные протоки желез пищевода.</p> <p>Кардиальные железы пищевода, лежащие у входа пищевода в желудок и на уровне перстневидного хряща гортани</p>	<p>В верхней трети пищевода есть только отдельные гладкомышечные клетки, а в нижних отделах гладкомышечная пластинка хорошо выражена</p>
Желудок	<p>На поверхности слизистой имеются желудочные ямки, образующие поля. Ямки (г) выстланы однослойным призматическим, железистым эпителием</p> 	<p>РСТ, сосуды, нервы, лимфатические фолликулы.</p> <p>Железы:</p> <p>В дне желудка</p> <p>Фундальные железы — простые, слаборазветвленные железы, в их составе клетки:</p> <ol style="list-style-type: none"> главные шеечные обкладочные (париетальные) слизистые эндокринные различных типов. <p>В кардиальном отделе</p> <p>Кардиальные железы — простые разветвленные, в их составе мало париетальных клеток</p> <p>В пилорическом отделе</p> <p>Пилорические железы — простые сильноразветвленные, в их составе отсутствуют обкладочные клетки и преобладают слизистые</p>	<p>Образована гладкомышечной тканью расположенной в 3 слоя:</p> <ol style="list-style-type: none"> внутренний циркулярный, средний продольный, наружный циркулярный

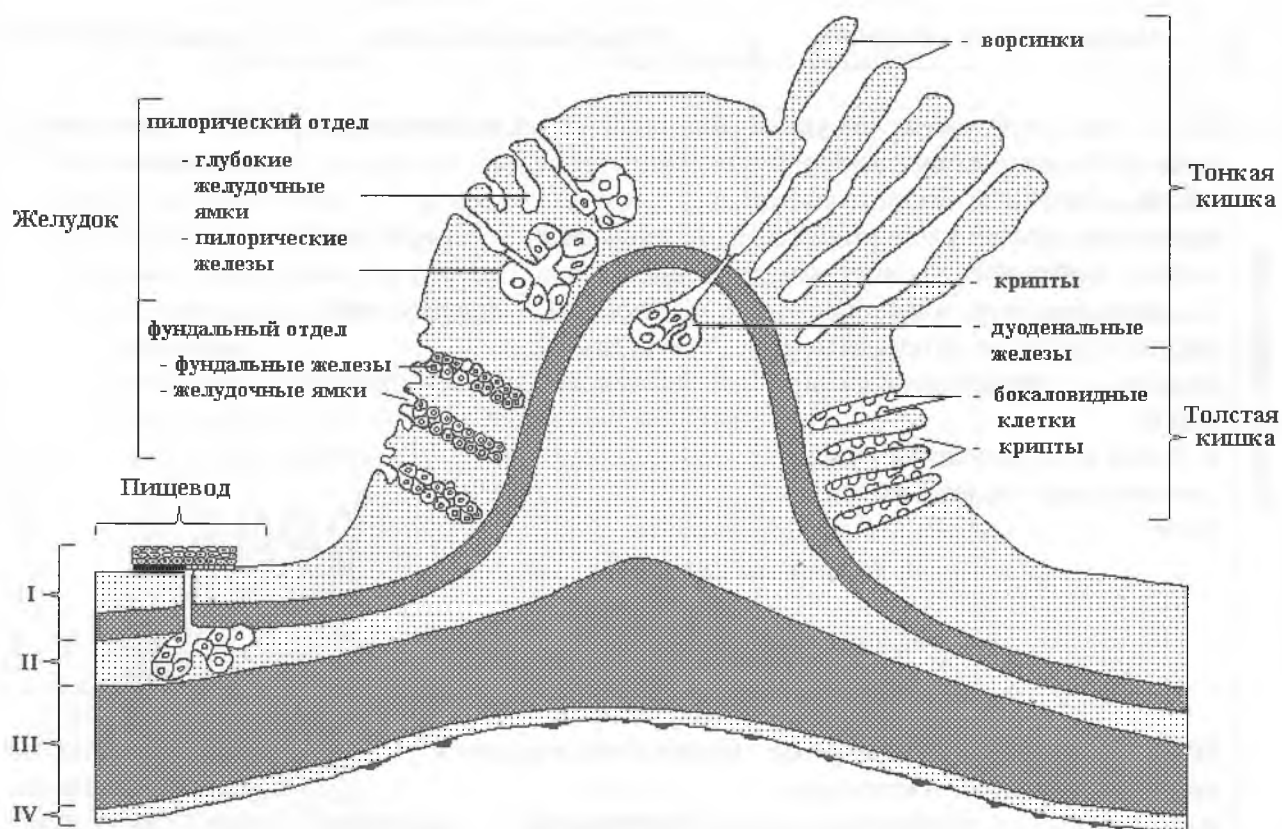
	Подслизистая оболочка (2)	Мышечная оболочка (3)	Серозная оболочка (4) или адвентициальная
	<p>Образована рыхлой соединительной тканью. Разветвленная сеть сосудов, сложные альвеолярно-губчатые железы пищевода, подслизистое нервное сплетение, состоящее из нервов, нервных окончаний и интрамуральных ганглиев</p>	<p>Мышечная оболочка состоит из двух слоев:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внутренний слой циркулярный 2. Наружный слой — продольный. <p>В верхней трети пищевода поперечнополосатая мышечная ткань.</p> <p>В средней трети — смешанная.</p> <p>В нижней трети — гладкая мышечная ткань. Между слоями мышечной ткани лежит межмышечное нервное сплетение</p>	<p>До диафрагмы — адвентициальная оболочка, образована рыхлой соединительной тканью, в ней сосуды, субадвентициальное нервное сплетение.</p> <p>Под диафрагмой пищевод покрыт серозной оболочкой, состоящей из РСТ, выстланной плоским эпителием (мезотелием), в ней лежат сосуды и подсерозное нервное сплетение</p>
	<p>Образована РСТ, в которой много эластических волокон, густая сеть кровеносных и лимфатических сосудов, много артериоло-венулярных анастомозов, подслизистое нервное сплетение</p>	<p>Состоит из трех слоев гладкомышечных клеток:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наружный – продольный 2. Средний слой – циркулярный 3. Внутренний – косой. <p>Между слоями располагается межмышечное нервное сплетение</p>	<p>Серозная оболочка, имеющая такое же строение, как и в пищеводе</p>

	Эпителий	Собственная пластинка	Мышечная пластинка
Тонкий кишечник	<p>На поверхности слизистой ворсинки (д) – это выпячивания слизистой оболочки в просвет кишечника, выстланные однослойным цилиндрическим каемчатым эпителием. В его составе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каемчатые (столбчатые) клетки 2. Бокаловидные клетки 3. Эндокринные клетки 	<p>РВСТ, в которой много ретикулярных волокон. Многочисленные одиночные и групповые лимфоидные фолликулы, сосудистые сплетения.</p> <p>Крипты (е) - углубления эпителия</p> <p>Клеточный состав крипт:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Столбчатые клетки 2. Бокаловидные клетки 3. Камбиальные (недифференцированные) клетки 4. Эндокринные клетки (их больше, чем в ворсинках) 5. Клетки Панета (клетки с ацидофильными гранулами) 	<p>2 слоя гладкомышечных клеток:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внутренний — циркулярный 2. Наружный — продольный
Толстый кишечник	<p>Однослойный каемчатый эпителий выстилает глубокие крипты в ободочной кишке, а в прямой кишке:</p> <p>в столбчатой зоне — многослойный кубический эпителий;</p> <p>в промежуточной зоне — многослойный плоский эпителий;</p> <p>в кожной зоне — многослойный плоский ороговевающий</p> 	<p>Имеет строение, аналогичное тонкому кишечнику, только очень глубокие крипты. Их состав отличается большим количеством бокаловидных клеток, малым количеством клеток Панета, кроме того, в эпителии много интраэпителиальных лимфоцитов</p>	<p>То же строение, что и в тонком кишечнике</p>

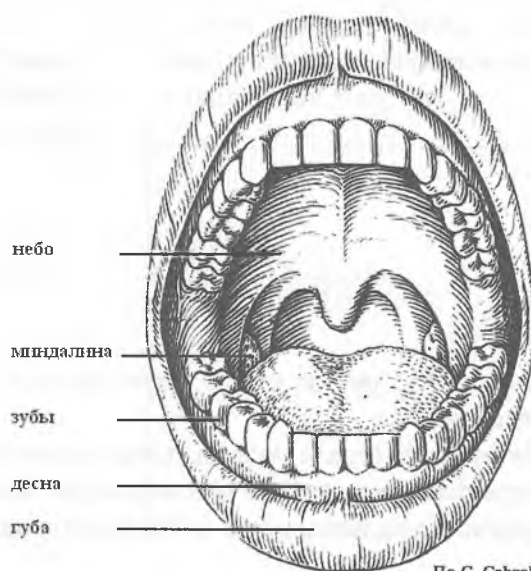
	Подслизистая оболочка	Мышечная оболочка	Серозная оболочка
Тонкий кишечник	РВСТ, многочисленные сосудистые сплетения, дольки жировой ткани, одиночные фолликулы и скопления лимфоцитов, подслизистое нервное сплетение. Сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые дуоденальные железы в двенадцатиперстной кишке. В тощей и подвздошной кишке дуоденальные железы отсутствуют	Два слоя из гладкомышечной ткани: 1. Внутренний — циркулярный 2. Наружный — продольный. Между слоями межмышечное нервное сплетение	РВСТ выстланная мезотелием
Толстый кишечник	РВСТ, сосуды, подслизистое нервное сплетение, много жировых клеток и лимфатических фолликулов	Состоит из двух слоев: 1. Внутренний — циркулярный 2. Наружный — продольный, образующий 3 продольные ленты	Серозная оболочка в верхней части толстого кишечника, имеет выпячивания, содержащие жировую ткань — «жировые привески». В нижних отделах прямая кишка имеет адвентициальную (соединительно-тканную) оболочку

Внутренняя поверхность кишечной трубки имеет характерную складчатость, неодинаково выраженную в различных отделах.

Складки, как правило, образуют слизистая и подслизистая оболочки. Если же складки глубокие, то в их формировании принимает участие и мышечная оболочка. Ниже приведена схема строения такой складки и морфофункциональные особенности различных отделов желудочно-кишечного тракта.



I – слизистая оболочка, II – подслизистая оболочка, III – мышечная оболочка, IV – адвентициальная или серозная оболочка



По С. Cabrol

Пищеварительная трубка в области ротовой полости состоит из тех же оболочек, что и в перечисленных выше отделах, но имеет свои особенности:

1. **Слизистая оболочка** выстлана многослойным плоским неороговевающим эпителием, способным к ороговеванию. Мышечная пластинка отсутствует.
2. **Подслизистая оболочка** образована РСТ, обильно васкуляризирована, содержит нервы, нервные окончания. В некоторых отделах подслизистая отсутствует (в деснах, в твердом небе, в верхней и боковой поверхностях языка).
3. **Мышечная оболочка** в отличие от других отделов желудочно-кишечного тракта, образована поперечнополосатой мышечной тканью.

Особенности строения губы

В составе губы различают 3 части



Строение различных частей губы



На поверхности многослойный плоский ороговевающий эпителий.

Многослойный эпителий имеет тонкий роговой слой.

I. Слизистая оболочка.

На поверхности многослойный плоский неороговевающий эпителий, под ним собственная пластинка из рыхлой соединительной ткани.

Подлежащая соединительная ткань вдаётся в эпителий в виде сосочков. В ней лежат потовые и сальные железы и волосяные фолликулы

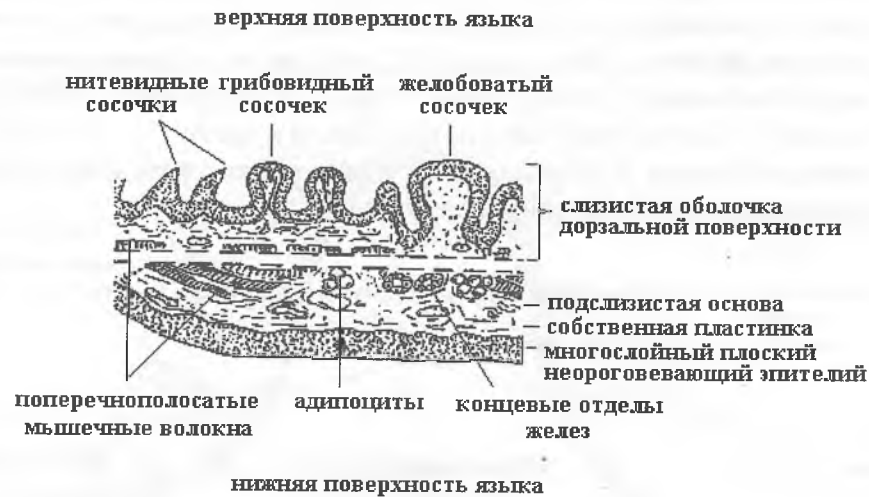
В соединительнотканых сосочках много капилляров, отсутствуют потовые железы и волосяные фолликулы

II. Подслизистая оболочка. Содержит губные слюнные железы (слизисто-белковые).

III. Мышечная оболочка — круговая мышца рта

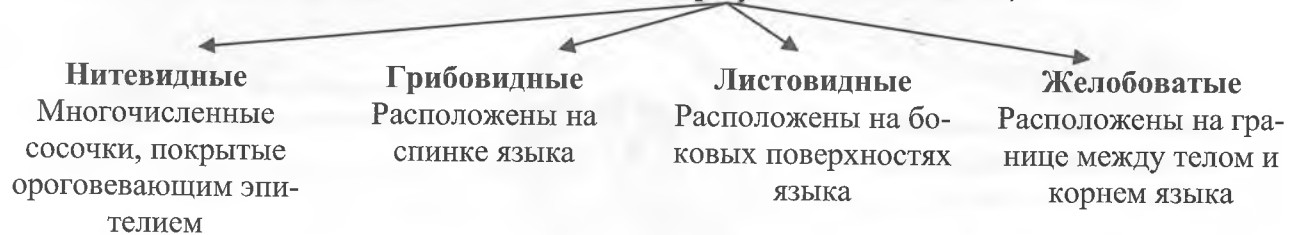
Особенности строения языка

Верхнебоковая поверхность и нижняя поверхность языка имеют разное строение.



На верхнебоковой поверхности отсутствует подслизистая основа.

Слизистая сростается с мышечной оболочкой и образует 4 типа сосочков.



На нижней поверхности слизистая оболочка покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием, собственная пластинка врастает в эпителий. В подслизистой оболочке располагается большое количество кровеносных сосудов и слюнные железы. Основа языка — это поперечнополосатая мышечная ткань. Между мышечными пучками, переплетающимися в трёх плоскостях, располагаются прослойки соединительной ткани с большим количеством жировых клеток, в прослойках лежат белковые, слизистые и смешанные слюнные железы.

Зубы

Анатомическое строение зуба

Схема строения зуба и его прикрепления (сагиттальный срез)





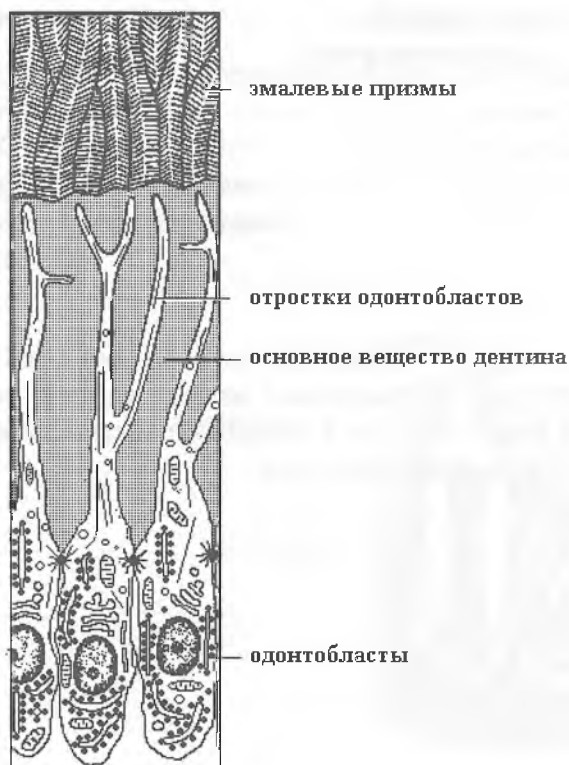
Корни погружены в альвеолярные отростки верхней и нижней челюсти и удерживаются в десне зубной связкой (периодонтом).



Твёрдые ткани зуба

1. Дентин – является основной тканью зуба.

Химический состав дентина:



Строение дентина

Дентин построен по аналогии с костной тканью (дентиновая костная ткань). В его составе, так же как и в костной ткани, имеется **межклеточное вещество**, состоящее из коллагеновых волокон и основного вещества – минерализованного органического матрикса. Межклеточное вещество пронизано радиально расположенными **канальцами**. В этих канальцах проходят отростки клеток – **одонтобластов**, а сами клетки лежат за пределами дентина (в наружном слое пульпы зуба). Следовательно, в отличие от костной ткани, дентин не содержит клеток, а включает только отростки клеток

2. Эмаль – покрывает коронку зуба

Химический состав эмали:

3–4% органическое вещество
включает белки и фосфопротеины

96–97% неорганическое вещество
включает гидроксиапатит, карбонат кальция,
фторид кальция, фосфорнокислый магний

Строение эмали

Эмаль состоит из **эмалевых призм** (диаметр 3–6 мкм), проходящих через всю толщу эмали, волнообразно изгибаясь. Каждая призма состоит из фибриллярной белковой сети, в которой располагаются кристаллы гидроксиапатитов. Кроме призм в составе эмали имеются не минерализованные участки органического вещества. Это **эмалевые пучки**, расположенные на границе с дентином и **эмалевые пластинки** – лентообразные структуры, идущие через всю толщу эмали.

3. Цемент — покрывает дентин в области шейки и корней зуба.

Химический состав цемента:

30% органические вещества

70% неорганические вещества

Существует 2 типа цемента

Бесклеточный цемент
(в верхней части корня) —
состоит из межклеточного вещества:

**коллагеновые
волокна**

**аморфный
склеивающий
матрикс**

Клеточный цемент
в нижней части корня состоит из

**клеток
(цементоцитов)**

**межклеточного
вещества**

**коллагеновые
волокна**

**основное
вещество
(матрикс)**

Таким образом, клеточный цемент имеет строение, аналогичное грубоволокнистой костной ткани, и отличается от неё отсутствием сосудов. Бесклеточный цемент состоит только из межклеточного вещества, волокна которого продолжают в периодонт и дальше в зубную альвеолу, т.е. бесклеточный цемент участвует в закреплении зубов.

Мягкие ткани зуба — пульпа и периодонт

Пульпа заполняет пульпарную камеру коронки зуба и корневой канал зуба. Пульпа образована рыхлой соединительной тканью, содержащей большое количество студенистого основного вещества.

В пульпе различают 3 слоя:

Периферический слой

Промежуточный слой

Центральный слой

состоит из нескольких рядов дентинобластов

состоит из незрелых коллагеновых волокон и мелких камбиальных клеток, способных дифференцироваться в дентинобласты

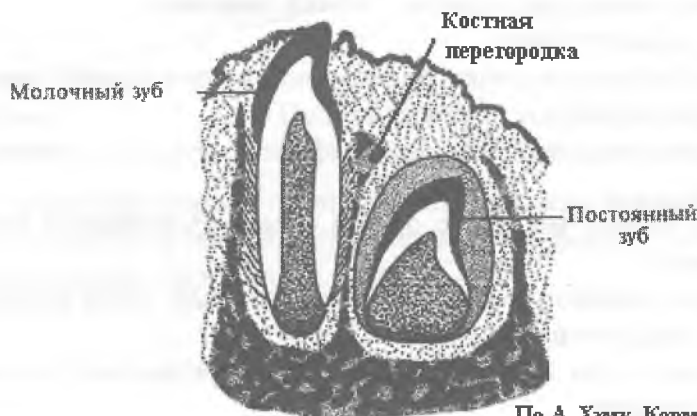
РСТ, много коллагеновых и ретикулярных волокон, фибробластов, макрофагов, здесь же локализуются сосуды, нервы, нервные окончания

Периодонт представляет собой связку, которая укрепляет зуб в костной альвеоле. Периодонт образован преимущественно плотной неоформленной соединительной тканью, в которой между толстыми, идущими в разных направлениях пучками коллагеновых волокон лежат прослойки рыхлой соединительной ткани с сосудами, нервными волокнами.

Развитие зубов

У человека имеется 2 генерации зубов: молочные (выпадающие) зубы и постоянные зубы. Их развитие происходит однотипно, но в разное время: молочные зубы закладываются в конце 2-го месяца, а постоянные — в конце 5-го месяца эмбриогенеза.

Постоянные зубы развиваются очень медленно, лежат рядом с молочными зубами и отделены от них костной перегородкой.



По А. Хэму, Кормаку

В развитии зубов различают 3 периода:

Период закладки и образования зубных зачатков

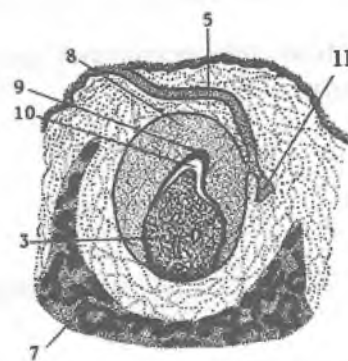
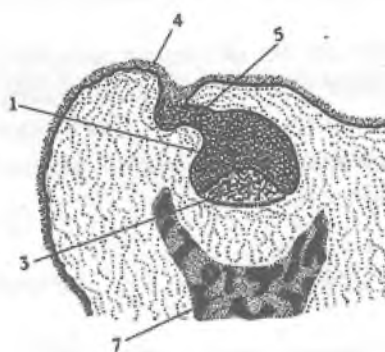
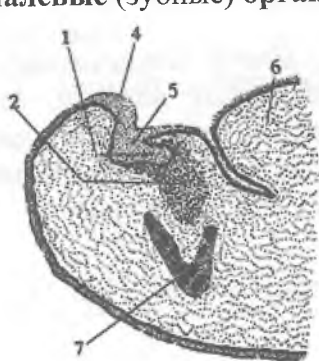
во время этого этапа эпителий слизистой оболочки десны врастает в подлежащую мезенхиму, формируя **зубные пластинки**, вдоль которых образуются колбовидные выпячивания — **эмалевые (зубные) органы**

Период дифференцировки зубных зачатков

на этом этапе происходит **дифференцировка клеток эмалевого органа**

Гистогенез зубных тканей

на этом этапе происходит **образование дентина и эмали зуба**



По А. Хэмму, Кормаку

1 — закладка молочного зуба; 2 — участок мезенхимы; 3 — зубной сосочек; 4 — многослойный плоский эпителий ротовой полости; 5 — зубная пластинка; 6 — язык; 7 — закладка нижней челюсти; 8 — эмалевый орган; 9 — эмаль; 10 — дентин; 11 — закладка постоянного зуба

Строение эмалевого органа

Эмалевый орган, образованный эпителиальными клетками, имеет форму двустенной чаши. В его составе выделяют 3 типа клеток:

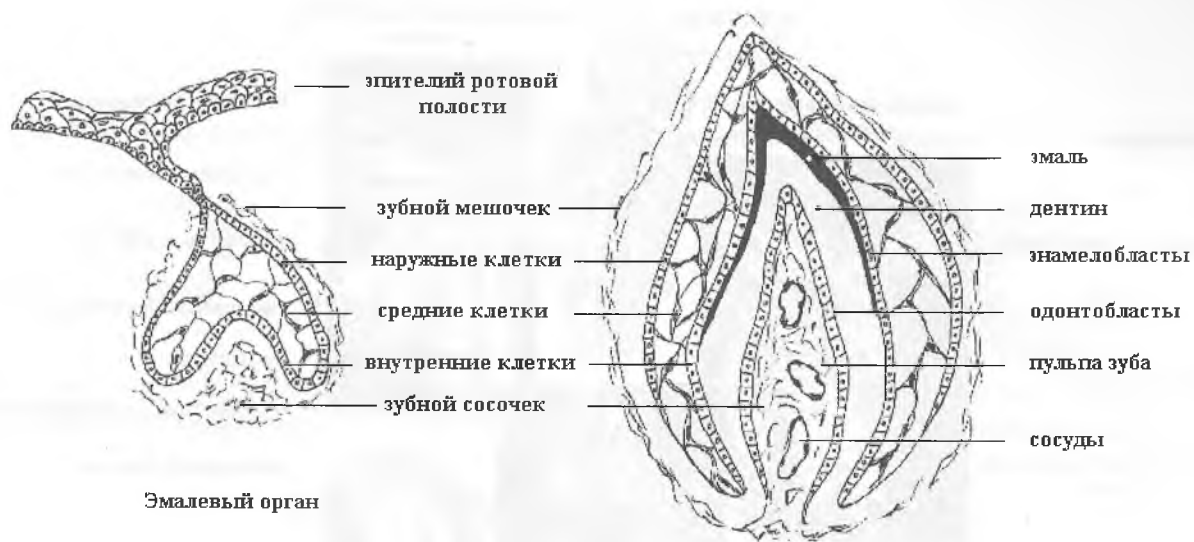
- **наружные** — плоские клетки;
- **внутренние клетки** — цилиндрические клетки впячиваются вовнутрь эмалевого органа;
- **промежуточные клетки** — отростчатой формы клетки, образуют пульпу эмалевого органа.

Вовнутрь эмалевого органа врастает мезенхима, формируя **зубной сосочек**.

Вокруг эмалевого органа мезенхима образует **зубной мешочек**.

На стадии гистогенеза зубных тканей:

1. На поверхности зубного сосочка дифференцируются клетки **дентинобласты** (одонтобласты), которые образуют **дентин**.
2. Внутренние клетки эмалевого органа дифференцируются в **энамелобласты**, которые образуют **эмаль**.
3. Промежуточные клетки эмалевого органа образуют **кутикулу** (тонкую плёночку) на поверхности эмали.
4. Наружные клетки эмалевого органа при прорезывании зубов редуцируются.
5. Зубной сосочек образует **пульпу зуба**.
6. Клетки внутреннего слоя зубного мешочка дифференцируются в **цементобласты**, которые образуют **цемент**.
7. Наружный слой зубного мешочка превращается в **периодонт** (зубную связку).



Слюнные железы

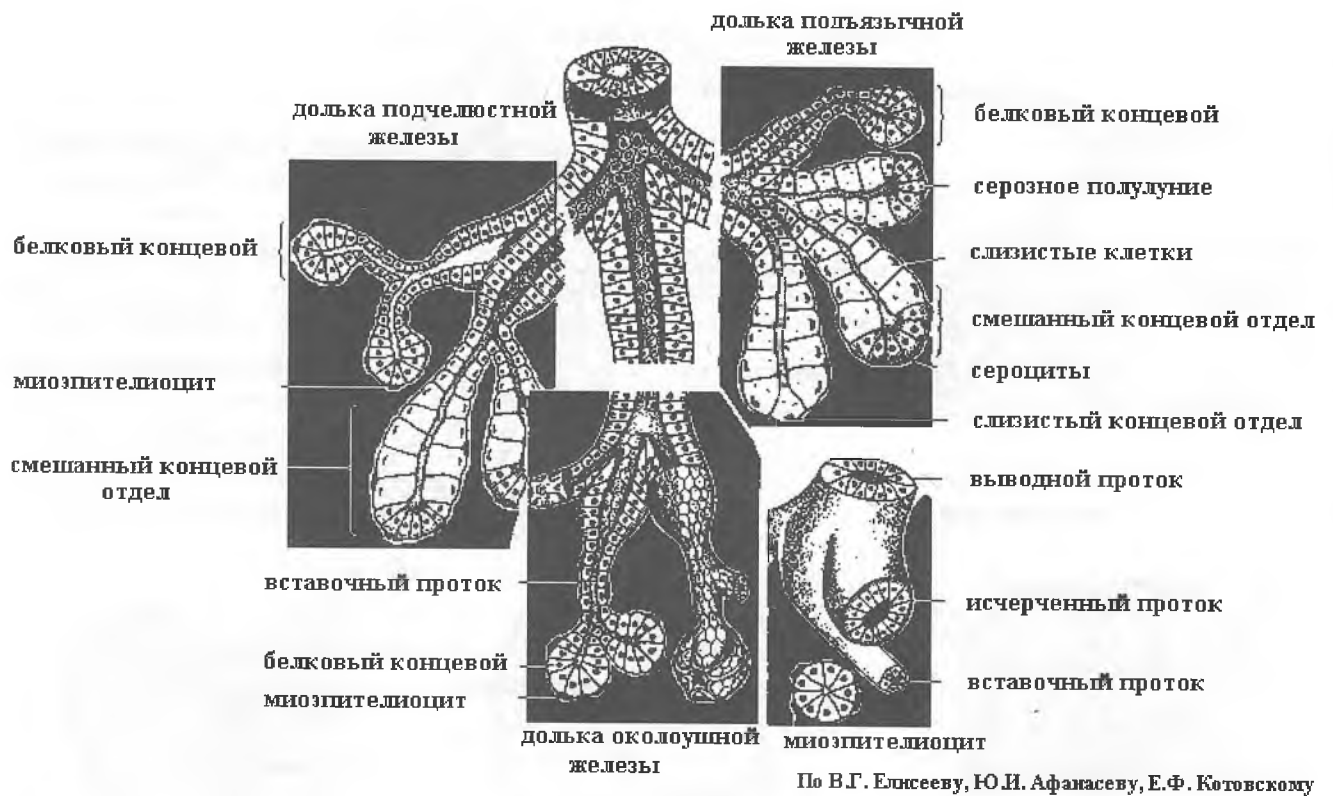
Функции слюнных желез:

1. Смачивание и увлажнение пищи, что облегчает процессы жевания и глотания.
2. Ферментативная обработка пищи.
3. Экскреторная функция (выведение во внешнюю среду органических и неорганических веществ).
4. Выделение бактерицидных веществ (лизозим).
5. Эндокринная функция — образование гормона инсулина и других гормонов, аминов, различных факторов роста.

В пищеварительной системе имеется множество мелких слюнных желез, выделяющих секрет в ротовую полость, и 3 крупные парные слюнные железы.



Все эти железы по своей структурной организации являются сложными разветвлёнными, альвеоларно-трубчатыми слизисто-белковыми железами, т.е. имеют разветвленную систему выводящих протоков и концевых секреторных отделов.



Таким образом, в состав желез входят:



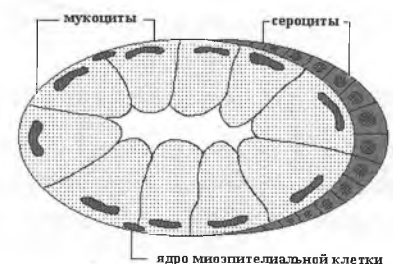
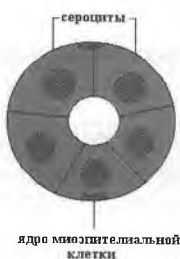
Состоят из **секреторных клеток**, лежащих на базальной мембране, и **миоэпителиальных клеток** звёздчатой формы, лежащих между базальной мембраной и секреторными клетками.

Типы концевых секреторных отделов

Белковые
(альвеолярные
концевые отделы)

Слизистые
(трубчатые
концевые отделы)

Слизисто-белковые
(трубчато-альвеолярные
концевые отделы)



Типы выводных протоков

Вставочные протоки



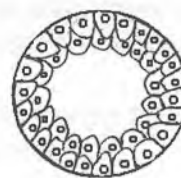
выстланы плоскими или кубическими клетками

Исчерченные протоки



выстланы цилиндрическими клетками

Междольковые протоки

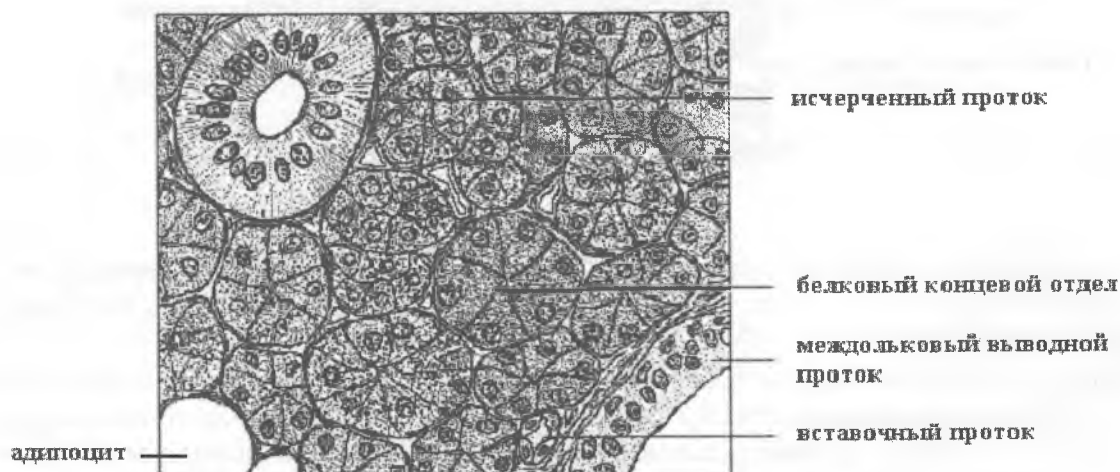


выстланы двухслойным или многослойным эпителием

Гистологическое строение слюнных желез

Снаружи слюнная железа покрыта **соединительнотканной капсулой**, от которой во внутрь отходят **соединительнотканые перегородки** (трабекулы), делящие железы на **дольки**. В трабекулах располагаются сосуды, нервы, нервные окончания и междольковые выводные протоки.

Дольки образованы **концевыми отделами**, **вставочными** и **исчерченными протоками**, между которыми лежат тонкие прослойки соединительной ткани (**строма**).



Морфофункциональные особенности больших слюнных желез

На гистологических препаратах слюнные железы следует различать по типам концевых отделов, входящих в их состав.

Большие слюнные железы

Околоушная

Белковые концевые отделы

Подчелюстная

1. Белковые концевые отделы (преобладают).
2. Слизисто-белковые концевые отделы

Подъязычная

1. Слизистые концевые отделы.
2. Слизисто-белковые концевые отделы.
3. Белковые концевые отделы (очень малочисленны)

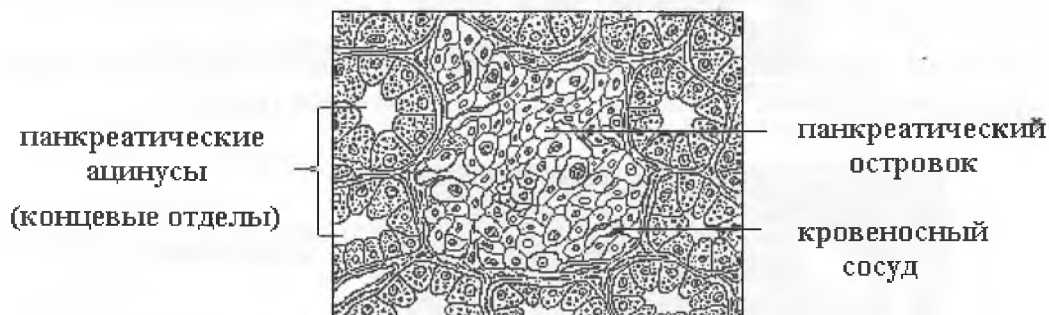
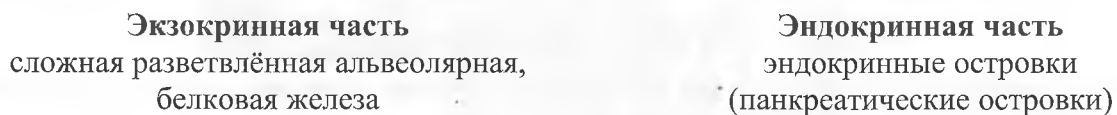
Поджелудочная железа

Функции:

1. Экзокринная функция – синтез пищеварительных ферментов (панкреатического сока), поступающих в 12-перстную кишку.
2. Эндокринная функция – синтез и секреция гормонов (инсулина, глюкагона, соматостатина, пептидных гормонов).

Строение поджелудочной железы

В состав поджелудочной железы входят:



На гистологических срезах поджелудочная железа имеет структуру, характерную для сложных разветвленных желез, но отличается тем, что в составе её долек есть островки эндокринных клеток.

Снаружи железа покрыта соединительнотканной капсулой, сросшейся с листком брюшины. От капсулы вовнутрь железы отходят трабекулы. В трабекулах располагаются сосуды, нервы, нервные окончания, интрамуральные ганглии и междольковые выводные протоки. Трабекулы делят паренхиму железы на дольки.

Строение дольки поджелудочной железы

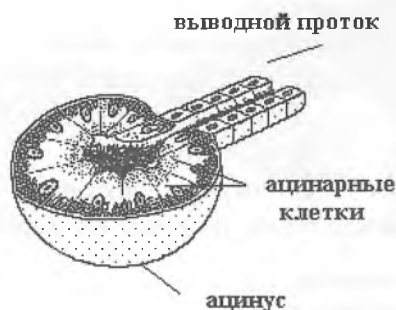


Концевые отделы (ацинусы) поджелудочной железы

В составе паренхимы железы имеются 2 типа ацинусов:

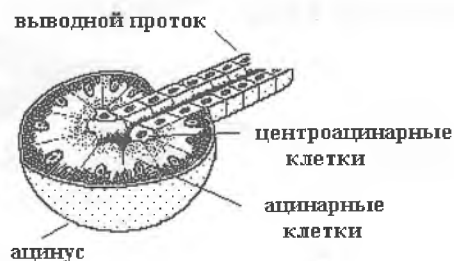
Простые ацинусы

у которых концевые отделы открываются во вставочный проток



Сложные ацинусы

у которых вставочные отделы вдавливаются внутрь ацинуса



Выводные протоки поджелудочной железы

вставочные



Стенка образована:

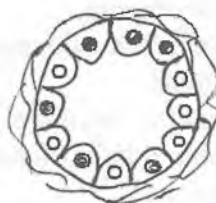
плоскими неправильной формы клетками

межацинозные



кубическими эпителиальными клетками

внутридольковые



кубическими клетками и соединительной тканью

междольковые



слизистой оболочкой:
а. призматический эпителий выстилает соединительнотканную
б. собственную пластинку, содержащую сосуды и нервы

Ациноостровковые клетки

Располагаются группами вокруг эндокринных островков. Это самостоятельная группа клеток, в цитоплазме которых имеются гранулы двух типов:

- гранулы, содержащие ферменты,
- гранулы, содержащие гормоны.

Клетки выделяют гранулы обоих типов в кровь. В настоящее время вопрос о происхождении и функции этих клеток далек от разрешения.

Эндокринные островки (панкреатические островки)

Островки состоят из эндокринных клеток инсулиноцитов и капилляров (фенестрированного типа).

Типы инсулиноцитов и их гормоны:

В-клетки (70–75%)	—синтез→	инсулина , который регулирует процессы усвоения глюкозы в тканях (снижает уровень глюкозы в крови).
А-клетки (20–25%)	—синтез→	глюкогона , он усиливает процессы расщепления гликогена в тканях (повышает содержание глюкозы в крови).
Д-клетки (5–10%)	—синтез→	соматостатина , который задерживает выделение инсулина и глюкагона в кровь.
Д1-клетки (5–10%)	—синтез→	вазоактивного интерстициального пептида (ВИП) , который стимулирует синтез гормонов и ферментов в поджелудочной железе, снижает артериальное давление.
РР-клетки	—синтез→	панкреатического полипептида , который координирует процессы выделения панкреатического и желудочного сока.

Печень

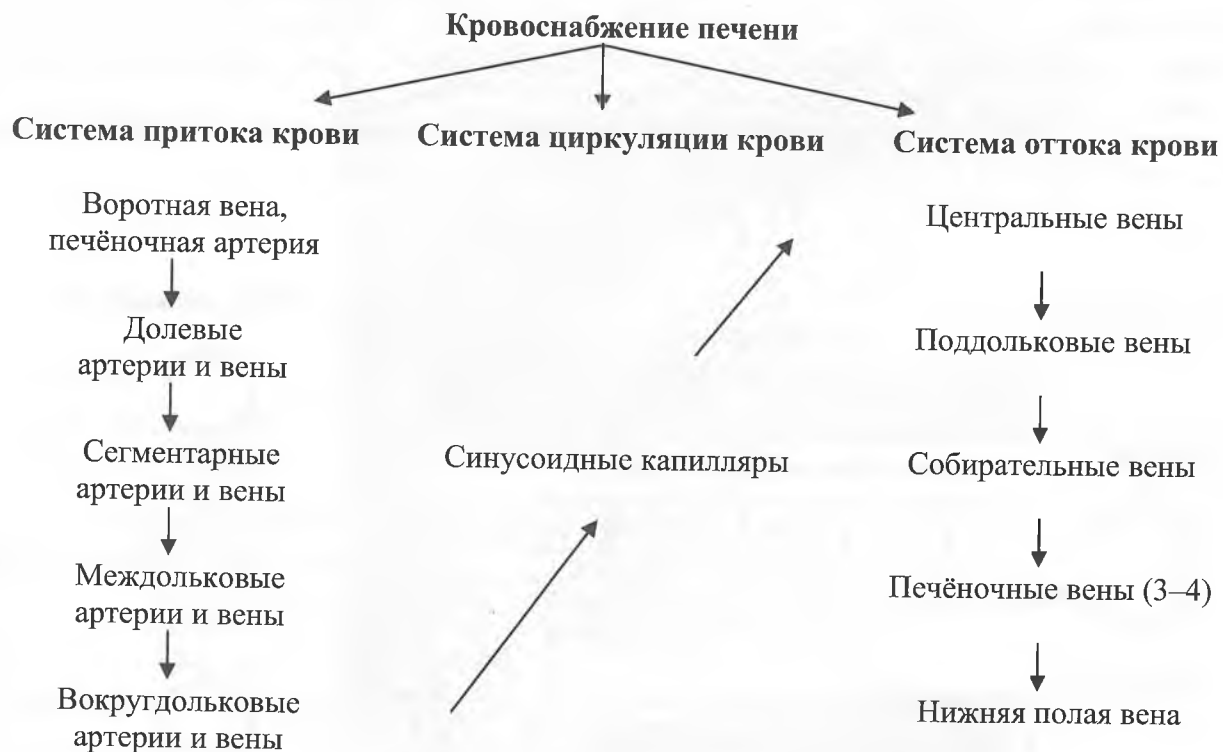
Функции:

1. Образование желчи, регуляция процессов всасывания жиров в кишечнике, участие в обмене холестерина.
2. Обезвреживание продуктов обмена.
3. Инактивация биологически активных веществ, токсинов, лекарственных препаратов.
4. Участие в иммунных реакциях.
5. Синтез гликогена, холестерина, липидов.
6. Синтез белков плазмы крови (альбуминов, протромбина, фибриногена).
7. Участие в метаболизме железа.
8. В эмбриональный период — участие в кроветворении.

Структурная организация печени определяется двумя факторами:

1. Часть образующихся в печени веществ попадает в выводные желчные протоки, а часть выделяется в кровь и лимфу. Следовательно, клетки печени должны контактировать как с сосудами, так и с выводными протоками.
2. Кроме того, печень отличается уникальным кровоснабжением: она получает кровь от печеночной артерии (20% получаемой крови) и от воротной вены (80% получаемой крови). Артерия приносит кислород, а вена — питательные вещества, биологически активные вещества, гормоны, антитела, вещества, подлежащие детоксикации.

Рассмотрим подробнее кровоснабжение печени.



Гистологическое строение печени

На поверхности печени расположена **соединительнотканная капсула**, сросшаяся с листком брюшины. От капсулы отходят **трабекулы**, делящие **паренхиму печени**, состоящую из **печеночных клеток**, на **дольки**. В центре дольки лежит **центральная вена**. В междольковой ткани располагаются **триады**, состоящие из:



Строение печёночной дольки

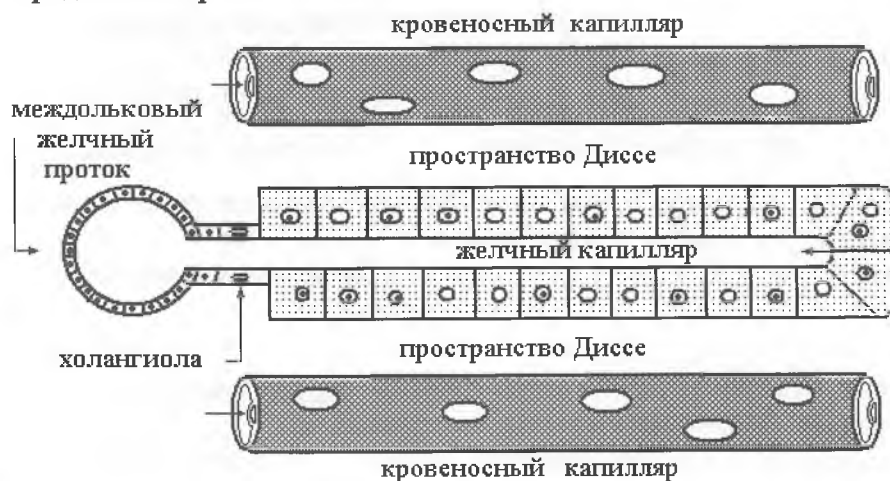
Печёночная долька — это структурно-функциональная единица печени.



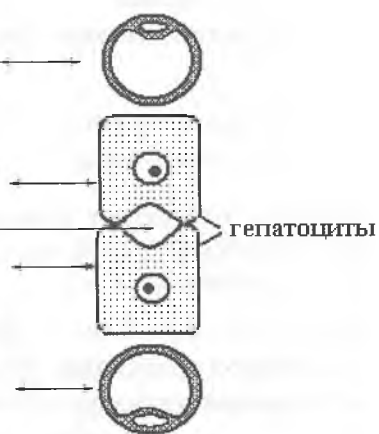
Дольки образованы печеночными клетками — **гепатоцитами**, которые собраны в печеночные балки. **Печеночные балки** — это 2 ряда гепатоцитов, между которыми лежит **желчный капилляр**, впадающий в междольковый желчный проток. Таким образом, желчный капилляр не имеет собственных стенок. Его стенку образуют гепатоциты.

Желчные капилляры на периферии дольки открываются в короткие трубочки — **холангиолы**, а они в свою очередь впадают в **междольковые желчные протоки**.

Продольный срез



Поперечный срез

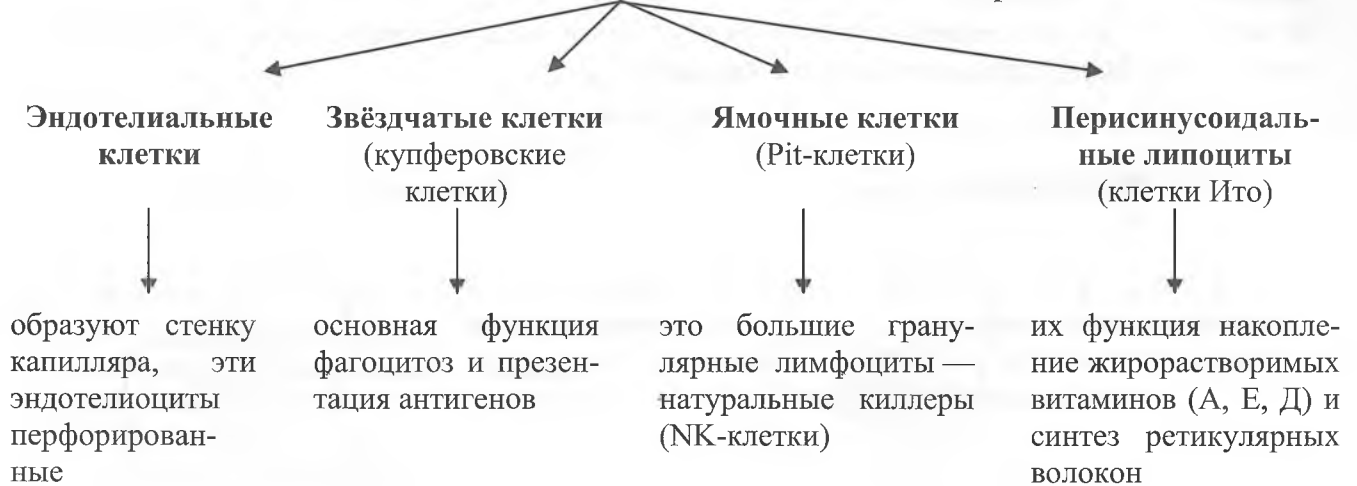


Между печёночными балками располагаются кровеносные капилляры, отделённые от печёночных балок **перисинусоидальным пространством** — пространством Диссе.

Строение печёночных гемокапилляров

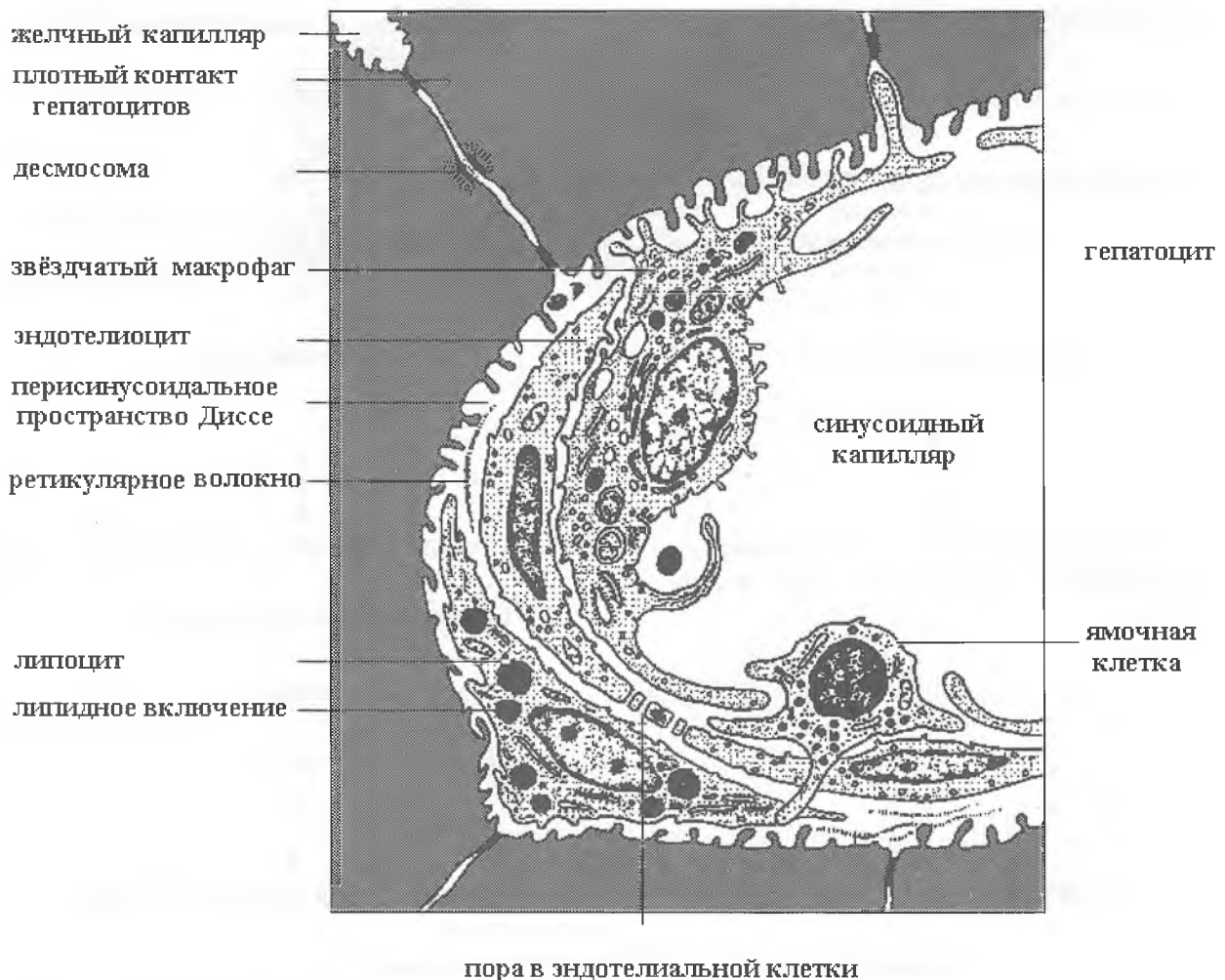
Капилляры печени синусоидного типа, на большом протяжении в них отсутствует базальная мембрана.

Клеточный состав стенки печёночных капилляров



Капилляры окружены ретикулярными волокнами.

Схема строения синусоидного капилляра печени



По Е.Ф. Котовскому с изменениями

Типы печёночных долек

В центре печёочных долек лежит центральная вена. К ней в радиальном направлении сходятся печеночные балки и кровеносные капилляры. В таких долях кровь направляется от периферии доли к центру, а желчь оттекает от центра доли к её периферии, т.е. в противоположном направлении.

В настоящее время в печени выделяют участки паренхимы, в которой кровоснабжение осуществляется от центральных участков к периферии:



Образованы сегментами трёх соседних классических долек, окружающих триаду

Образованы сегментами двух рядом расположенных классических долек

Желчевыводящие пути

По желчевыводящим путям желчь выводится в 12-перстную кишку.

Состав желчевыводящих путей

Внутрипечёночные

Междольковые желчные протоки, входящие в состав печёночной триады

Стенка образована

- кубическим или цилиндрическим эпителием и
- рыхлой соединительной тканью

Внепечёночные

1. Правый и левый печёночные протоки.
2. Общий печёночный проток.
3. Пузырный проток.
4. Общий желчный проток.

Стенка этих протоков образована тремя оболочками:

- слизистой,
- мышечной и
- адвентициальной

Желчный пузырь

Стенка желчного пузыря состоит из:

Слизистой оболочки

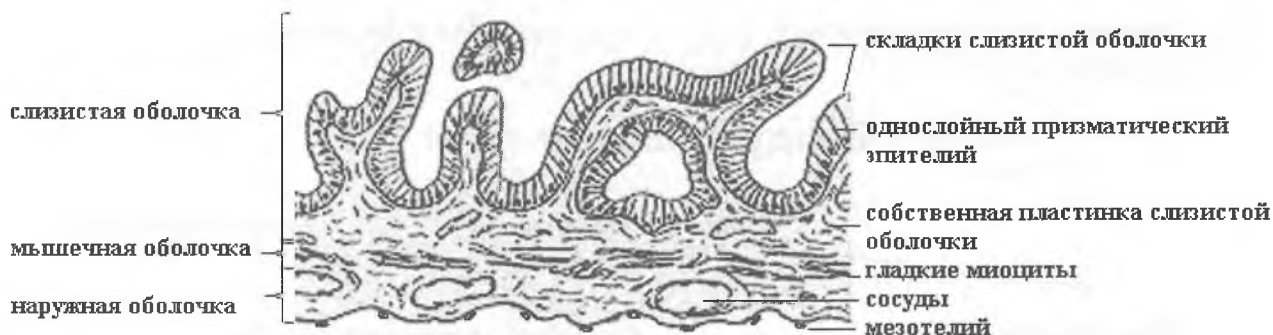
- призматический каёмчатый эпителий,
- собственная пластинка, состоящая из рыхлой соединительной ткани, содержащей альвеолярно-трубчатые железы

Мышечной оболочки

пучки гладких миоцитов, расположенных в виде сети в циркулярном направлении

Адвентициальной, а со стороны брюшной полости — серозной оболочки

рыхлая и плотная неоформленная соединительная ткань, а в зоне серозной оболочки покрыта мезотелием



Дыхательная система

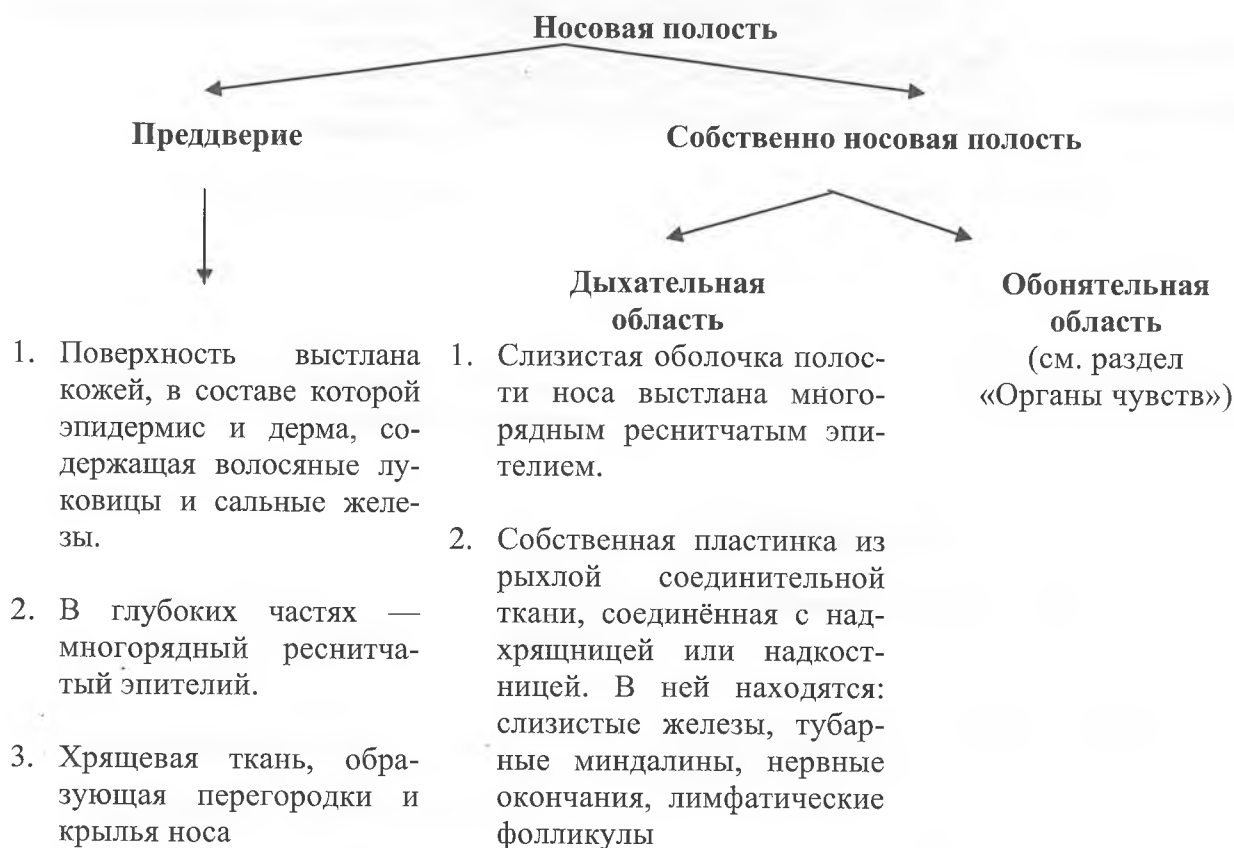
Дыхательная система включает в себя:



Функции дыхательной системы:

1. Проведение воздуха (его очищение, увлажнение и согревание или охлаждение).
2. Газообмен.
3. Терморегуляция.
4. Депонирование крови.
5. Регуляция процессов свертывания крови (выработка тромбопластина и гепарина, метаболизм серотонина).
6. Регуляция водно-солевого обмена (ангиотензин I в капиллярах легкого превращается в ангиотензин II).
7. Иммунологическая функция (выделение IgA в секрет дыхательной системы, синтез интерферона и лизоцима и т.д.).
8. Гормональная функция (синтез пептидных гормонов и биогенных моноаминов).

Воздухоносные пути





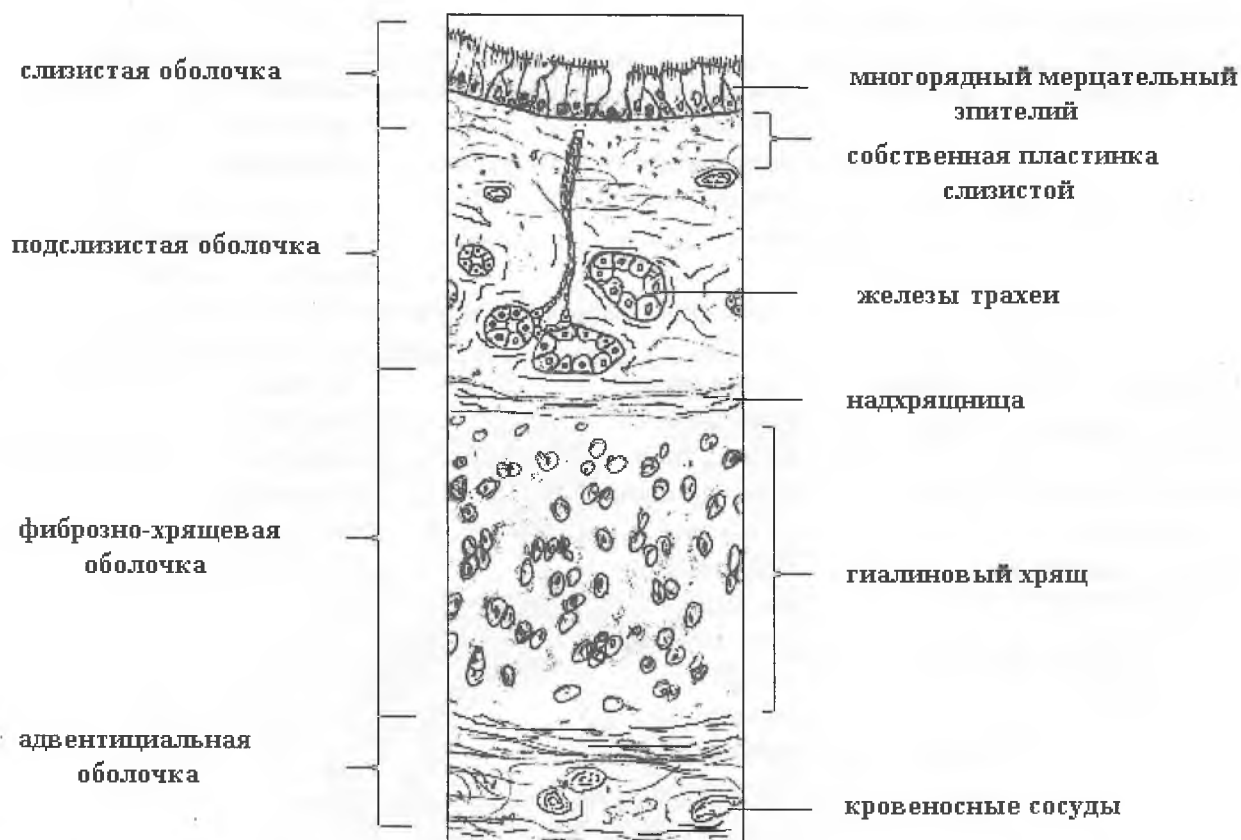
многорядный реснитчатый эпителий, а в надгортаннике и на голосовых связках многослойный плоский неороговевающий эпителий

собственная пластинка: рыхлая соединительная ткань, белково-слизистые железы, лимфатические фолликулы, сосуды и нервные окончания

гиалиновая и эластическая хрящевая ткань

рыхлая соединительная ткань, сосуды, нервные сплетения

Трахея



Особенности гистологического строения трахеи и бронхов занесены в таблицу, из которой очевидно, что их стенка образована 4 оболочками.

По мере уменьшения калибра бронхов изменяется структура, тканевой и клеточный состав бронхов.

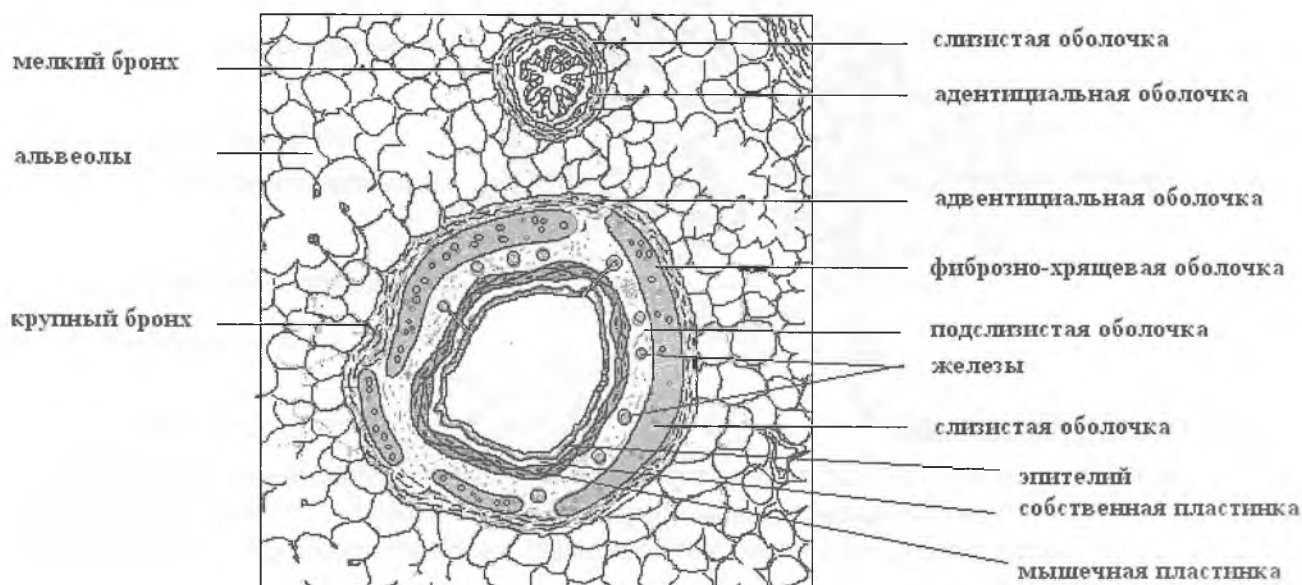
Особенности строения стенки трахеи и бронхов

	Слизистая оболочка			Подслизистая основа	Фиброзно-хрящевая оболочка	Адвентициальная оболочка
	Эпителий	Собственная пластинка	Мышечная пластинка			
Трахея	Многорядный призматический реснитчатый эпителий, состоящий из: реснитчатых клеток, базальных клеток, бокаловидных клеток и эндокринных клеток	Рыхлая волокнистая соединительная ткань, сосуды, нервы, лимфоидные скопления	Нет	Рыхлая волокнистая соединительная ткань, сосуды, слизисто-белковые железы, нервные сплетения	16–20 гиалиновых хрящевых незамкнутых колец, соединенных пучками гладкомышечных клеток	Рыхлая волокнистая соединительная ткань
Крупные бронхи	То же	То же	Тонкая пластинка, образованная ко-социркулярными пучками гладкомышечных клеток	То же, но железы расположены группами	Гиалиновые хрящевые пластинки	То же
Средние бронхи	Многорядный реснитчатый эпителий (реснитчатые, базальные, бокаловидные, эндокринные каёмчатые, безреснитчатые клетки)	То же	Пучки гладкомышечных клеток, которые спускаются вниз по бронхиальному дереву в виде двух спиралей, закрученных в разных направлениях	То же	Островки эластической хрящевой ткани	То же
Мелкие бронхи	Двурядный реснитчатый эпителий содержит все вышеуказанные клетки, и появляются клетки Клара	То же	Хорошо развита, ее относительная толщина больше чем в других бронхах	Нет	Нет	То же

Терминальные бронхиолы	Однослойный кубический реснитчатый эпителий (реснитчатые клетки, каемчатые и клетки Клара)	Продольно идущие эластические волокна, между которыми лежат гладкомышечные клетки	Нет	Нет	Нет	То же
------------------------	--	---	-----	-----	-----	-------

При уменьшении калибра бронха:

1. Уменьшается:
 - толщина эпителия (в мелких бронхах двухрядный, в терминальных бронхиолах – однорядный);
 - меняется клеточный состав эпителия – уменьшается количество бокаловидных клеток.
2. В собственной пластинке слизистой оболочки увеличивается количество продольно ориентированных эластических волокон.
3. Увеличивается относительная толщина мышечной пластинки (наибольшая в мелком бронхе).
4. Подслизистая оболочка исчезает на уровне мелкого бронха.
5. Фрагментируется фиброзно-хрящевая оболочка. Гиалиновый хрящ заменяется на эластический (в среднем бронхе). Затем фиброзно-хрящевая оболочка исчезает (на уровне мелкого бронха).
6. Адвентициальная оболочка переходит в интерстициальную соединительную ткань (на уровне легочного ацинуса).



Легкие

Строение легких

Воздухоносные пути

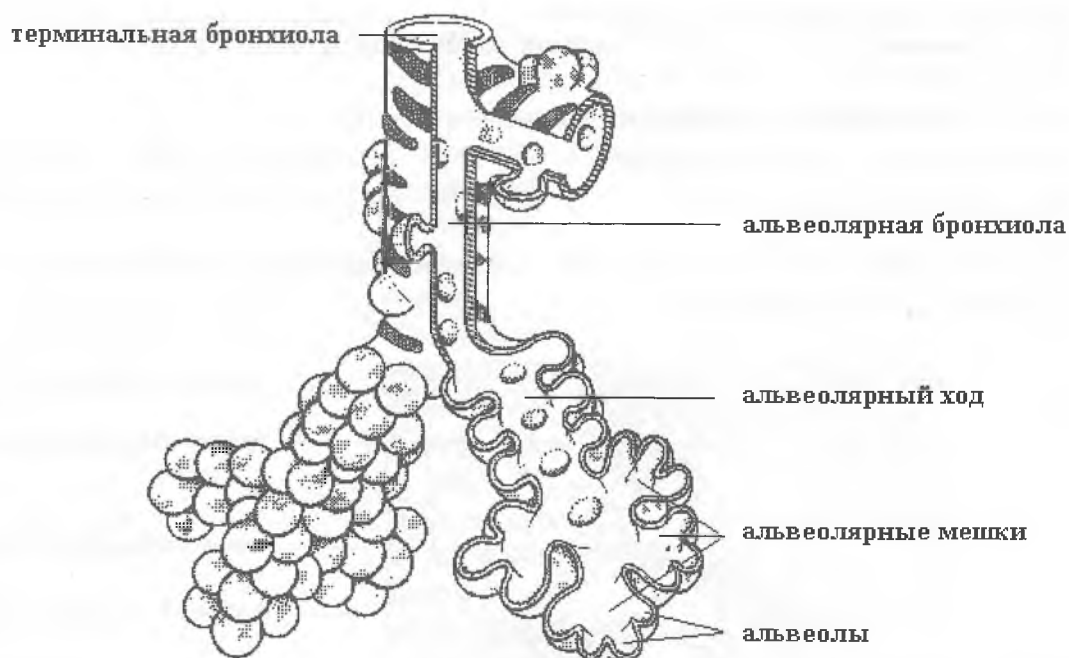
1. Крупные бронхи (сегментарные)
2. Средние бронхи (субсегментарные)
3. Мелкие бронхи
4. Терминальные бронхиолы

Легочные ацинусы (респираторные отделы)

1. Респираторные (альвеолярные) бронхиолы
2. Альвеолярные ходы
3. Альвеолярные мешочки

Легочный ацинус

Легочный ацинус — это структурно-функциональная единица легкого. В лёгочных ацинусах воздух находится в тесном контакте с капиллярами; здесь происходит процесс газообмена. В составе стенки ацинуса имеются специальные структуры — **альвеолы**, которые имеют вид пузырьков, содержащих воздух.



По A. Stevens, J. Lowe

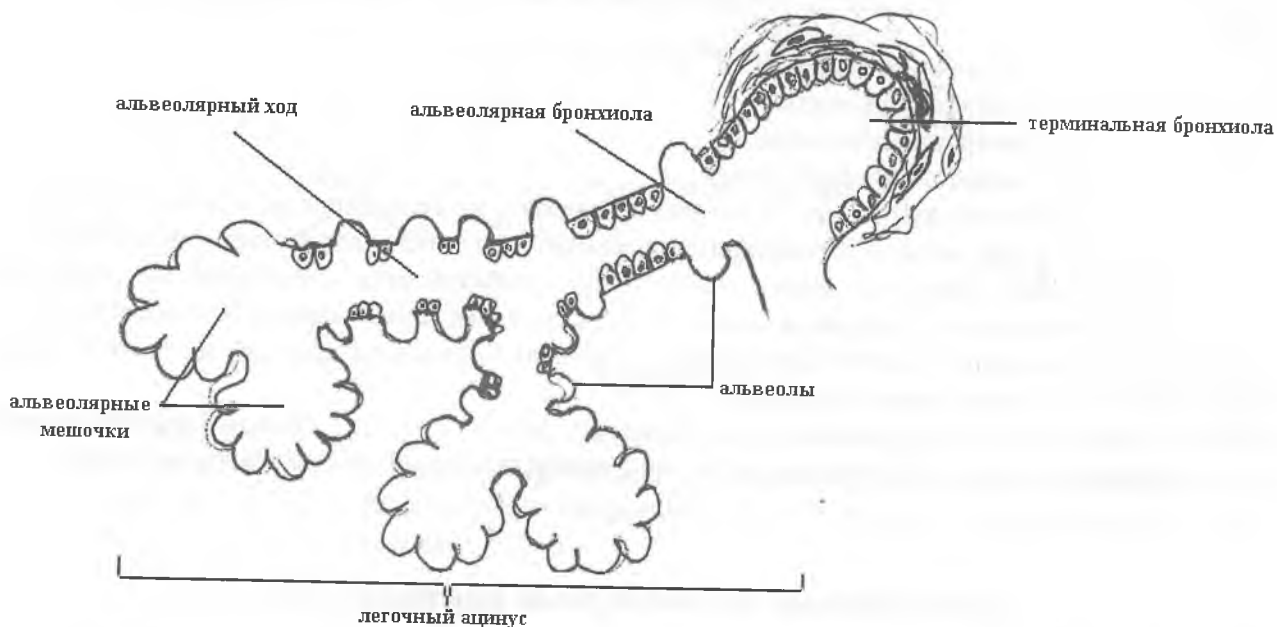
Респираторные бронхиолы

В состав легочного ацинуса входят респираторные бронхиолы 1-го, 2-го, 3-го порядка. По своему строению они похожи на терминальные бронхиолы, но в отличие от терминальных бронхиол, их стенка более тонкая, а в составе эпителиальной выстилки преобладают клетки Клара, реснитчатых клеток мало.

Вместо мышечной пластинки пучки гладкомышечных клеток. Адвентициальная оболочка переходит в интерстициальную ткань.

Важным отличием является наличие в стенке респираторных бронхиол легочных альвеол — пузырьков, содержащих воздух.

Схема строения легочного ацинуса



Альвеолярные ходы

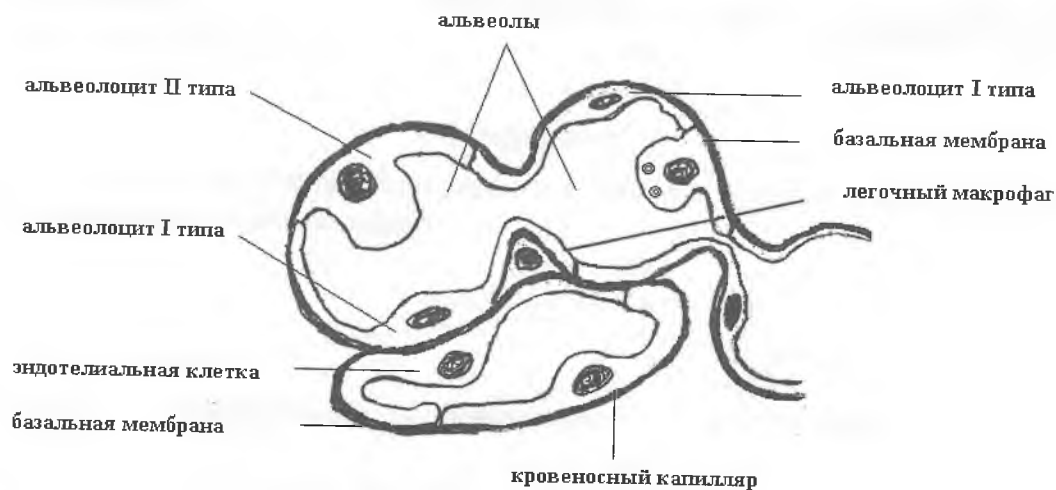
В стенках альвеолярных ходов количество альвеол резко увеличивается. Есть лишь небольшие участки эпителия и отдельные мышечные клетки.

Альвеолярные мешочки

Стенка мешочков полностью состоит из легочных альвеол.

Строение легочных альвеол

Альвеолы — тонкостенные незамкнутые пузырьки (диаметром 10–15 мкм), заполненные воздухом и оплетенные густой сетью капилляров. Стенка альвеол образована 2 основными типами клеток: альвеолоцитами I и II типа.



По мере прохождения крови по капиллярам из неё в альвеолы уходит углекислый газ, а сама кровь обогащается кислородом.

Компоненты аэрогематического барьера

1. Сурфактант.
2. Цитоплазма альвеолоцитов I типа.
3. Базальная мембрана альвеолы.
4. Базальная мембрана капилляра.
5. Цитоплазма эндотелиальных клеток.

Часто в местах контакта капилляра со стенкой альвеолы их базальные мембраны сливаются. В других участках между капиллярами и альвеолами находятся тонкие прослойки соединительной ткани, в которых много макрофагов, тучных клеток, фибробластов, имеются отдельные гладкомышечные клетки и волокна: коллагеновые, ретикулярные и эластические.

Альвеолярные макрофаги могут мигрировать в просвет альвеолы, поэтому их часто можно видеть как бы в составе стенки альвеолы.

Фибробласты и мышечные клетки синтезируют белок эластин, который входит в состав многочисленных эластических волокон, формирующих эластический скелет легкого.

Сурфактантный альвеолярный комплекс (САК)

Легочный сурфактант в виде тонкой пленки распространяется по внутренней поверхности альвеол. Для этой пленки характерно высокое поверхностное натяжение. Сурфактант обеспечивает раздувание альвеол, препятствует их спадению при выдохе, препятствует проникновению через стенки альвеол микроорганизмов.



Система кожных покровов (кожа и ее производные)



Кожа

Функции кожи:

1. Барьерная функция – защита организма от механических, химических, физических воздействий, от болезнетворных микроорганизмов, токсинов. Гидроизоляция (непроницаемость кожи для воды).
2. Терморегуляция.
3. Депонирование крови.
4. Участие в иммунных процессах.
5. Выделительная (экскреторная) функция.
6. Секреторная функция – образование биологически активных веществ: интерлейкинов, витаминов, факторов роста, гормонально активных веществ.
7. Кожа является обширным рецепторным полем.

Строение кожи

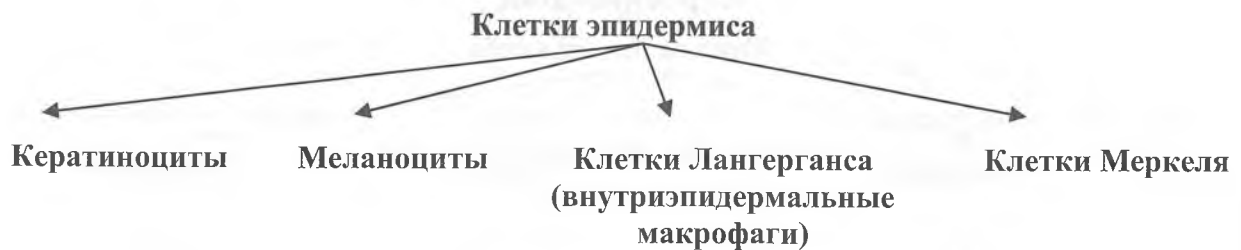
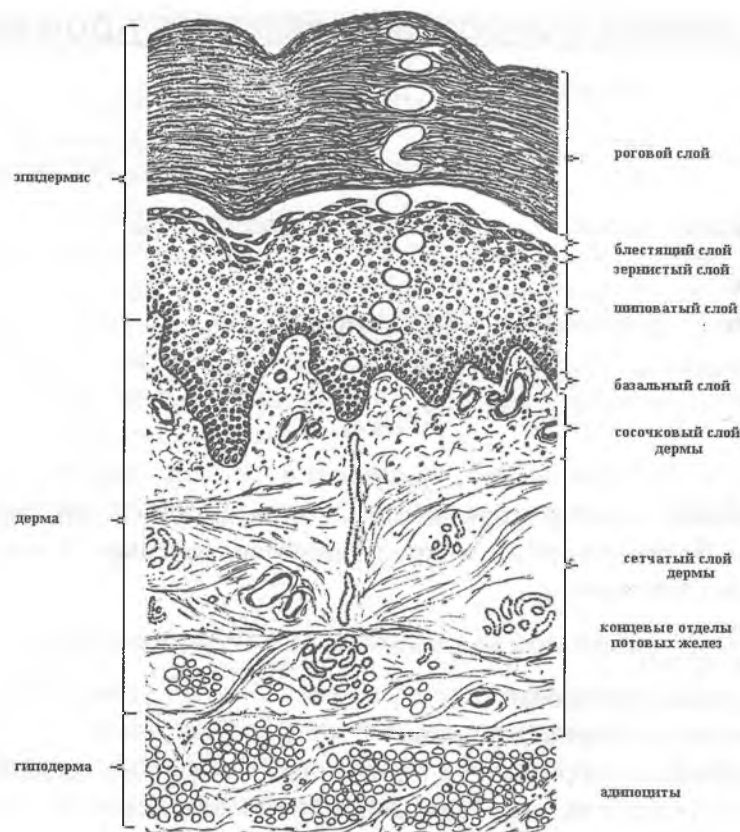


Эпидермис

Эпидермис — система постоянно обновляющихся клеток, в которых происходит специфическая дифференцировка (кератинизация).



Эпидермис толстой кожи (кожа ладоней, ступней) состоит из 5 вышеуказанных слоев. В эпидермисе тонкой кожи (вся остальная поверхность тела) отсутствует блестящий слой, а роговой слой относительно тонкий.



Кератиноциты

Кератиноциты участвуют в процессе ороговения (кератинизации) эпидермиса.

Кератинизация – это сложный процесс, связанный:

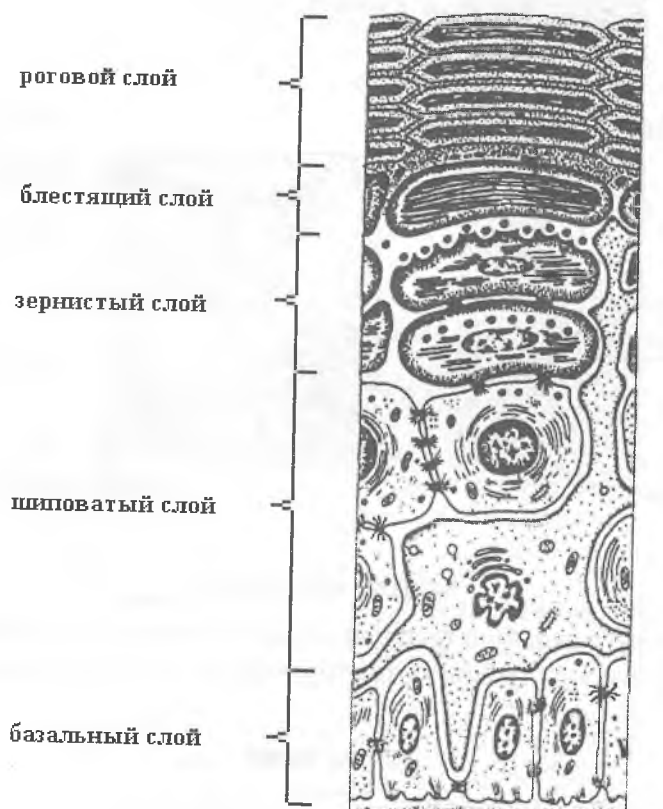
- со структурной перестройкой цитоскелета клеток,
- с синтезом специальных белков,
- с разрушением органелл.

Во время кератинизации изменяется ультраструктура кератиноцитов в направлении от базального слоя к роговому.

Процесс кератинизации

- В цилиндрических клетках базального слоя синтезируется белок **кератин**, который входит в состав **промежуточных кератиновых филаментов (тонофибрилл)**. При переходе в шиповатый слой, клетки приобретают полигональную шиповатую форму, за счет многочисленных десмосом, прочно связывающих клетки друг с другом. В их цитоплазме увеличивается количество тонофибрилл, которые формируют специфическую сеть.
- В верхних участках шиповатого слоя клетки и ядра уплощаются, в цитоплазме клеток появляются гранулы — **кератиносомы**, которые содержат гидролитические ферменты, фосфолипиды, гликолипиды.

- В зернистом слое клетки еще больше уплощаются, в цитоплазме накапливаются гранулы содержащие белок **филлагрин**, склеивающий тонофибриллы. Образуется толстый подмембранный слой из белков **кератолинина** и **волюкреина**, кератиносомы сдвигаются на периферию клетки. В верхних слоях зернистого слоя содержимое кератиносом за счет экзоцитоза выбрасывается в межклеточное пространство. Одновременно освобождающиеся из гранул гидролитические ферменты разрушают органеллы клеток.



По Е.Ф. Котовскому

- В блестящем слое (толстой кожи) располагаются плоские клетки с толстым подмембранным слоем и сетью кератиновых филламентов, склеенных филлагрином.
- В роговом слое кератиноциты (**корнеоциты**) имеют форму плотноупакованных четырнадцатигранников. Между ними располагается межклеточный цемент, состоящий из смеси липидов, с преобладанием церамидов. Липиды образуют бислойные диски, пространство между которыми заполнено водой.

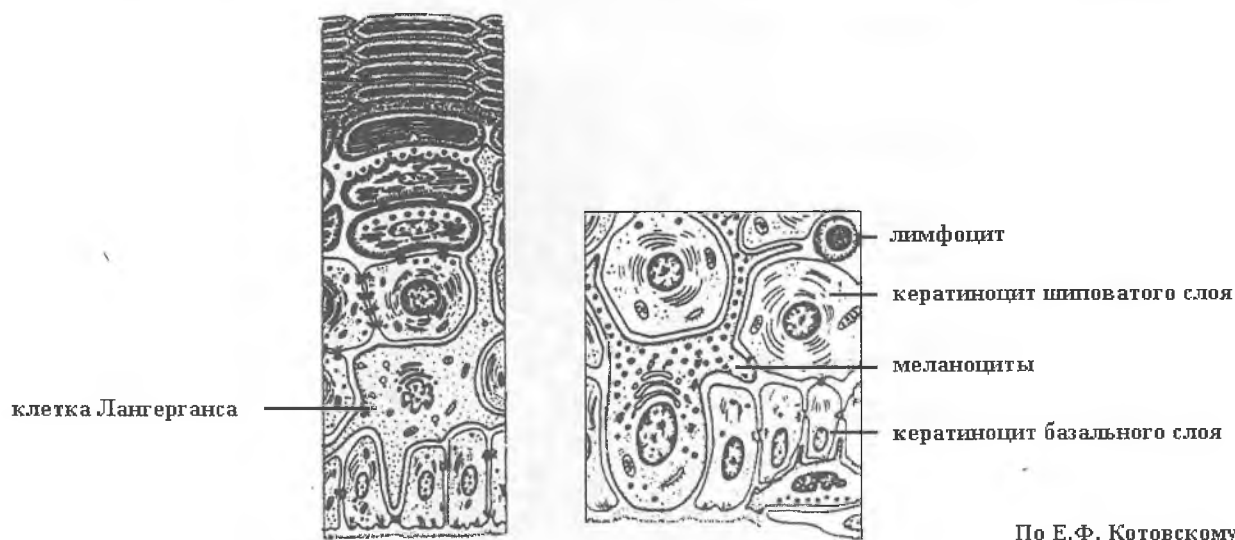
Клетки Лангерганса

Эти клетки являются **внутриэпидермальными макрофагами**, имеют костномозговое происхождение. Они принимают участие в процессе кератинизации, образуя ферменты, стимулирующие лизосомы и кератиносомы в клетках зернистого слоя, а также вещества, регулирующие процессы деления и дифференцировки кератиноцитов. Отростки клеток Лангерганса объединяют клетки разных слоев эпидермиса в вертикальные колонки, в так называемые **эпидермальные пролиферативные единицы (ЭПЕ)**. В состав ЭПЕ входит 10 – клеток базального слоя, 2–3 шиповатого, 3–4 зернистого, 5–7 рогового слоя.

Важную роль играют клетки Лангерганса в построении иммунологического защитного барьера кожи. Они осуществляют презентацию антигенов, синтезируют интерлейкины, вызывающие пролиферацию Т-лимфоцитов, проникающих в эпидермис.

Меланоциты

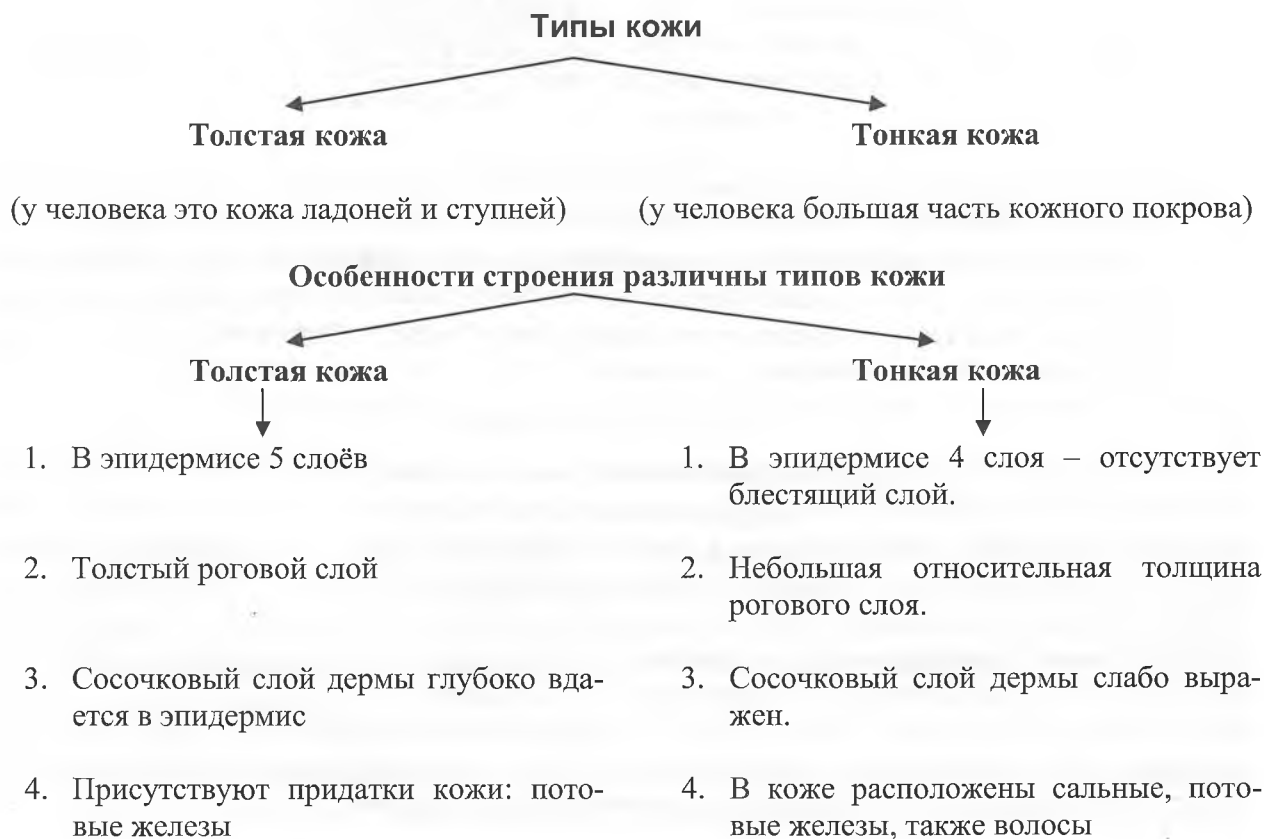
Клетки отростчатой формы, в их цитоплазме много гранул — **меланосом**, содержащих пигмент **меланин**. Меланосомы выделяются в межклеточное пространство и фагоцитируются окружающими кератиноцитами. Один меланоцит функционально связан с 36 кератиноцитами — это эпидермальная меланиновая единица (ЭМЕ).



По Е.Ф. Котовскому

Клетки Меркеля

Эти клетки выполняют рецепторную функцию. Они иннервируются афферентными нервными волокнами. Кроме того, в них образуются гормональноактивные вещества.



Железы кожи

Потовые железы

Потовые железы — это **простые трубчатые железы**. Концевой отдел закручен в виде клубочка. Выводной проток открывается либо на поверхность эпидермиса потовой порой или в волосяную сумку. В зависимости от способа секреции различают 2 типа потовых желез.

Типы потовых желез

Эккриновые
(мерокриновые)

Апокриновые

Расположены во всех участках кожи

Находятся в определенных местах кожного покрова
(подмышечные впадины, кожа лба и др.)

Эккриновые железы включают

Концевой отдел

Выводной проток

Светлые
клетки

Темные
клетки

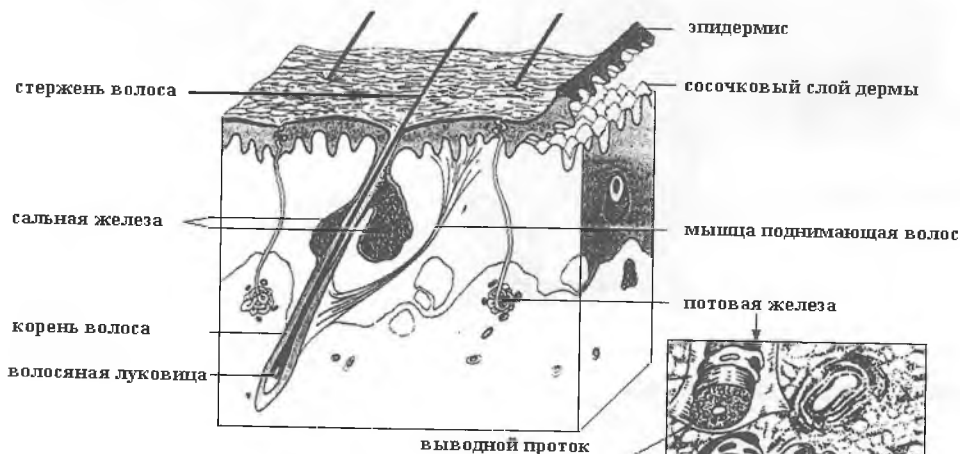
Миоэпителиальные
клетки

Двухслойный
кубический
эпителий

Выделяют
воду и ионы

Выделяют
органические
и неорганические молекулы

Способствуют
выделению секрета



Апокриновые железы

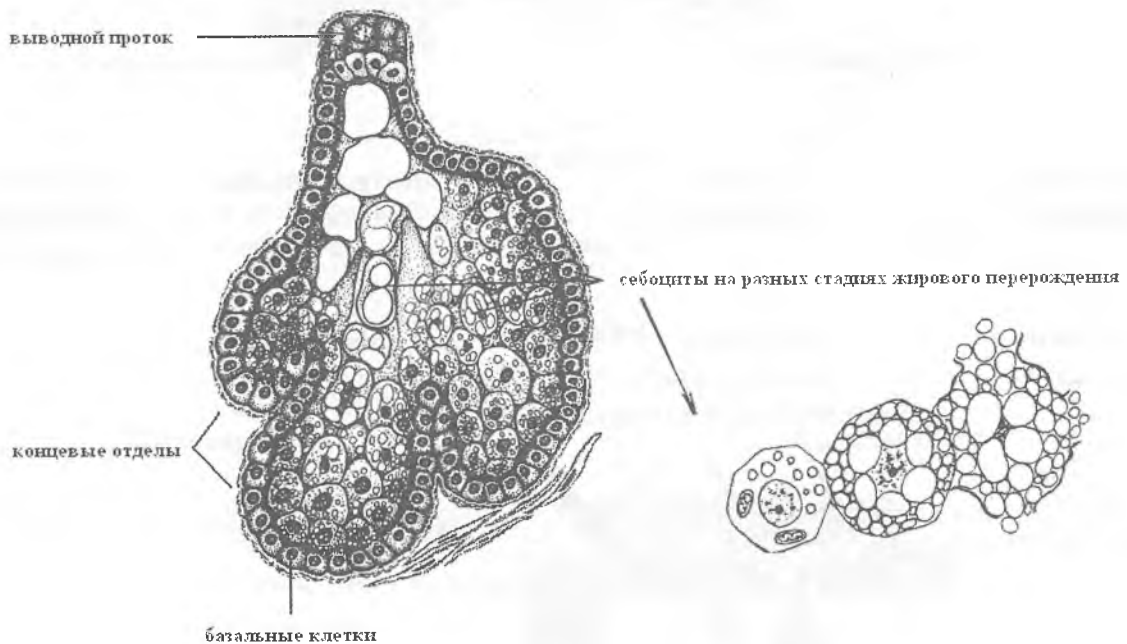
Крупнее эккриновых желез, их проток открывается в волосяную сумку. В составе концевой отдела нет светлых клеток. Функциональная активность этих желез в значительной степени зависит от уровня половых гормонов в организме.

Сальные железы

Сальные железы — это **простые разветвлённые альвеолярные железы**. Они характеризуются **голокриновым способом секреции**, т.е. в процессе секреции клетки концевой отдела разрушаются.

По мере дифференцировки клетки концевой отдела сальной железы накапливают липидный секрет, их органеллы разрушаются. Ядра пикнотизируются. После разрушения клетки липидный секрет выделяется в выводной проток. Выделению секрета способствуют **миоэпителиальные клетки**, входящие в состав концевой отдела.

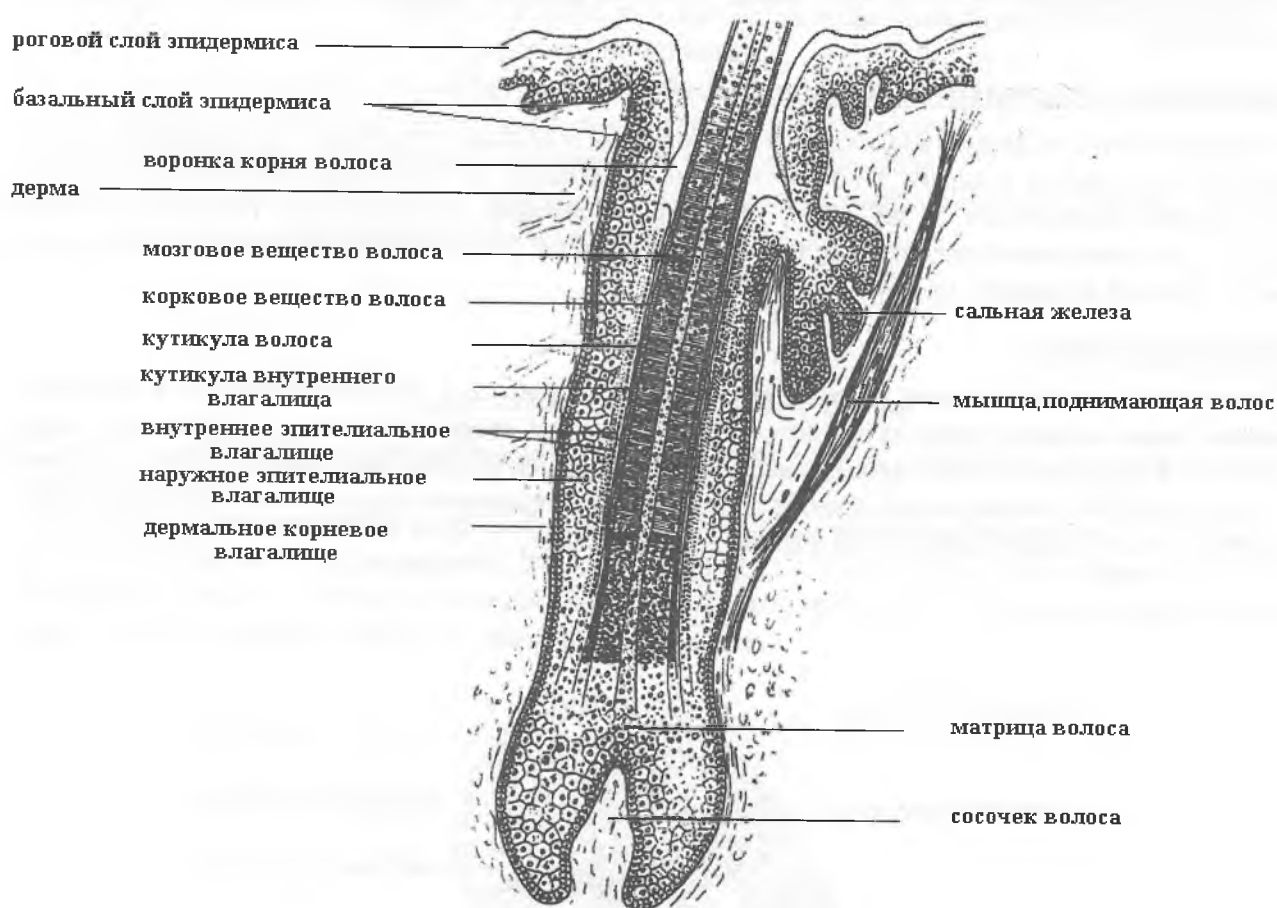
Регенерация идет за счет деления камбиальных клеток, расположенных по периферии концевой отдела.



Волосы

Волосы — это эпителиальные придатки кожи.





Волосая луковица

Волосая луковица — это зародышевая матрица волосяного фолликула. Она состоит из делящихся эпителиальных клеток. Проллиферирующие клетки луковицы выталкиваются вверх и образуют **стержень** и внутреннее **эпителиальное влагалище**. Таким образом, стержень волоса и внутреннее эпителиальное влагалище являются производными волосной луковицы. Питательные вещества к клеткам волосной луковицы поступают из сосудов волосяного соединительнотканного сосочка, врастающего в матрицу.

Внутреннее эпителиальное влагалище (в нижнем отделе)



В среднем и верхнем отделах внутреннее эпителиальное влагалище истончается, все его слои сливаются.

Наружное эпителиальное влагалище

Наружное эпителиальное влагалище является производным эпидермиса. Оно формируется за счет его врастания в дерму. Около поверхности кожи в составе наружного эпителиального влагалища выявляются те же слои, что и в эпидермисе тонкой кожи. При продвижении вглубь фолликула наружное эпителиальное влагалище истончается, а в зоне волосной луковицы состоит из одного слоя клеток.

Волосная сумка

Волосную сумку называют **дермальным влагалищем**. Она окружает волосной фолликул. **Волосным фолликулом** называют формирующийся стержень волоса, окруженный внутренним и наружным эпителиальными влагалищами. В составе волосной сумки выделяют 2 слоя соединительной ткани, в которой волокна расположены следующим образом: во внутреннем слое — циркулярно, в наружном — продольно.

Выделительная система

Выделительная система включает в себя

Мочеобразующие органы

↓
Почки

Мочевыводящие пути

- ↓
1. Почечные чашечки
 2. Почечные лоханки
 3. Мочеточники
 4. Мочевой пузырь
 5. Мочеиспускательный канал

Функции выделительной системы

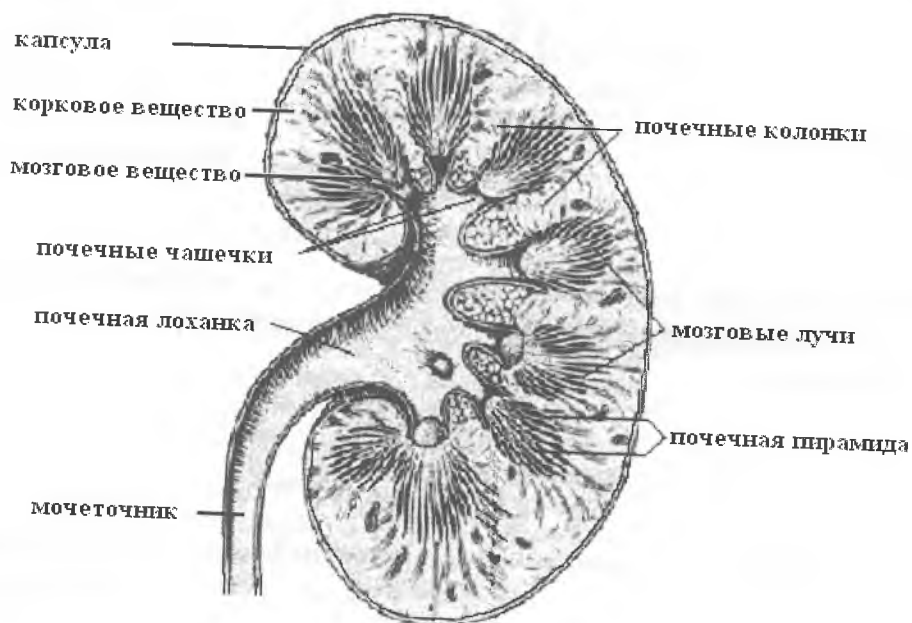
1. Регуляция водного обмена (регуляция количества воды, выводимой из организма).
2. Поддержание объёма межклеточной жидкости.
3. Регуляция количества электролитов, выводимых с мочой.
4. Поддержание нормального кислотно-щелочного равновесия.
5. Уничтожение чужеродных веществ и продуктов их распада.
6. Эндокринная функция — синтез биологически активных веществ: ренина, простагландинов, калликреина и кининов, эритропоэтина и др.

Почки

Анатомическое строение почки

Снаружи почка покрыта соединительнотканной капсулой, а спереди и сзади еще и серозной оболочкой.

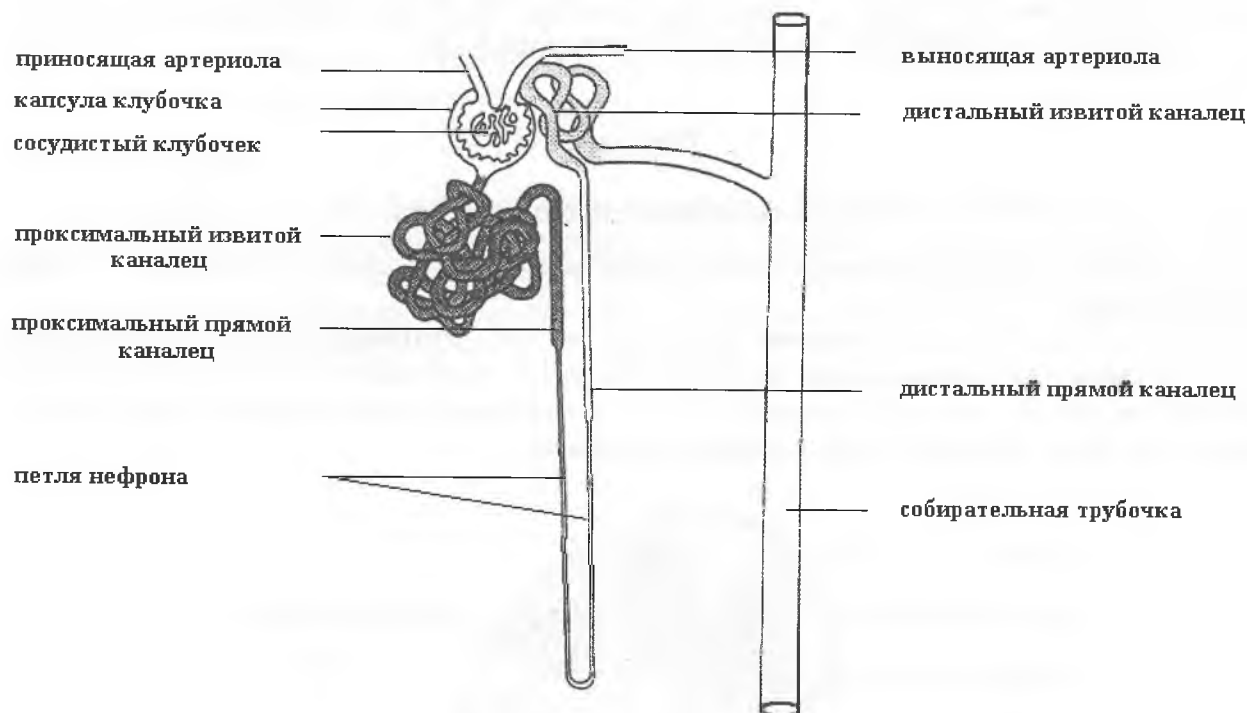
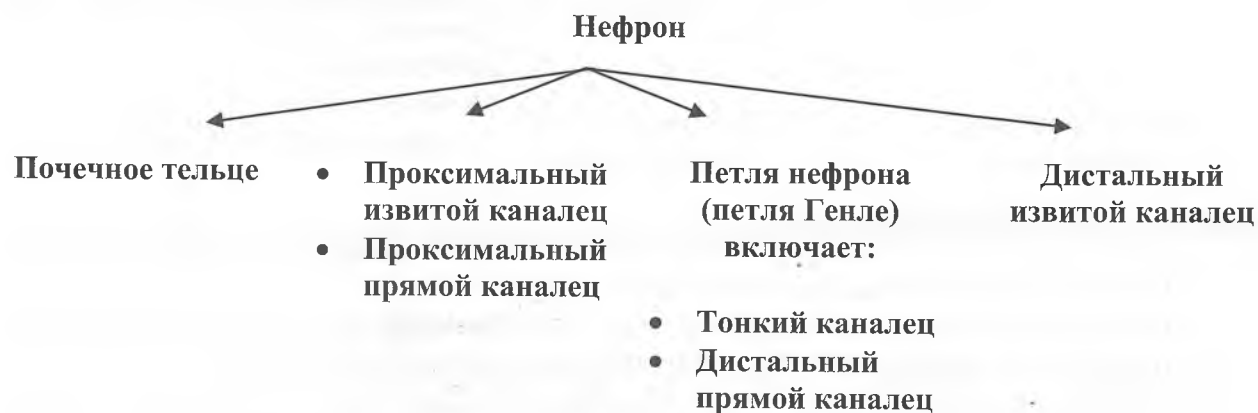
Под капсулой расположено корковое вещество, под ним мозговое вещество, представленное у человека 8–12 пирамидами. Вершины пирамид открываются в почечные чашечки. Мозговое вещество вдаётся в корковое и образует мозговые лучи. Корковое вещество проникает между пирамидами в виде почечных колонок.



Гистологическое строение почки

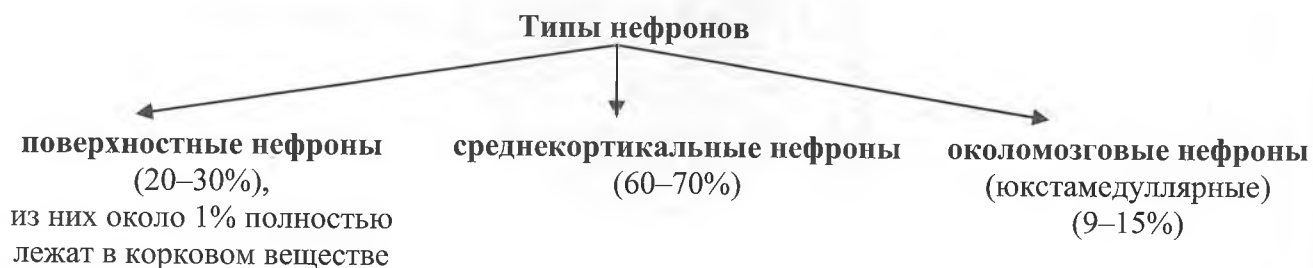
На поверхности почки имеется соединительнотканная капсула. Строма почки образована рыхлой соединительной тканью, в которой много ретикулярных волокон и ретикулярных клеток (интерстициальная ткань). В строме проходят кровеносные, лимфатические сосуды и нервы.

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон**. Нейроны составляют паренхиму органа. В состав нефрона входят:

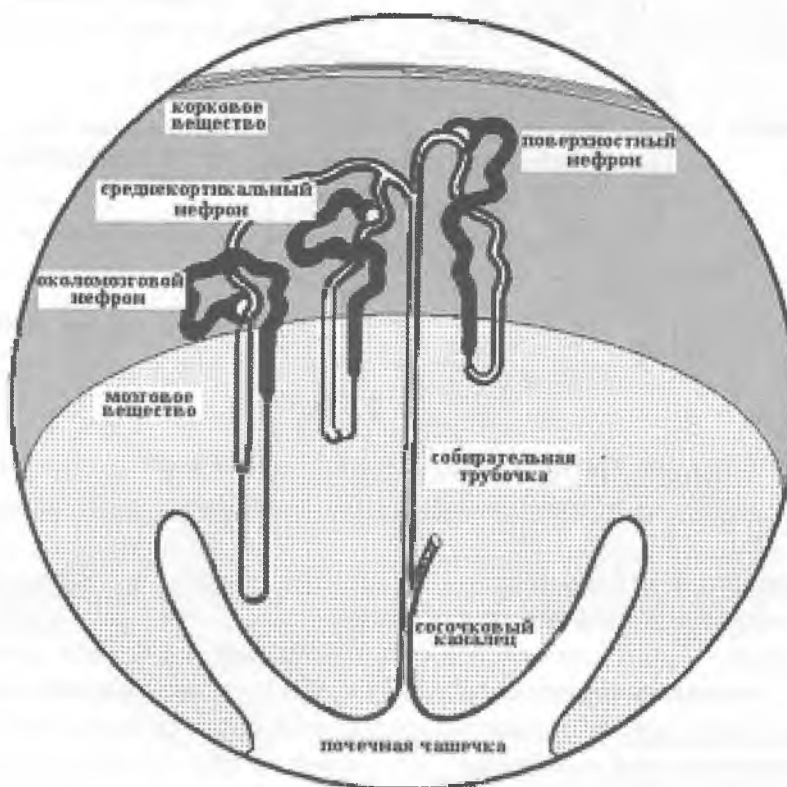


Дистальные отделы нефронов открываются в **собираательные трубки**, которые в свою очередь открываются в **сосочковые канальцы**.

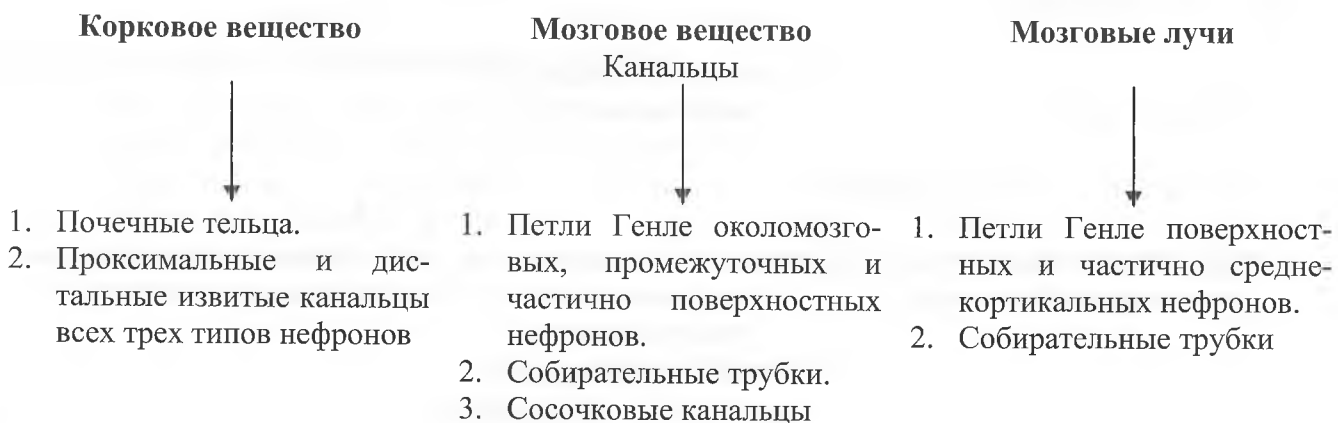
В почке 3 типа нефронов:



Гистологическое строение анатомических структур почки определяется расположением указанных типов нефронов.

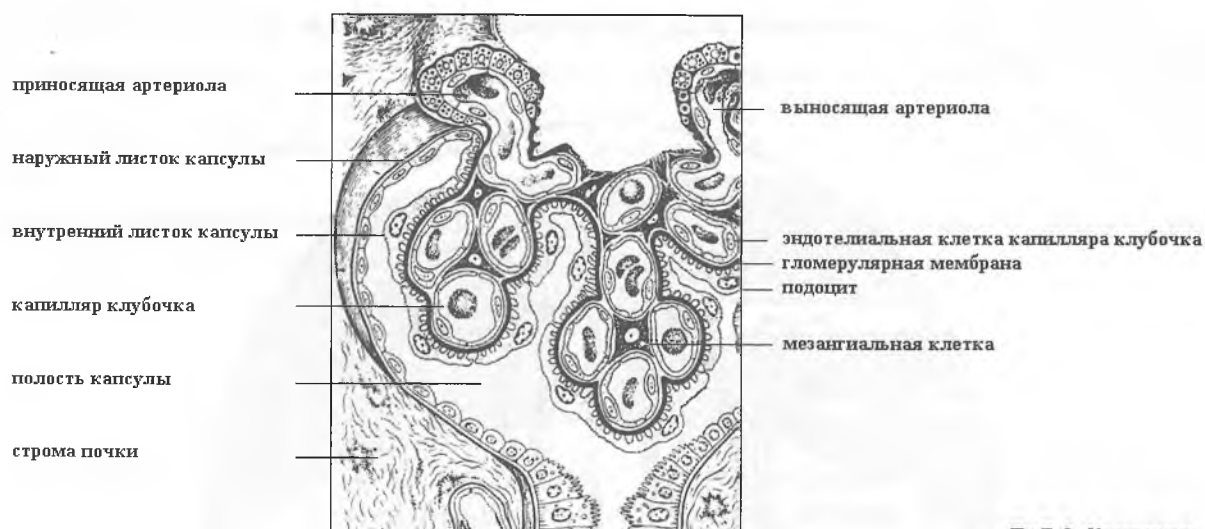


Таким образом, в состав анатомических образований почки входят различные гистологические структуры нефрона.



Гистофизиология нефрона





По Е.Ф. Котовскому

Наружный (париетальный) листок — представлен плоскими клетками, лежащими на базальной мембране. За счет актиновых и миозиновых филаментов клетки способны к сокращению.

Внутренний (висцеральный) листок — представлен клетками — подоцитами, которые располагаются на капиллярах сосудистого клубочка.

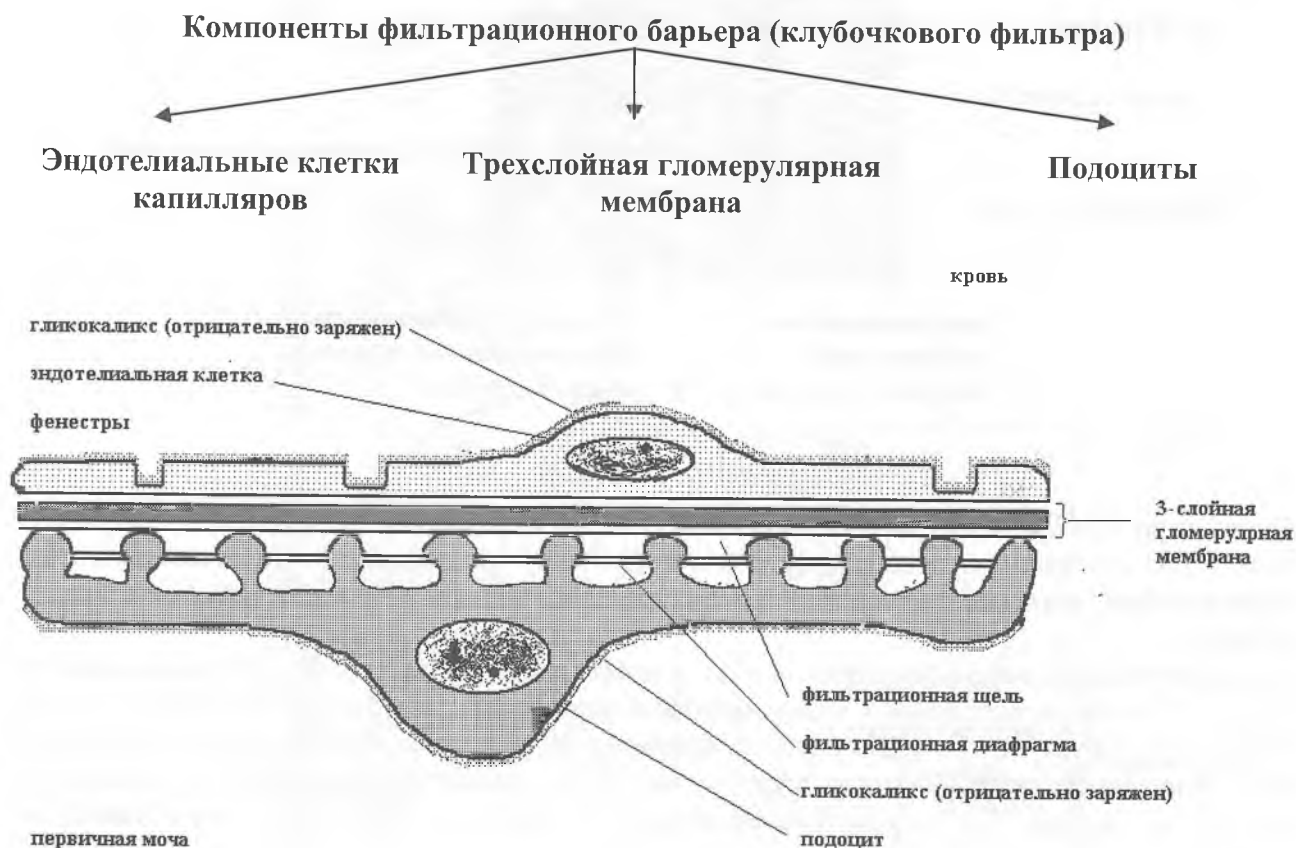
Сосудистый клубочек — образован густой сетью капилляров, лежащих между приносящей и выносящей артериолами («чудесная сеть»). Капилляры **перфорированного и фенестрированного типа**. Эндотелиальные клетки капилляров располагаются на толстой базальной мембране (гломерулярная мембрана), состоящей из трех слоев: двух светлых и одного темного между ними.

С наружной стороны к гломерулярной мембране прилегают клетки внутреннего листка капсулы — подоциты.

В петлях капиллярной сети располагается **мезангий**, который включает в себя мезангиальные клетки и матрикс.



В почечном тельце происходит фильтрация крови и образование **первичной мочи**. В сутки в почках человека образуется до 200 литров первичной мочи.



Функция компонентов клубочкового фильтра:

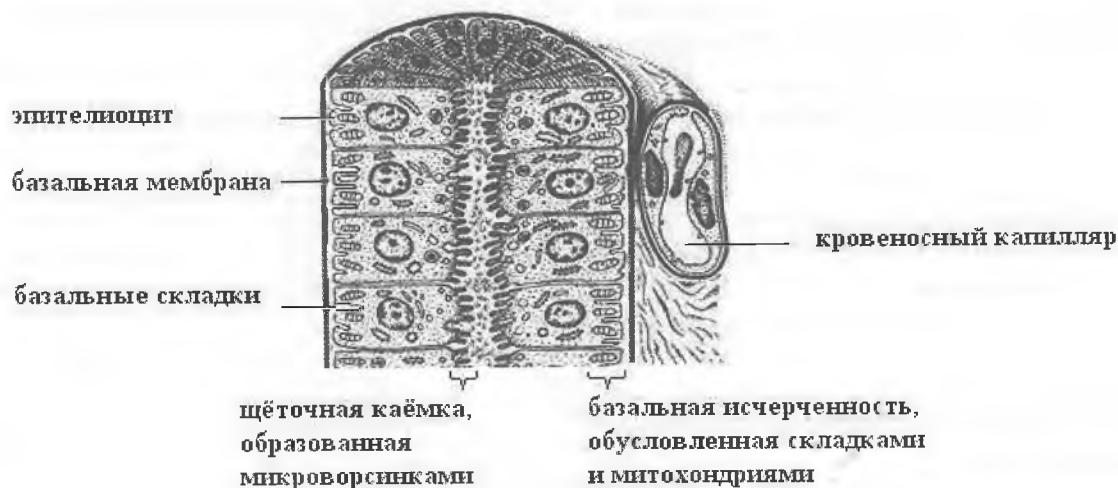
1. Структурная решетка гломерулярной мембраны, эндотелиальные поры, диафрагма — препятствуют прохождению клеток и макромолекул.
2. Отрицательный заряд эндотелиальных клеток и ножек подоцитов — препятствует прохождению заряженных молекул.
3. Ножки подоцитов и щелевые диафрагмы помогают равномерно распределять гидравлическое давление на капиллярную сеть.

Проксимальный отдел

Стенка канальца образована **однослойным каёмчатым эпителием**. Клетки лежат на базальной мембране. Они разной высоты, из-за чего просвет канальца выглядит неровным. На апикальной поверхности клеток имеются **микроворсинки**, в базальной части клеток — **складки**.

Функция проксимального отдела:

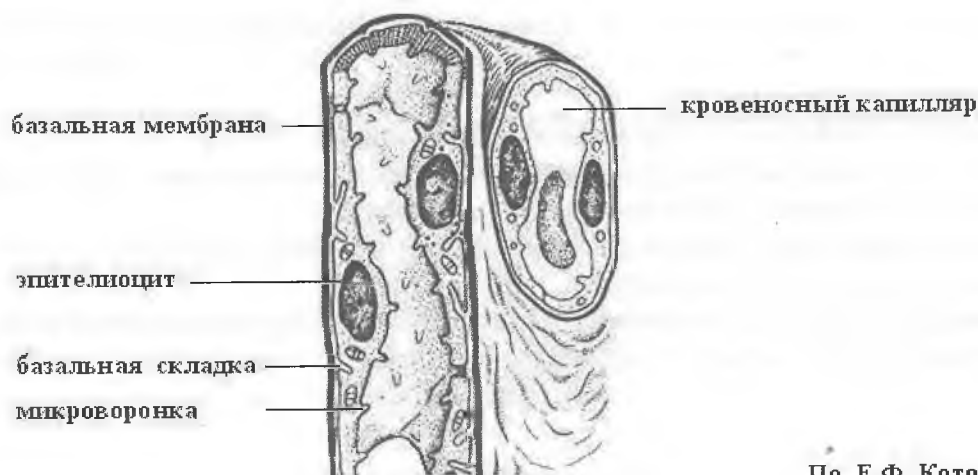
1. Обратное всасывание в кровь из первичной мочи воды (85%), электролитов (кальция, фосфата, натрия), белков, глюкозы.
2. Экскреция продуктов обмена, красителей, лекарственных препаратов (пенициллин).
3. Секреция мочевины, оксалатов, ионов калия, простагландинов.



Петля нефрона

Петля нефрона образована тонким канальцем, в котором различают нисходящий и восходящий отделы, а также прямой дистальный каналец. Стенку **нисходящего отдела** петли выстилают **плоские эпителиальные клетки**, а **восходящего отдела** – **низкие призматические клетки**.

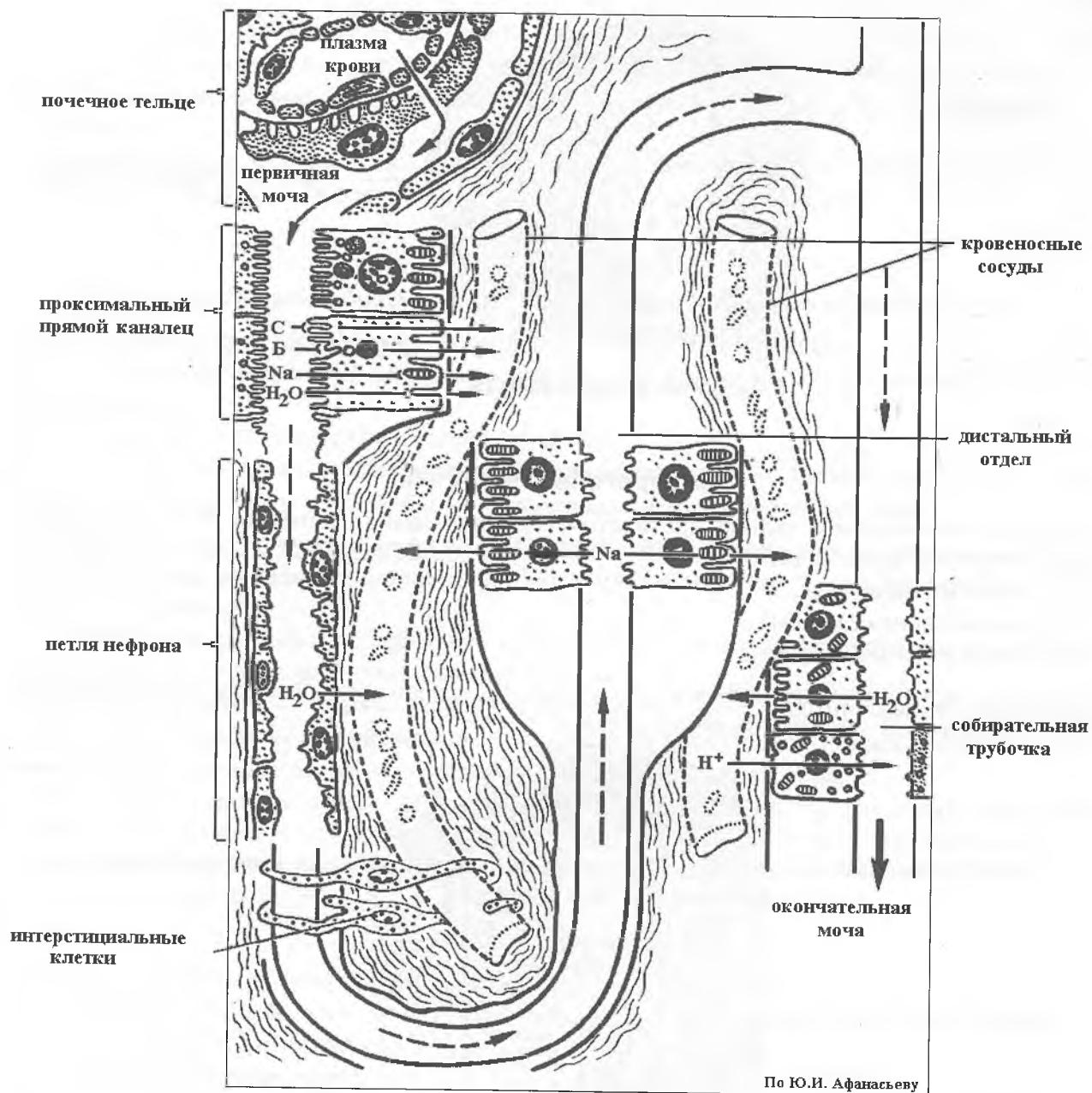
Функция петель нефрона направлена на поддержание градиента концентрации ионов натрия (Na^+) в интерстициальной ткани мозгового вещества почки, то есть на создание гипертонической среды в тканевой жидкости, окружающей петли. Благодаря этому, из проходящих через эту среду собирательных трубок пассивно извлекается вода. Избыток воды обычным путем попадает в близлежащие капилляры. Этот механизм называют **противоточно-множительным**.



По Е.Ф. Котовскому

Противоточно-множительная система почки

1. В нисходящий отдел петли из проксимального отдела поступает изотоничная (по отношению к крови) моча. Здесь из нее откачивается вода. Поэтому по мере продвижения вниз моча концентрируется.
2. В восходящем отделе петли клетки откачивают из гипертоничной мочи в окружающую среду натрий и одновременно задерживают воду. В результате моча постепенно становится гипотоничной, а окружающая тканевая жидкость – гипертоничной.
3. Через эту гипертоничную среду проходят собирательные трубки, в которых благодаря работе клеток дистального отдела находится изотоничная моча. Из собирательных трубок гипертоничная тканевая жидкость осмотическим путем извлекает воду. Избыток воды попадает в окружающую среду, а затем в кровеносные капилляры.



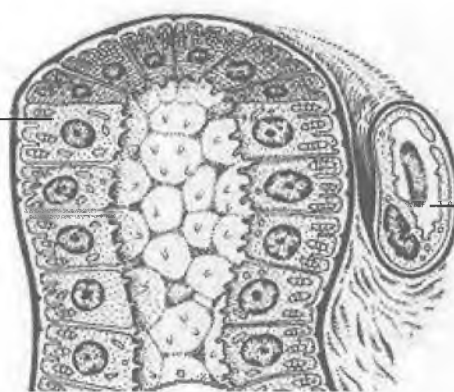
Дистальный отдел нефрона

Прямая часть дистального отдела входит в состав петли нефрона, а следовательно, в состав противоточно-множительного аппарата почки.

В дистальном отделе из мочи реабсорбируются электролиты и вода.

Стенка дистального отдела выстлана клетками **цилиндрического эпителия**. На апикальной поверхности эпителиоцитов мало микроворсинок, а их базальная поверхность образует **много складок**.

эпителиоцит



кровеносный капилляр

базальная исчерченность

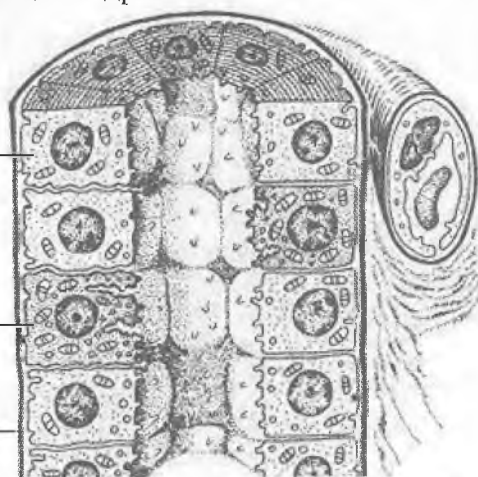
Собираательные трубки

Являются неотъемлемой частью противоточно-множительного аппарата почки. В собира-
тельных трубках происходит:

- а) концентрация мочи,
- б) уменьшение её объема,
- с) закисление мочи.

В корковом веществе почки собирательные трубки выстланы однослойным кубическим эпи-
телием, в мозговом – низким цилиндрическим.

светлый эпителиоцит



кровеносный капилляр

тёмный эпителиоцит

базальная мембрана

В стенке собирательных трубок выделяют два типа клеток:

Светлые

Тёмные

Реабсорбция электролитов и воды

1. Подкисление мочи.

2. Синтез:

- простагландинов,
- калликрейна

Процессы реабсорбции воды в собирательных трубках находятся под контролем гормона гипофиза – **вазопрессина**, под его влиянием увеличивается проницаемость стенки собира-
тельных трубок для воды.

Кровоснабжение почки

Кровоснабжение почки осуществляется из аорты. От брюшной части аорты отходит почечная артерия затем → сегментарные артерии → междольковые артерии → дуговые артерии (на границе коры) → междольковые и внутридольковые артерии → приносящие артериолы.

Кровоснабжение корковых и околomозговых (юкстагломерулярных) нефронов различается на уровне оттока крови от почечного тельца. Поэтому в почке выделяют:



Кортикальное кровообращение

Юкстамедуллярное кровообращение

Кортикальное кровообращение. В корковых и среднекортикальных нефронах отличается тем, что диаметр выносящей артериолы меньше, чем приносящей. Это создает условия для фильтрации.

Отток крови осуществляется по следующей схеме:

выносящая артериола → вторичная капиллярная сеть → звездчатые вены → междольковые вены → дуговые вены → междольковые вены → почечная вена.

Юкстамедуллярное кровообращение. В околomозговых нефронах выносящая артериола шире или равна по диаметру приносящей, поэтому эти нефроны участвуют в мочеобразовании менее активно.

В отличие от кортикального кровообращения отток крови в юкстамедуллярных нефронах характеризуется следующей последовательностью:

выносящая артериола – прямые сосуды, образующие петли (противоточная система сосудов) → капилляры мозговой перитубулярной сети (отходят от прямых сосудов) → прямые вены → дуговые вены → междольковые вены → почечная вена.

Отток крови в околomозговых нефронах более короткий и легкий, чем в корковых. Если учесть еще и низкий уровень фильтрации, то легко объяснить, почему эти нефроны выполняют функцию шунтов в условиях сильного кровенаполнения почек (например, при физических нагрузках и др.).

Эндокринная система почек

Включает в себя несколько систем. Наиболее изучены три из них:

Ренин-ангиотензиновая система (юкстагломерулярный аппарат).

Простагландиновая система.

Калликреин-кининовая система.

Простагландиновая система

Простагландины относятся к группе местных тканевых регуляторов. Им принадлежит важная роль в регуляции почечного кровообращения и долговременной регуляции артериального давления.

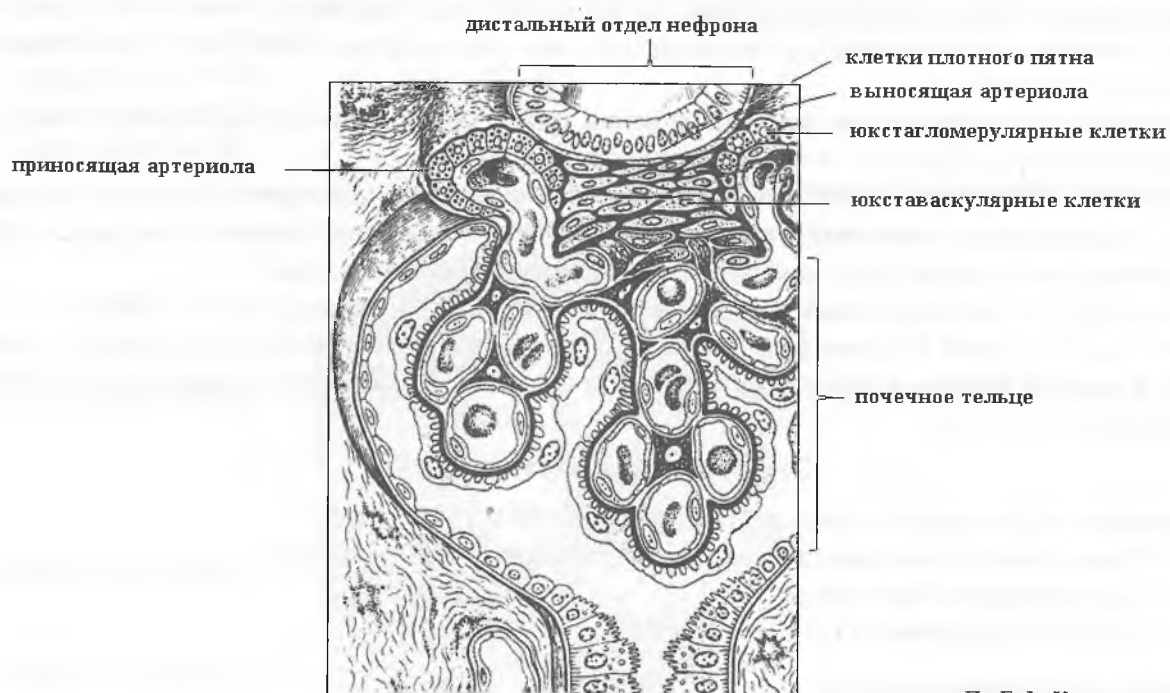
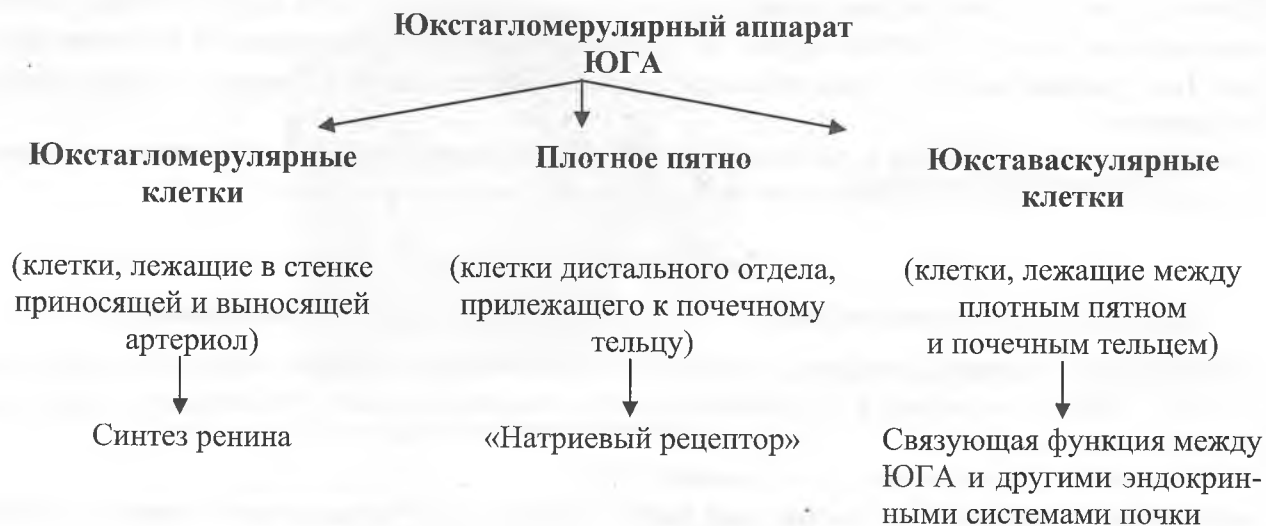
Синтез простагландинов осуществляется преимущественно клетками внутренней зоны мозгового вещества почки, однако небольшое их количество синтезируется также и в корковом веществе.

В процентном отношении клетки, синтезирующие простагландины, распределены следующим образом: нефроциты собирательных трубок — 39%, нефроциты петли нефрона, интерстициальные клетки — 53%, эндотелиальные клетки — 8–10%.

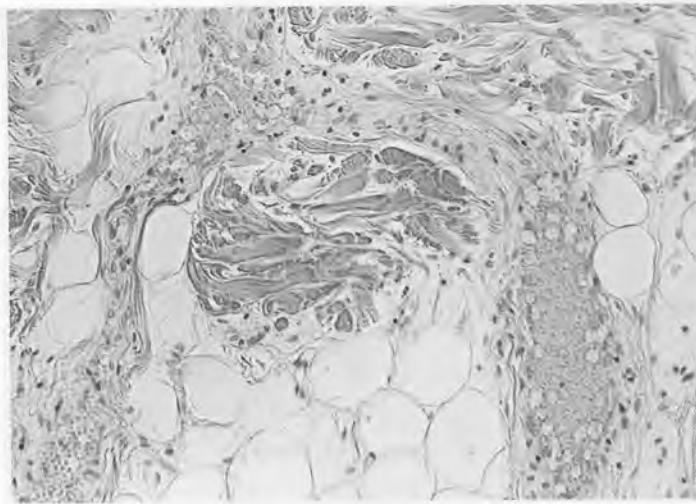
Калликреин-кининовый аппарат

Кинины — это небольшие пептиды, которые образуются под влиянием ферментов калликреинов из белков кининогенов, содержащихся в плазме крови. Кинины обладают сильным сосудорасширяющим действием, они опосредуют свое действие, стимулируя секрецию простагландинов.

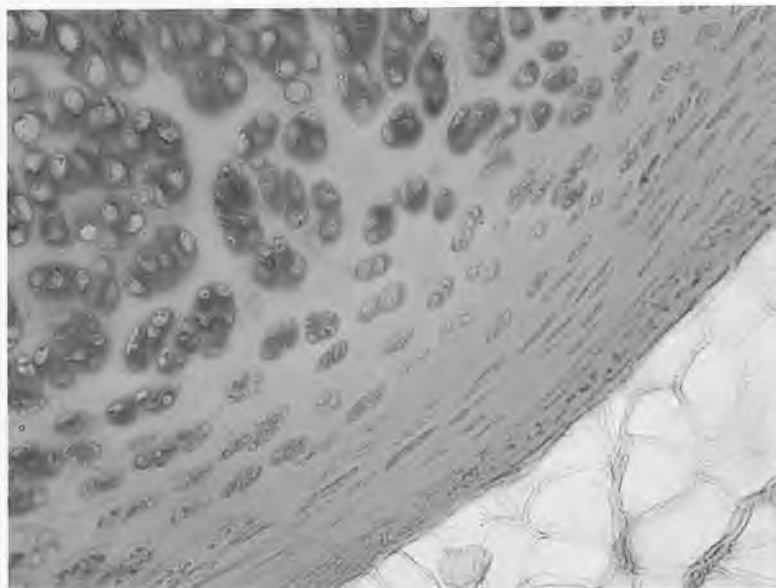
Ренин-ангиотензиновая система



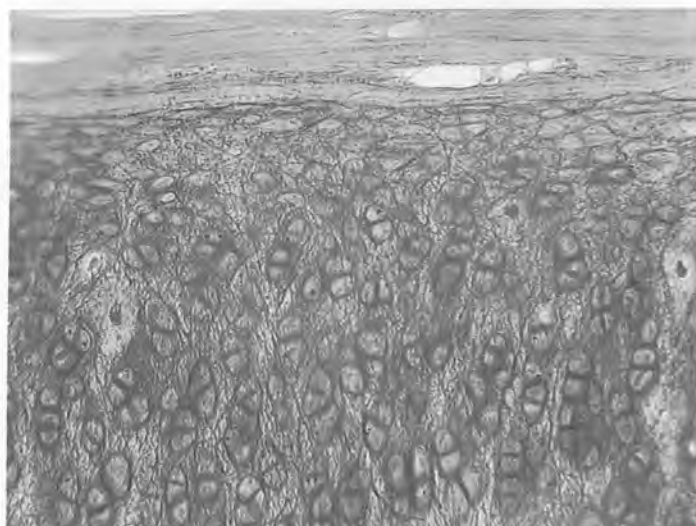
По Е.Ф. Котовскому



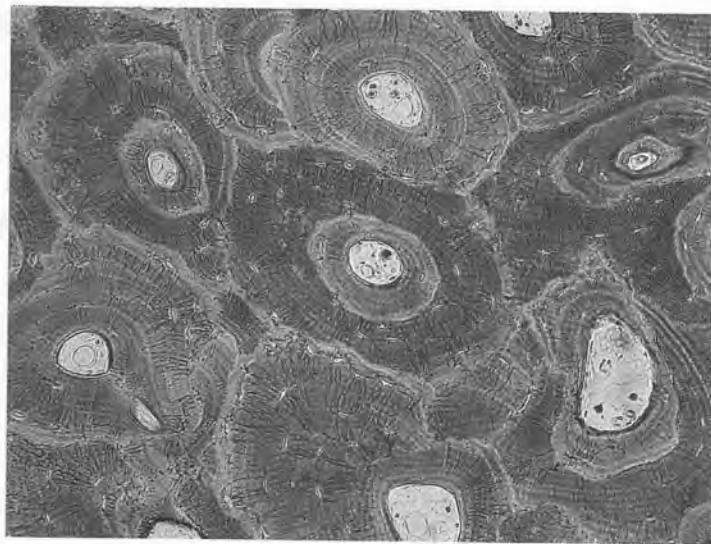
Плотная неоформленная соединительная ткань и белая жировая ткань.
Окраска гематоксилином и эозином.



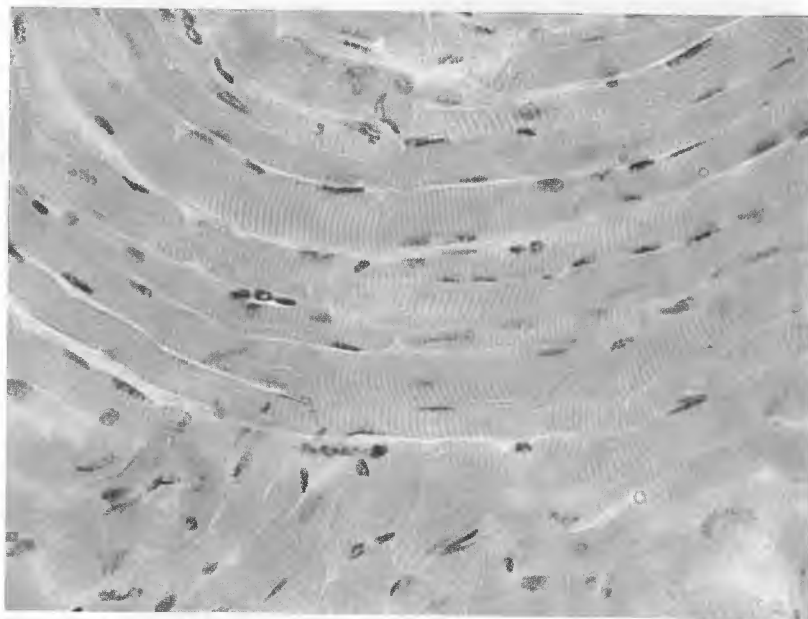
Гиалиновая хрящевая ткань. Окраска гематоксилином и эозином.



Эластическая хрящевая ткань. Окраска орсеином.



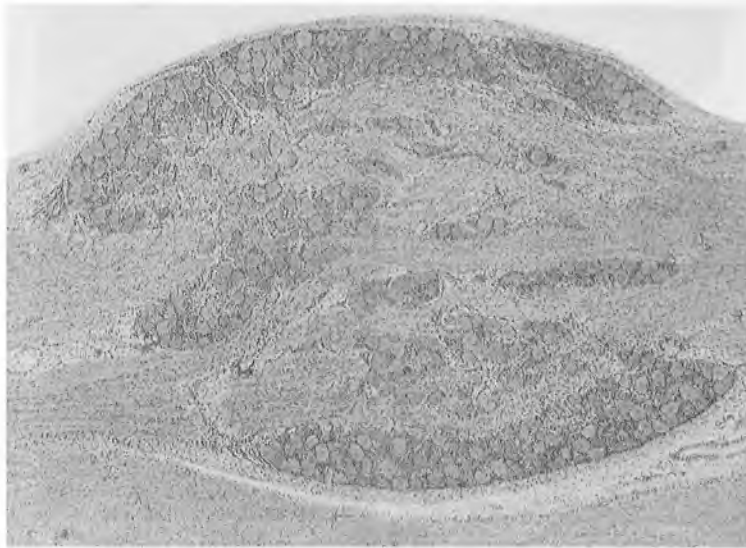
Пластическая костная ткань. Окраска по методу Шморля.



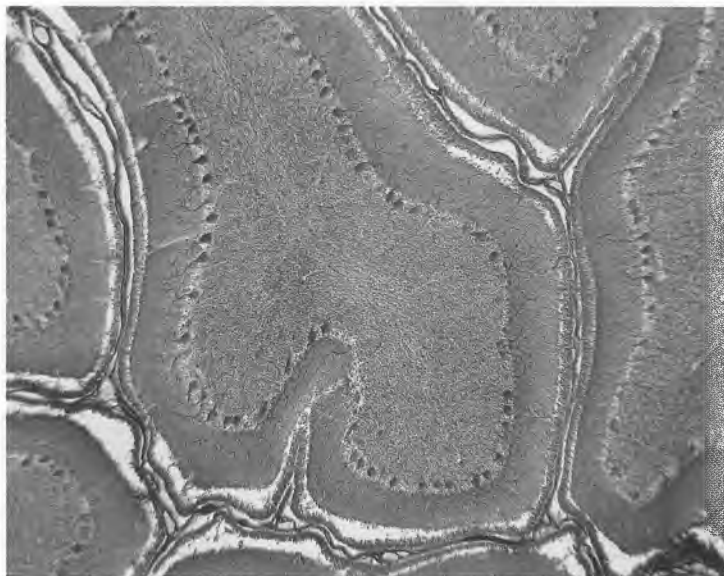
Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань. Окраска гематоксилином и эозином.



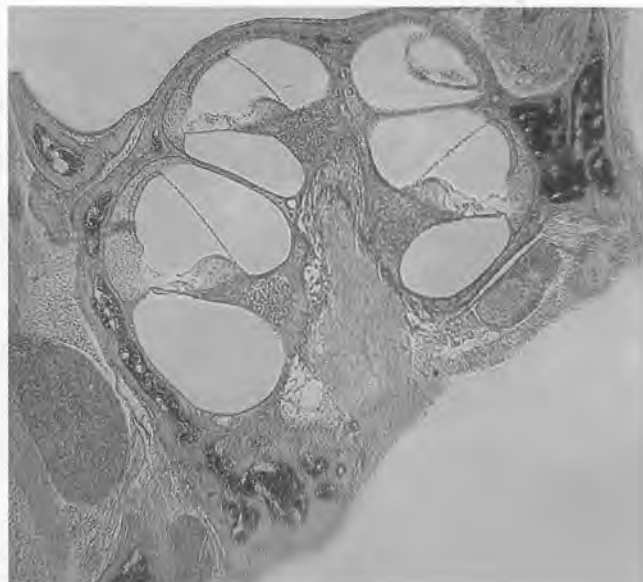
Мякотные нервные волокна. Импрегнация осмием.



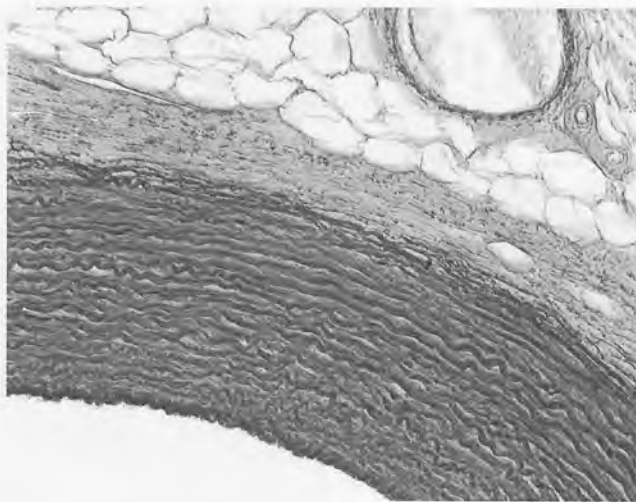
Срез спинального ганглия. Окраска гематоксилином и эозином.



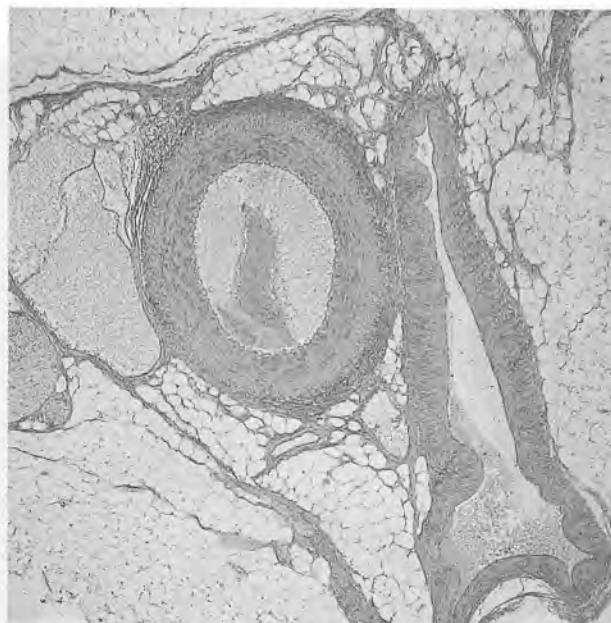
Срез мозжечка. Импрегнация серебром.



Аксиальный срез улитки. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез артерии эластического типа. Стенка аорты. Окраска орсеином.



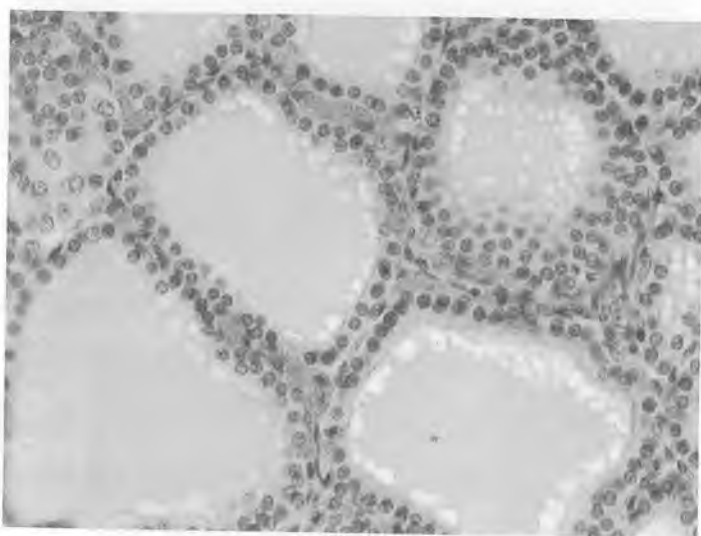
Срез сосудисто-нервного пучка. Окраска гематоксилином и эозином.



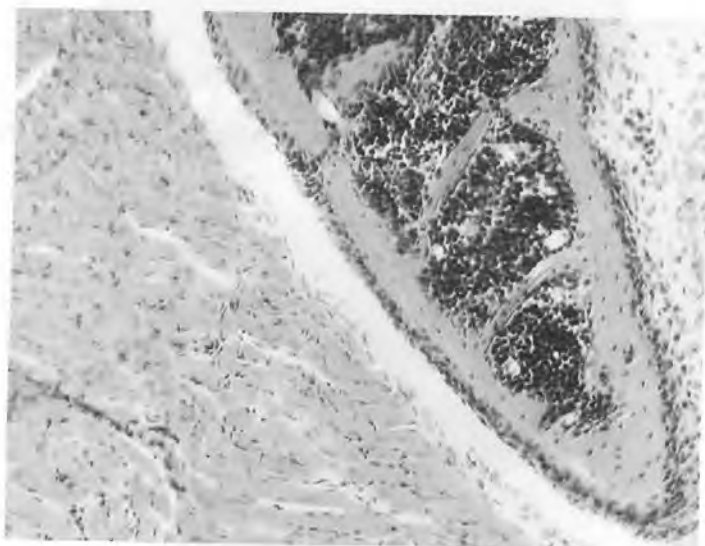
Срез стенки сердца. Окраска гематоксилином и эозином.



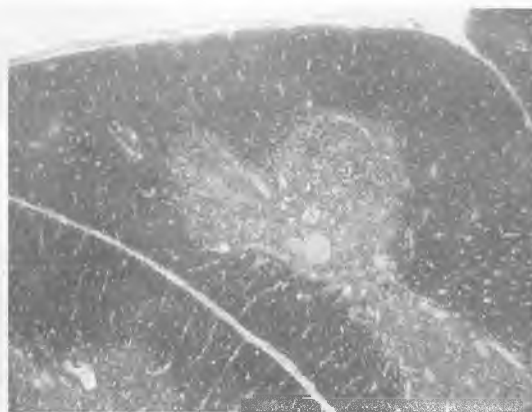
Срез миокарда. Окраска железным гематоксилином.



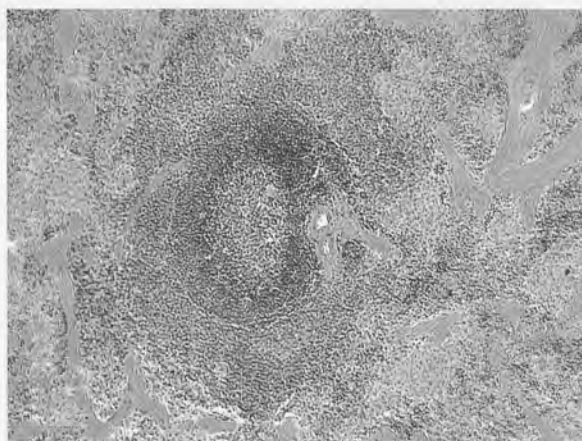
Срез щитовидной железы. Окраска гематоксилином и эозином.



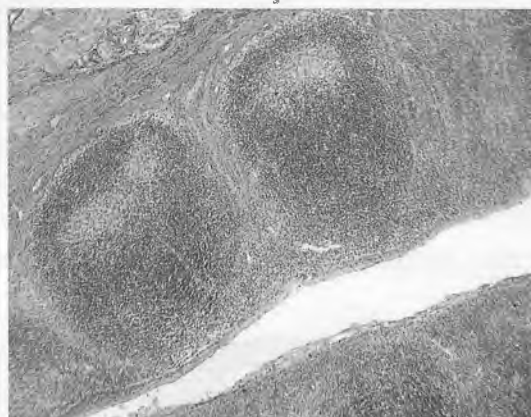
Срез красного костного мозга. Окраска гематоксилином и эозином.



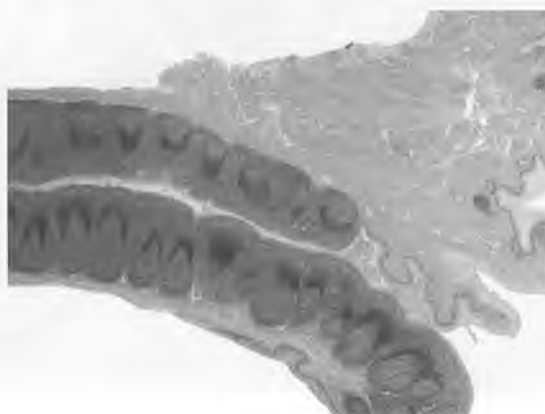
Срез тимуса. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез селезенки. Окраска гематоксилином и эозином.



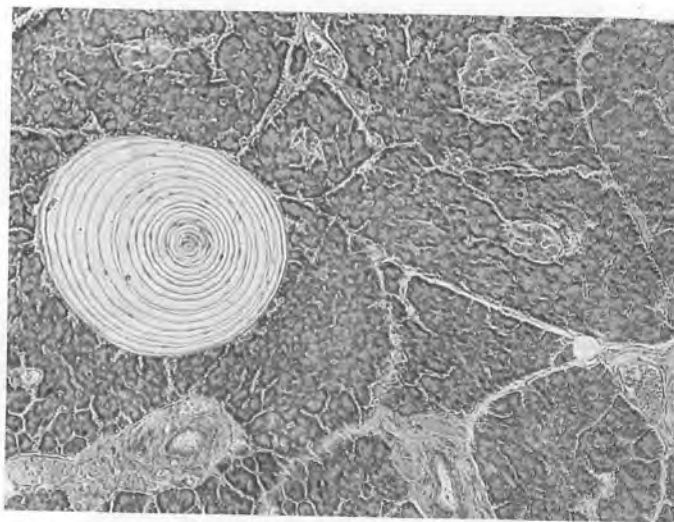
Лимфатические фолликулы небной миндалины. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез небной миндалины. Окраска гематоксилином и эозином.



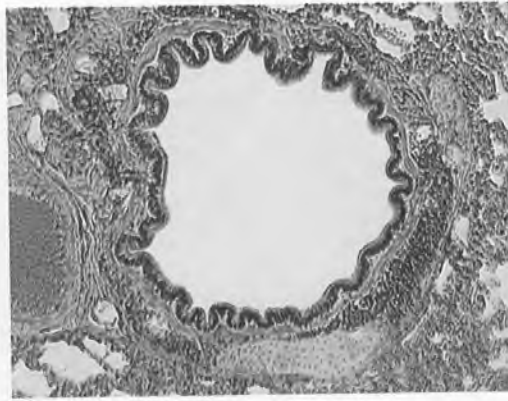
Развитие зуба: стадия закладки зубного зачатка. Окраска гематоксилином и эозином.



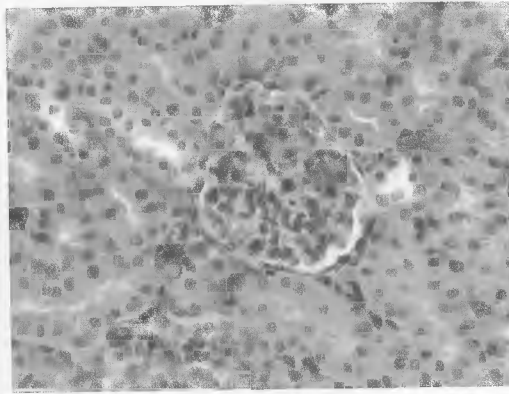
Срез поджелудочной железы. Окраска гематоксилином и эозином.



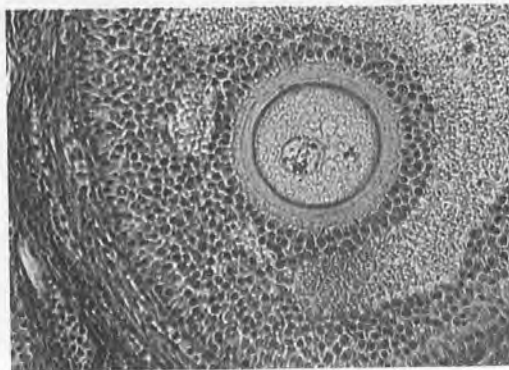
Срез тонкой кишки. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез легкого. Средний бронх. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез почечного тельца. Окраска гематоксилином и эозином.



Срез фолликула яичника. Окраска азаном.



Срез матки. Окраска гематоксилином и эозином.

Мочевыводящие пути

Мочеточник

У человека мочеточник представляет собой тонкостенную трубку длиной 30 см, толщиной 0,5–0,7 см. Стенки мочеточника состоит из 4 оболочек.



Поверхность **слизистой оболочки** выстлана **переходным эпителием**. Под эпителием лежит соединительнотканная **собственная пластинка**.

Подслизистая оболочка образована соединительной тканью. В верхней части мочеточника помимо сосудов, нервов и нервных окончаний лежат альвеолярно-трубчатые железы.

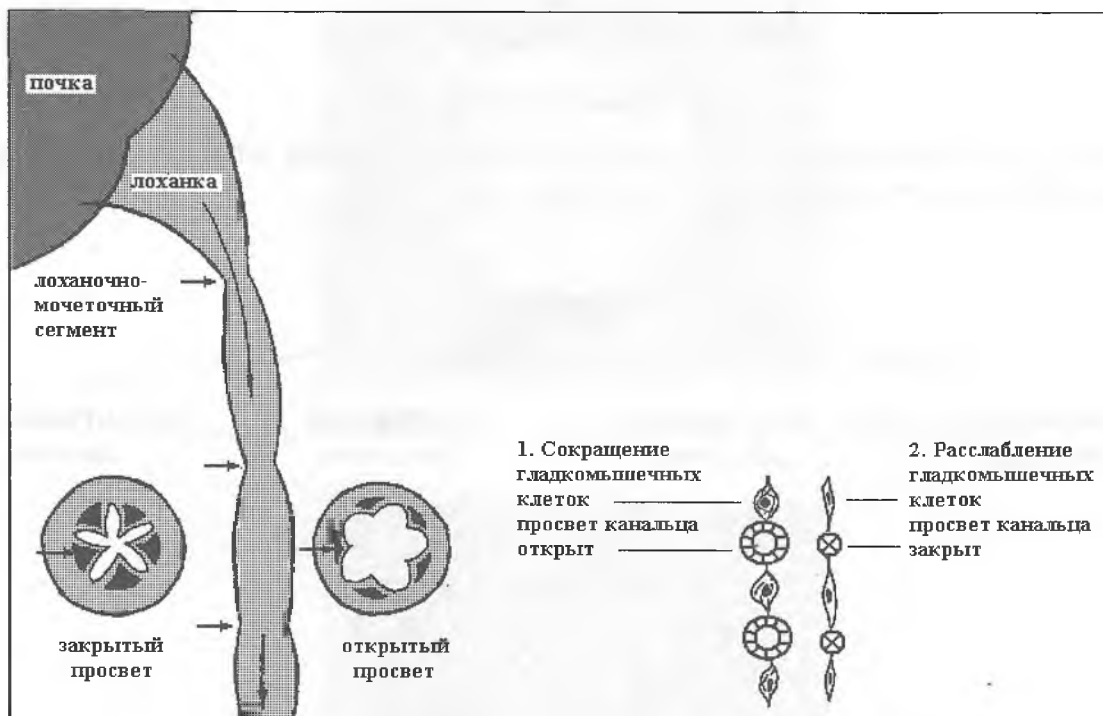
Мышечная оболочка образована спирально расположенными пучками гладкомышечных клеток. Эти пучки охватывают мочеточник, и, перекрещиваясь, спускаются сверху вниз по стенке мочеточника. Гладкомышечные клетки пучков объединены многочисленными контактами — **нексусами** в единый функциональный синцитий.

Адвентициальная оболочка образована рыхлой соединительной тканью.

Мочеточник состоит из последовательно расположенных детрузорно-сфинктерных секций — **цистоидов**, обеспечивающих порционный характер прохождения мочи из почечной лоханки в мочевой пузырь. В состав мочеточника обычно входят 3 цистоида, однако их может быть 2 или 4. Они способны накапливать определенные порции мочи, а затем эвакуировать ее из выше расположенной секции в ниже расположенную.

Роль сфинктеров, перекрывающих просвет мочеточника, выполняет **кавернозная система** кровеносных сосудов.

Мочеточник отличается своеобразием кровоснабжения и структурой сосудистой системы. Он имеет 9 источников притока артериальной крови, а в состав сосудистой системы входят многочисленные артериоло-венулярные анастомозы и кавернозоподобные сосудистые образования.



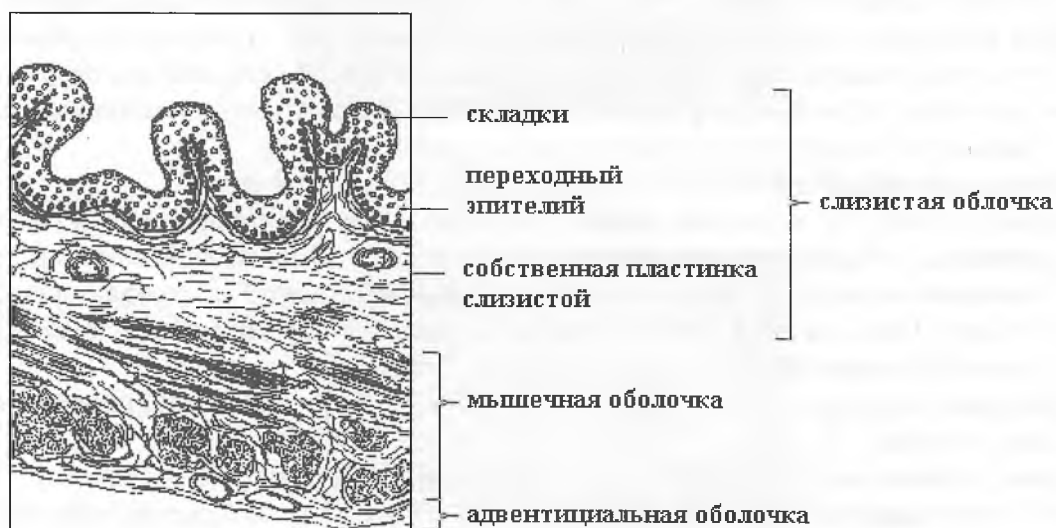
→ места расположения кавернозно-подобных сосудистых образований

Функция кавернозоподобных образований в рядом расположенных секциях мочеточника антагонистична.

Если кавернозные сосуды вышележащей секции заполнены кровью и просвет мочеточника закрыт, то сосуды нижележащего цистоида опорожнены и просвет мочеточника в этой зоне открыт. Функциональная активность цистоидов связана с деятельностью барорецепторов, расположенных в стенке мочеточника.

Мочевой пузырь

Стенка мочевого пузыря, по аналогии с мочеточником, также образована четырьмя выше перечисленными оболочками, хотя она существенно толще. Это обусловлено тем, что в составе мышечной оболочки мочевого пузыря 3 слоя. Эти слои образованы крупными пучками гладкомышечных клеток, а между пучками находятся широкие прослойки соединительной ткани.



Снаружи мочевого пузыря покрыт адвентициальной оболочкой, за исключением верхнезадней и боковых поверхностей, которые покрыты серозной оболочкой.

Половая система

Функции половой системы:

- Репродуктивная функция – образование половых клеток.
- Эндокринная функция – образование гормонов и биологически активных веществ.

Мужская половая система

В состав мужской половой системы входят



Семенник

В семенниках в процессе сперматогенеза образуются мужские половые клетки – сперматозоиды.

Сперматогенез

Сперматогенез включает в себя 4 фазы:

- Фаза размножения** – во время которой происходит митотическое деление сперматогоний. Выделяют несколько типов сперматогоний.



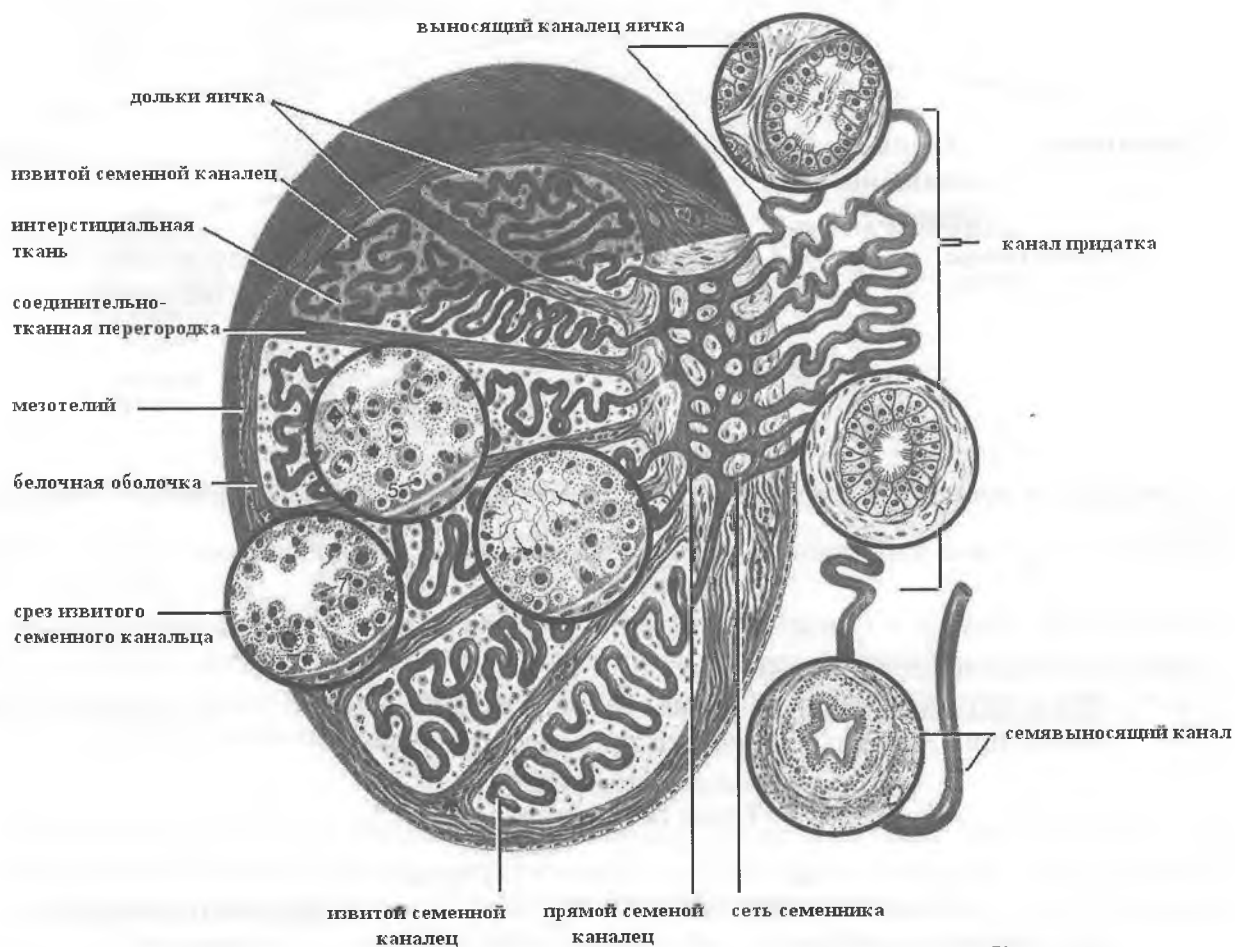
Во время митоза сперматогоний не происходит полной цитотомии, поэтому клетки остаются связанными цитоплазматическими мостиками, образуя спермальный синцитий.

- Фаза роста.** Во время этой фазы образуются **сперматоциты I порядка**, это клетки, находящиеся в профазе мейоза.
- Фаза созревания.** Во время этой фазы происходит 2 деления мейоза, при первом делении образуются **сперматоциты II порядка**, при втором делении — **сперматиды** (гаплоидные клетки).
- Фаза формирования.** Сперматиды трансформируются в подвижные **сперматозоиды**.

Строение семенника

Снаружи семенник почти полностью покрыт серозной оболочкой, под которой лежит **белочная оболочка**, образованная соединительной тканью. От неё вглубь семенника отходят соединительнотканые **трабекулы**, делящие семенник на **дольки**.

Трабекулы сходятся и врастают в средостение (утолщение белочной оболочки на медиальной поверхности семенника).



По Е.Ф. Котовскому

В каждой доле семенника находятся 1–4 **извитых канальца**, которые переходят в **прямые канальцы**. Они анастомозируют и образуют **сеть яичка** в зоне средостения.

Между канальцами в семеннике лежит рыхлая соединительная ткань стромы – **интерстициальная ткань**. В ней содержатся кровеносные и лимфатические сосуды, нервные окончания и секреторные клетки – **гландулоциты** (клетки Лейдига).

Гландулоциты продуцируют:

- мужские половые гормоны: тестостерон, дигидротестостерон, андростендион,
- небольшое количество женских гормонов – эстрогенов,
- а также ряд биологически активных веществ (интерлейкин-I, пептиды и др.).

Строение стенки извитых канальцев

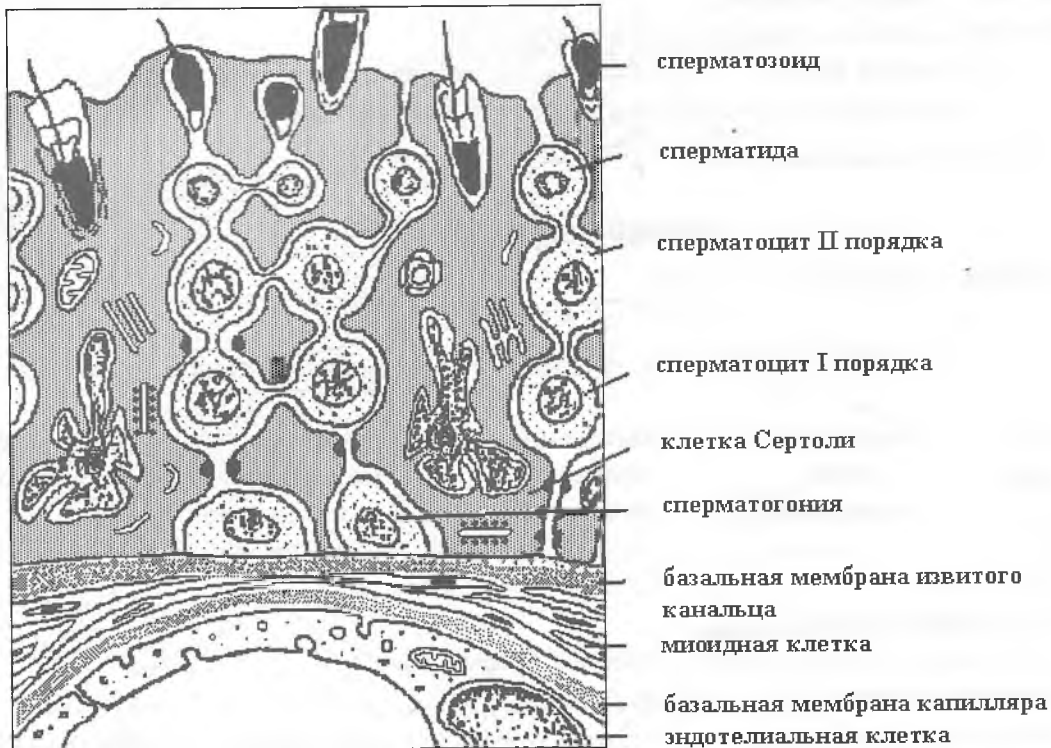
Внутренняя стенка извитого семенного канальца образована базальной мембраной. Изнутри к мембране прилежит эпителиоспермальный слой, состоящий из 2 типов клеток:

суспендоцитов (клетки Сертоли)

(поддерживающих клеток)

созревающих половых клеток

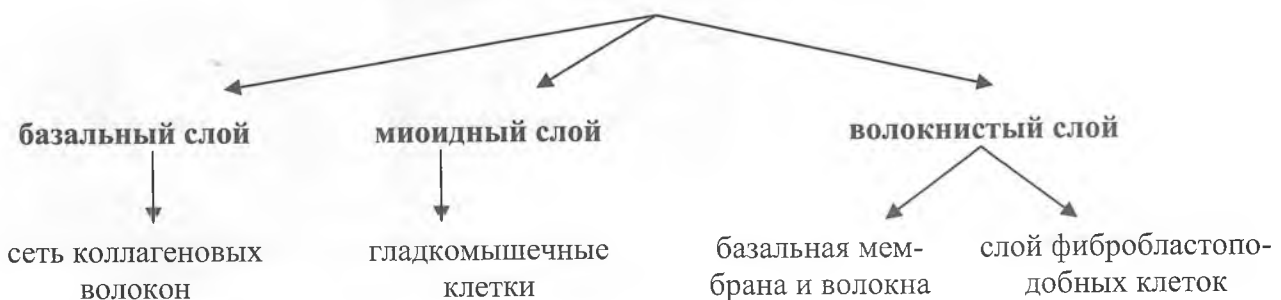
(сперматогоний, сперматоцитов I и II порядка, сперматид и сперматозоидов)



Суспендоциты – это клетки треугольной формы, отросчатые, их анастомозирующие отростки делят внутреннее пространство извитого канальца на два отсека:

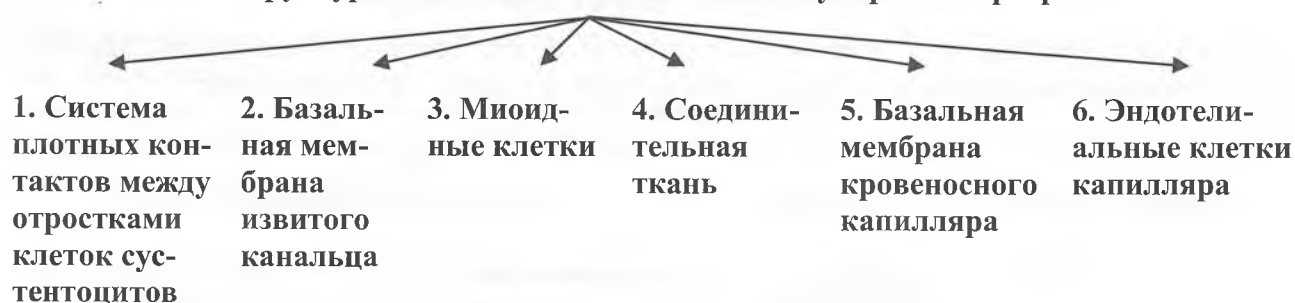
- **базальный отсек**, в нём лежат сперматогонии,
- **адлюминальный отсек**, где лежат остальные сперматогенные клетки.

Снаружи от базальной мембраны извитого канальца семенника лежит оболочка из рыхлой соединительной ткани и миоидных клеток, в её составе выделяют несколько слоёв:



Для предотвращения аутоиммунных реакций и защиты половых клеток от повреждения и создания микроокружения существует гематотестикулярный барьер.

Структурные компоненты гематотестикулярного барьера:

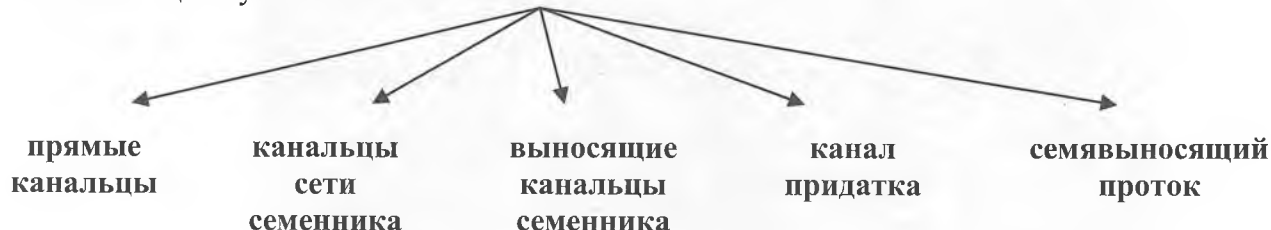


В состав семенника помимо извитых канальцев входят прямые канальцы и канальцы сети семенника. Их стенка образована рыхлой соединительной тканью, содержащей единичные гладкомышечные клетки, а изнутри выстланы:

- в прямых канальцах кубическим или призматическим эпителием,
- в канальцах сети плоским или кубическим эпителием.

Семявыносящие пути

Семявыносящие пути включают в себя



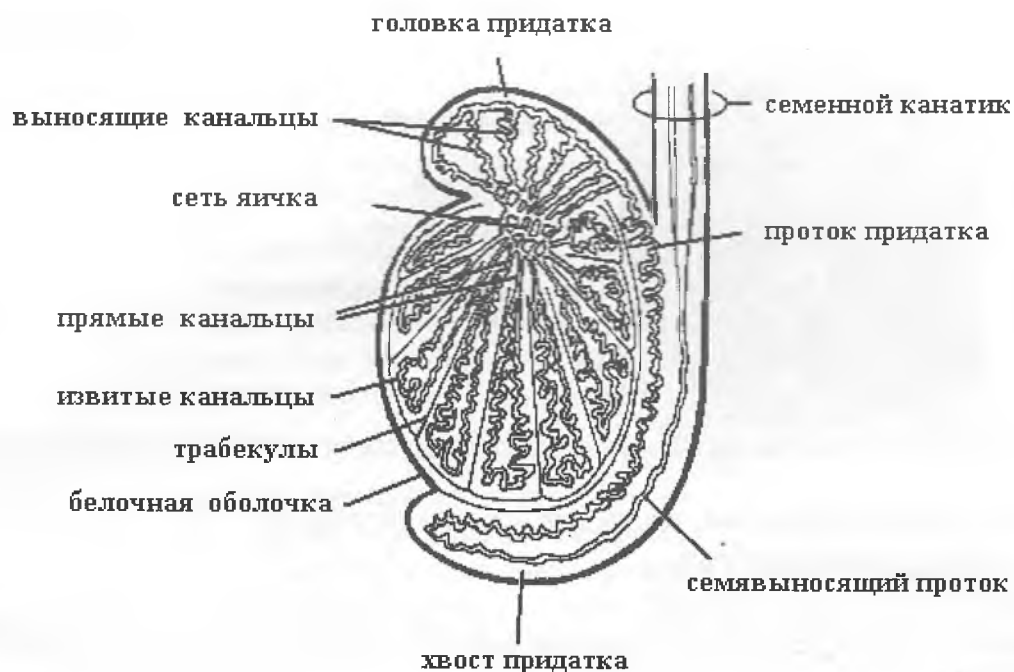
Функции семявыносящих путей:

- обеспечение депонирования и выброса спермы,
- обеспечение транспорта сперматозоидов,
- обеспечение созревания сперматозоидов до состояния готовности к оплодотворению, обеспечение подвижности,
- секреторная функция,
- эндокринная функция.

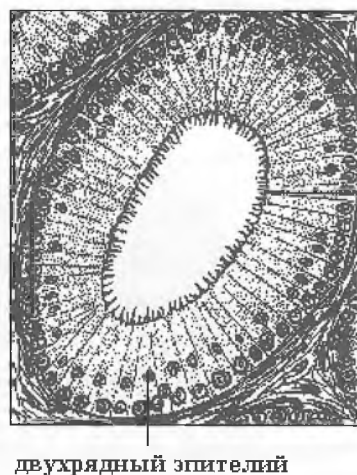
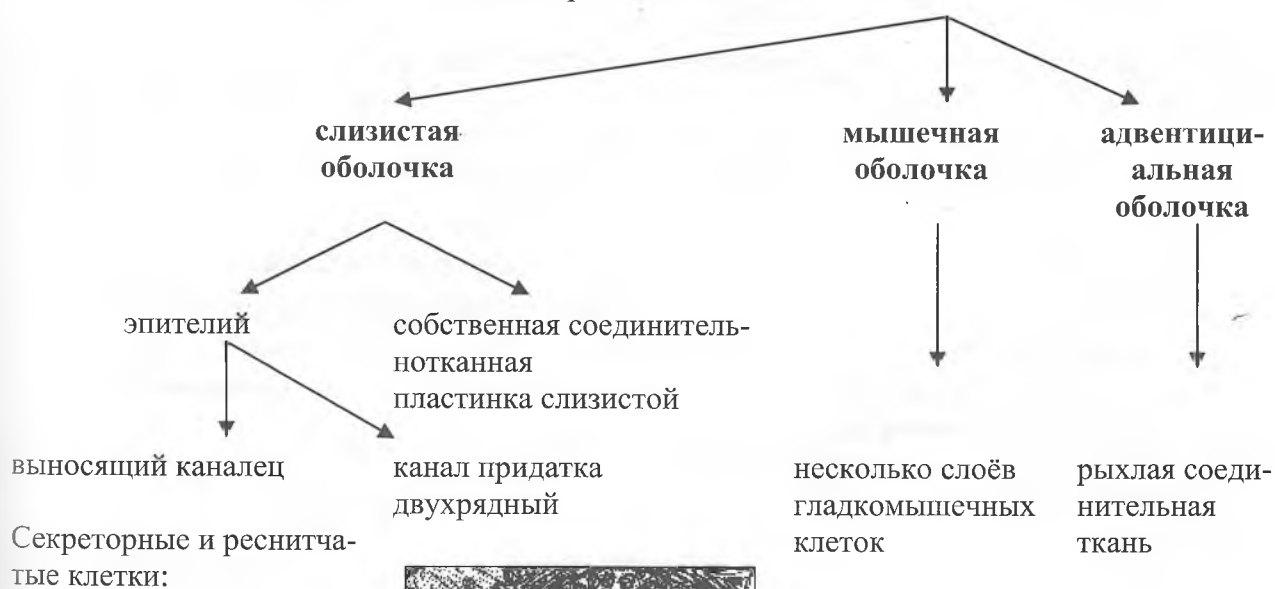
Придаток семенника

Анатомическая структура придатка





Стенка выносящих канальцев и канала придатка состоит из 3 оболочек:



Семявыносящий проток

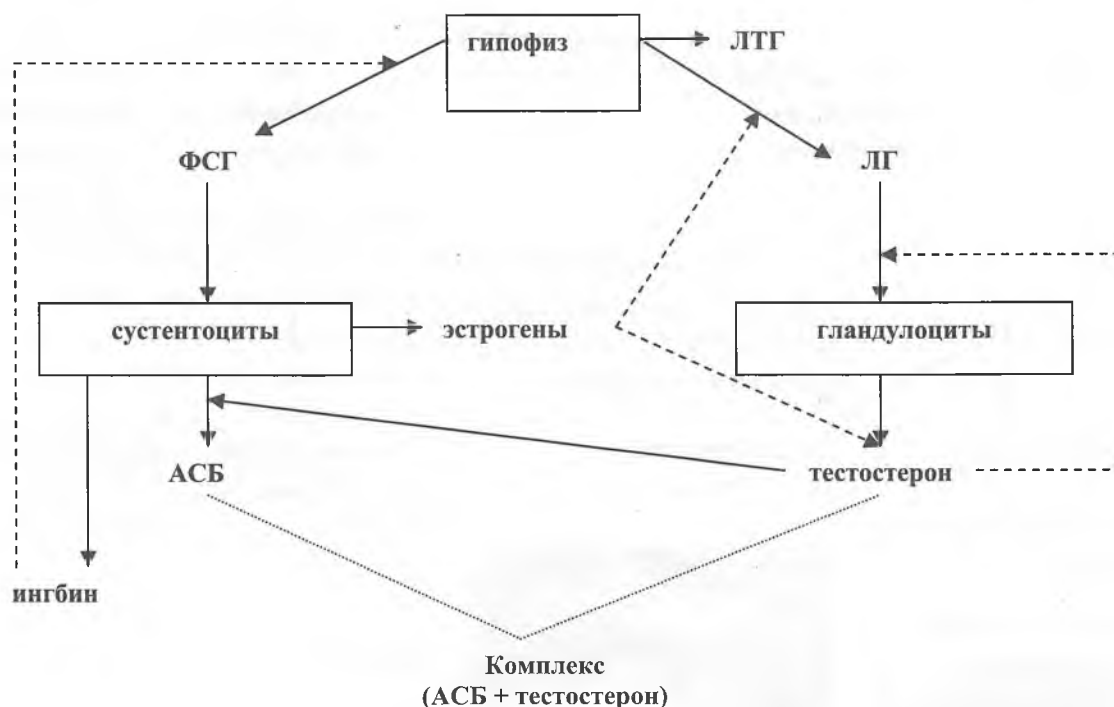


Стенка семявыносящего протока, так же как и в канале придатка, образована 3 оболочками. Особенности строения являются:

- складчатая слизистая оболочка;
- мышечная оболочка, состоящая из трёх слоёв: наружный и внутренний слои – продольные, средний слой – циркулярный.

Гормональная регуляция функции семенника

Функциональная активность семенника регулируется гипоталамо-гипофизарной системой.



На схеме: сплошные линии обозначают стимулирующее влияние (+), прерывистые линии – тормозящее влияние (-), а точечные линии – образование комплексного соединения.

В гипоталамусе в пульсирующем режиме (с интервалом приблизительно в 2 часа) образуются **гонадолиберины**, которые активируют **гонадотропоциты** **гипофиза**. Гонадотропоциты выделяют в кровь **ФСГ** и **ЛГ**:

- **ФСГ** — регулирует функцию сустентоцитов,
- **ЛГ** — регулирует функцию гандулоцитов.

Сустентоциты, в частности, синтезируют **андрогенсвязывающий белок (АСБ)**, который способствует накоплению тестостерона, гормона гландулоцитов в извитом канальце семенника, то есть только комплекс (тестостерон-белок) способен проникать через гематотестикулярный барьер и регулировать сперматогенез.

Образующиеся в клетках семенника гормоны, в свою очередь, оказывают влияние на гормональную активность гипофиза и гипоталамуса:

- тестостерон** — по механизму отрицательной обратной связи регулирует выработку гонадолиберина и ЛГ;
- ингибин** — образующийся в сустентоцитах, подавляет синтез ФСГ;
- эстрогены** — влияют на выработку ЛГ гонадотропоцитами гипофиза, снижая их чувствительность к гонадолиберину гипоталамуса.

Кроме того, как видно на схеме, образующиеся в семеннике гормоны оказывают влияние:

- тестостерон** — стимулирует синтез АСБ;
- эстрогены** — подавляют выработку тестостерона.

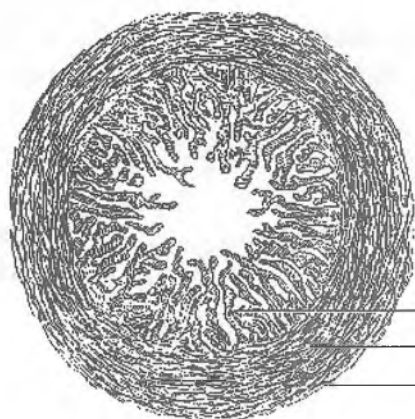
На функцию семенников оказывает влияние **лактотропный гормон гипофиза (ЛТГ)** — рецепторы, связывающие этот гормон, имеются у сустентоцитов, гландулоцитов и у сперматогенных клеток. В частности, известно, что под влиянием этого гормона повышается оплодотворяющая способность спермы.

Железы мужской половой системы

Семенные пузырьки

Семенные пузырьки — это парные органы мешковидной формы. Внутри них располагается сильно извитая трубка длиной 10–15 сантиметров. Трубки открываются в семявыносящий проток.

Стенка трубки семенного пузырька состоит из 3 оболочек:



складки слизистой оболочки
мышечная оболочка
адвентициальная оболочка

Предстательная железа

Предстательная железа (простата) выполняет 2 функции:

экзокринную

эндокринную

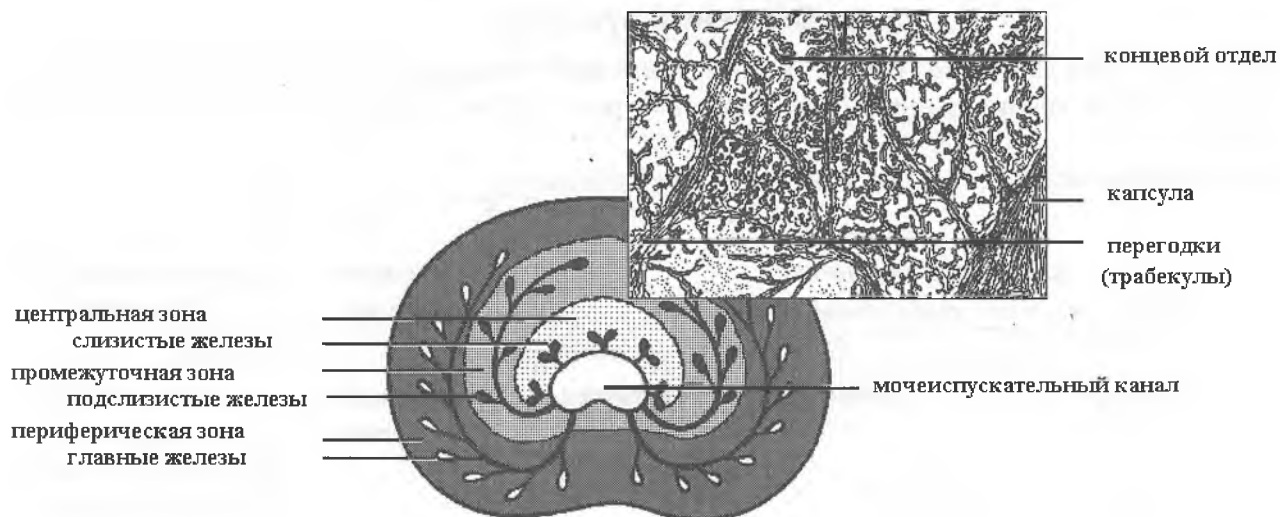
образование водянистого секрета, разжижающего сперму и активирующего сперматозоиды

образование простагландинов и гормонов

Строение предстательной железы

Снаружи железа покрыта соединительнотканной **капсулой**, содержащей большое количество гладкомышечных клеток. От капсулы отходят многочисленные волокнисто-мышечные **перегородки**. Они состоят из рыхлой соединительной ткани и пучков гладкомышечных клеток. В перегородках лежат кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна и ганглии. Эти перегородки отделяют друг от друга многочисленные **железы**, составляющие паренхиму железы.

Сокращение перегородок при эякуляции способствует выбросу секрета предстательных желез в уретру.



В простате выделяют 3 группы желез

слизистые
(внутренние периуретральные)

концевые отделы широкие,
короткие протоки открываются
в уретру

подслизистые
(промежуточные)

трубчато-альвеолярные

главные
(наружные простатические)

крупные
трубчато-альвеолярные

Концевые отделы желез выстланы однослойным призматическим или многорядным эпителием. В его составе выделяют 3 типа клеток:



Бульбо-уретральные железы (купферовы железы)

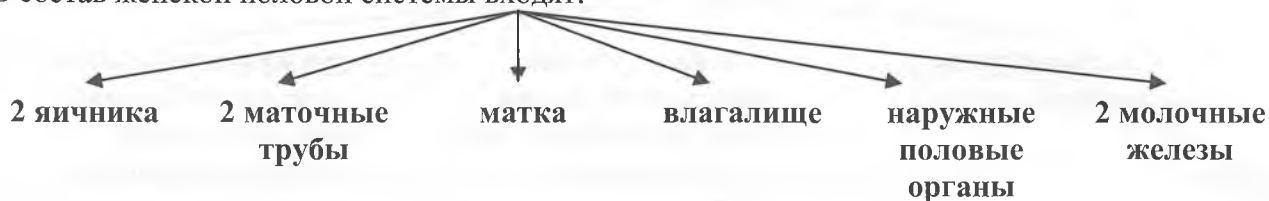
Строение купферовых желез

Бульбо-уретральные железы расположены по обеим сторонам основания полового члена. Это **сложные, разветвлённые, трубчато-альвеолярные железы**. Снаружи железы покрыты соединительнотканной **капсулой**. В её состав входят поперечнополосатые мышечные волокна. От капсулы отходят **трабекулы**, разделяющие железу на дольки. **Концевые отделы** образованы призматическими клетками, а при накоплении секрета — плоскими клетками. Выводные протоки выстланы призматическим эпителием.

Функция: синтез слизистого секрета, содержащего сиаломуцины, галактозамин и др. Секрет участвует в увлажнении уретры.

Женская половая система

В состав женской половой системы входят:



Яичник

Яичник покрыт **белочной оболочкой**, образованной плотной соединительной тканью. Снаружи белочная оболочка покрыта однослойным кубическим эпителием. Строма яичника представлена рыхлой соединительной тканью.

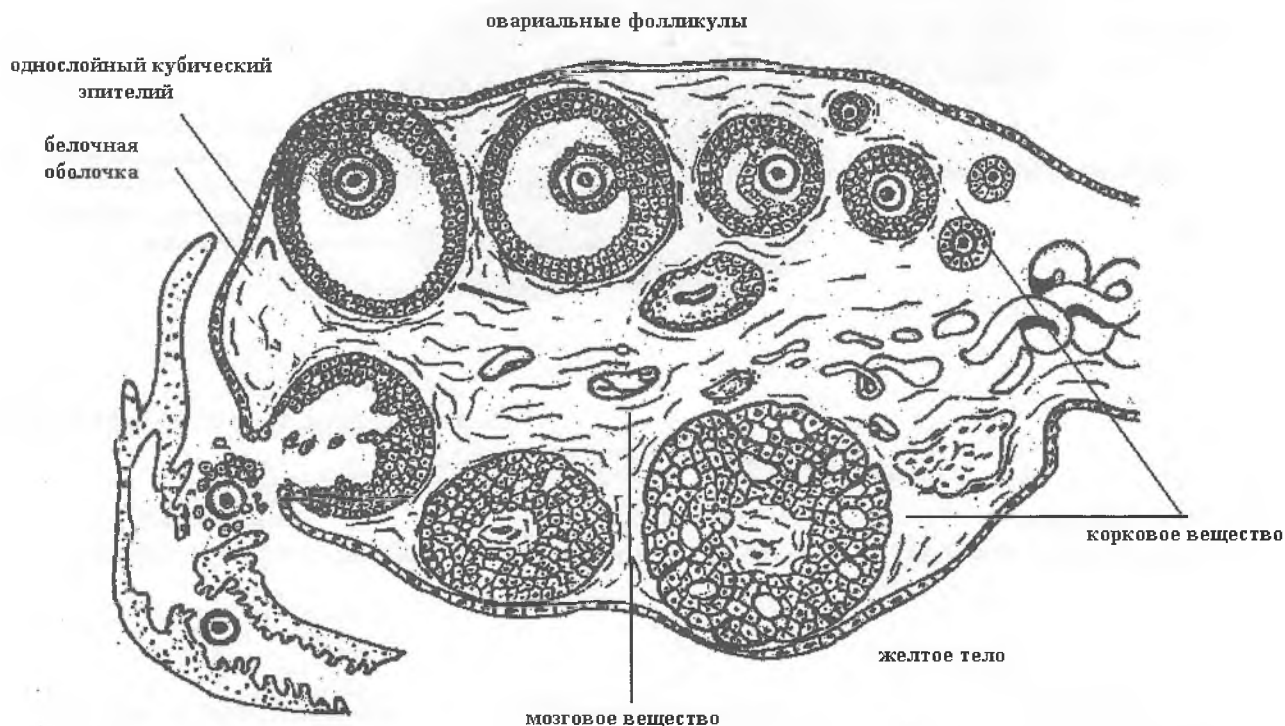
В составе яичника различают:

корковое вещество

расположено под белочной оболочкой — рыхлая соединительная ткань, мелкие сосуды, нервы и большое количество фолликулов разной степени зрелости, белые тела, желтое тело

мозговое вещество

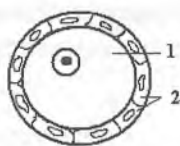
расположено в центре яичника, образовано рыхлой соединительной тканью, в которой лежат спиралевидные артерии, венозные сплетения, нервы, гладкомышечные клетки, тяжи эпителиальных клеток



Типы фолликулов и особенности их строения:

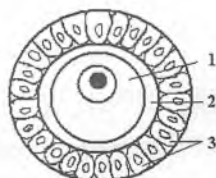
Фолликул — это клеточно-тканевой комплекс, состоящий из женской половой клетки и окружающих её соматических тканей.

1. Примордиальный фолликул



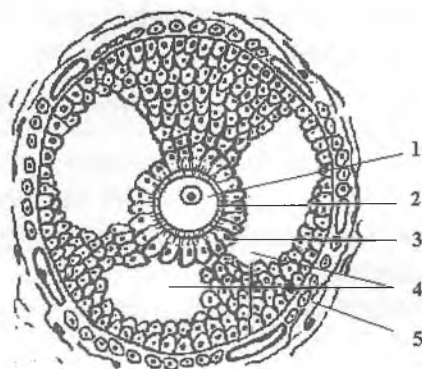
Овоцит I порядка (1), окружен слоем плоских фолликулярных клеток (2)

2. Первичный фолликул



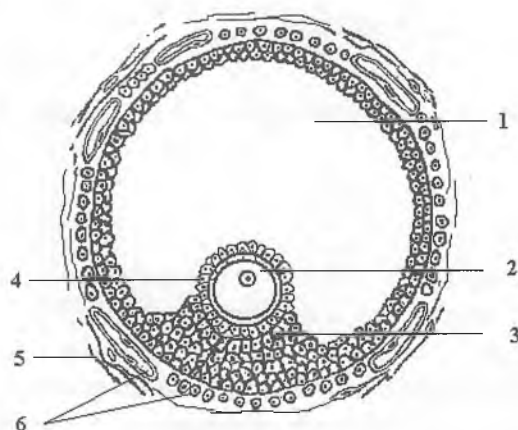
Овоцит I порядка (1), окружен блестящей оболочкой (2), рядами фолликулярных клеток (3)

3. Вторичный фолликул



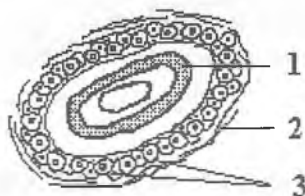
Овоцит I порядка (1), блестящая оболочка (2), в окружающем фолликулярном эпителии (3) появляются полости, заполненные секретом — фолликулярной жидкостью (4), формируется соединительнотканная оболочка — тека (5)

4. Третичный фолликул (Граафов пузырь)



Большая полость, заполненная жидкостью (1), содержащей эстрогены. Овоцит I порядка (2) лежит на яйценосном бугорке (3) и окружен фолликулярными клетками (4). В тека-оболочке 2 слоя: наружный из плотной соединительной ткани (5) и внутренний — рыхлая соединительная ткань, сосуды, тека-клетки (6)

5. Атретические фолликулы



В центре сморщенная блестящая оболочка (1), окруженная соединительной тканью, содержащей большое количество интерстициальных клеток (3)

Овогенез

Овогенез — это процесс созревания женских половых клеток.

Овогенез, так же как и сперматогенез, сочетает в себе митотическое и мейотическое деление половых клеток. Но в отличие от сперматогенеза на каждой стадии имеет свои особенности.

I. Фаза размножения — на этой стадии идет митотическое деление овогоний. Процесс деления происходит в эмбриональном яичнике, т. е. во внутриутробном периоде развития женского организма.

II. Фаза роста — соответствует профазе мейоза. Образуются клетки овоциты I порядка. Фаза роста подразделяется на:

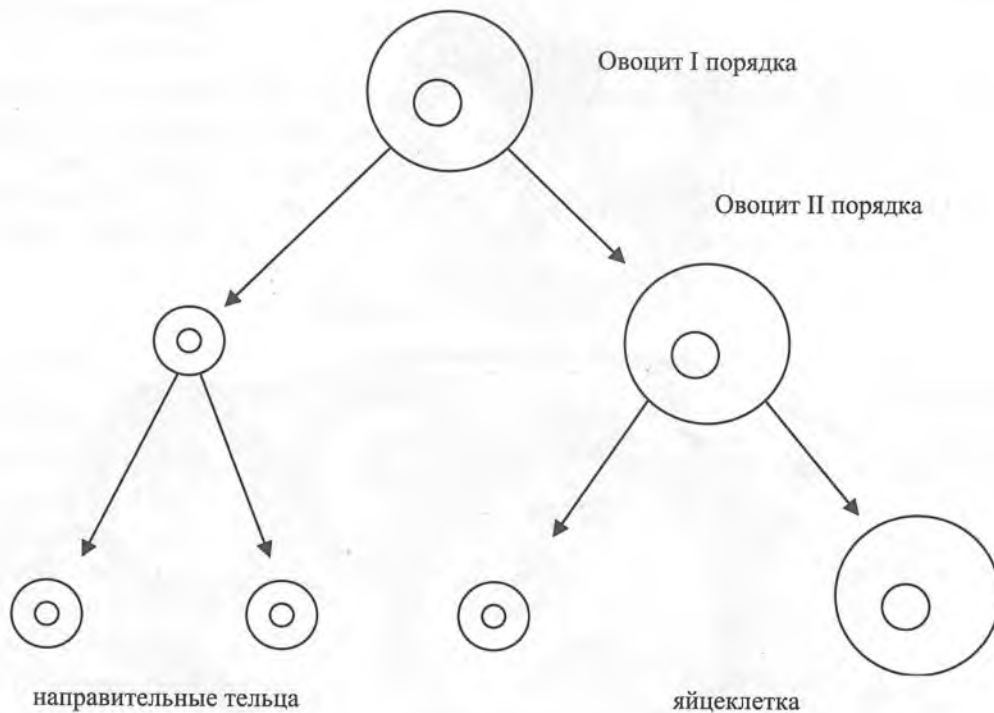
Малый рост

Большой рост

продолжается от момента рождения женского организма до полового созревания, характеризуется накоплением желточных включений в овоците

начинается после полового созревания, характеризуется быстрым накоплением желточных включений, под влиянием гормонов гипофиза

III. Фаза созревания — включает в себя 2 последовательных деления мейоза.



В результате неравномерного деления образуется одна половая клетка и 3 направительных тельца, в отличие от сперматогенеза, при котором образуется 4 сперматиды (одинаковые клетки).

Ещё одно отличие от сперматогенеза на этой стадии заключается в том, что весь процесс созревания при сперматогенезе происходит в семеннике. При овогенезе половая клетка на стадии метафазы второго деления попадает в маточную трубу и второе деление мейоза происходит в момент оплодотворения. Без оплодотворения половая клетка на стадии овоцита II порядка дегенерирует.

IV. Стадия формирования в овогенезе отсутствует. Это ещё одно отличие овогенеза от сперматогенеза.

Андрогены - образуются в яичнике (набв. фолликулы)

Мужской пол - с эмбриона - 10ти лет
Женский пол - с эмбриона

Овариальный цикл

В женском организме с момента полового созревания и в течение всего репродуктивного периода процесс образования половых клеток происходит **циклически** и сопровождается циклическими изменениями в яичнике, называемыми **овариальным циклом**.

Продолжительность овариального цикла половозрелой женщины составляет 21–30 дней.

Овариальный цикл состоит из 2 фаз, во время которых происходят:



Фолликулогенез

В каждом цикле в яичнике женщины одновременно развивается несколько фолликулов, но лишь один из них достигает конечной стадии – стадии **предовуляторного фолликула**. Клетки созревающих фолликулов синтезируют женские половые гормоны – **эстрогены**. Гормоны транспортируются в кровь и частично остаются в полости фолликулов.

Синтез эстрогенов:

- 1) интерстициальные клетки текальной оболочки фолликула синтезируют из холестерина мужские половые гормоны, затем
- 2) мужские половые гормоны поступают в фолликулярные клетки, где из них образуются эстрогены – женские половые гормоны.

Фолликулогенез завершается овуляцией.

Овуляция – это гормональнозависимый процесс выхода половой клетки из яичника, сопровождается разрывом стенки фолликула и стенки яичника.

После овуляции на месте лопнувшего фолликула в яичнике образуется **желтое тело** – этот процесс называется лютеогенез.

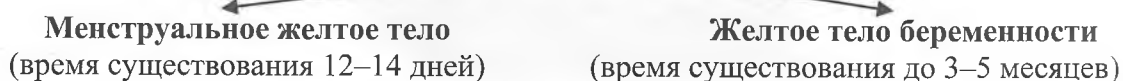
Лютеогенез

В развитии желтого тела выделяют 4 стадии:



Клетки желтого тела синтезируют преимущественно гормон **прогестерон**, но в них также образуются **эстрогены**, незначительное количество **андрогенов**, **окситоцин** и **простагландины**. Выделяют 2 типа желтых тел.

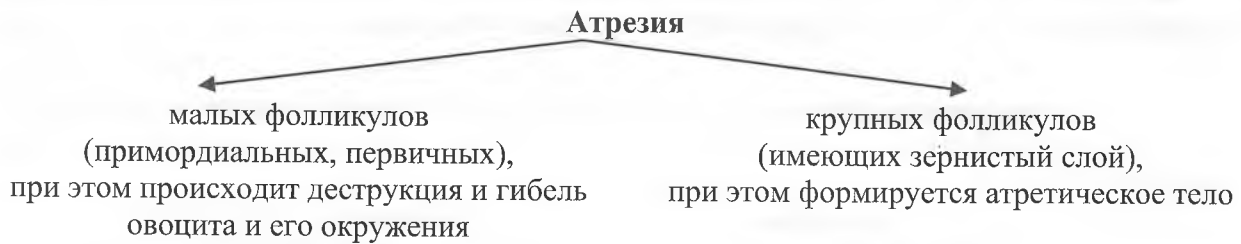
Желтое тело



Эти желтые тела имеют сходное гистологическое строение.

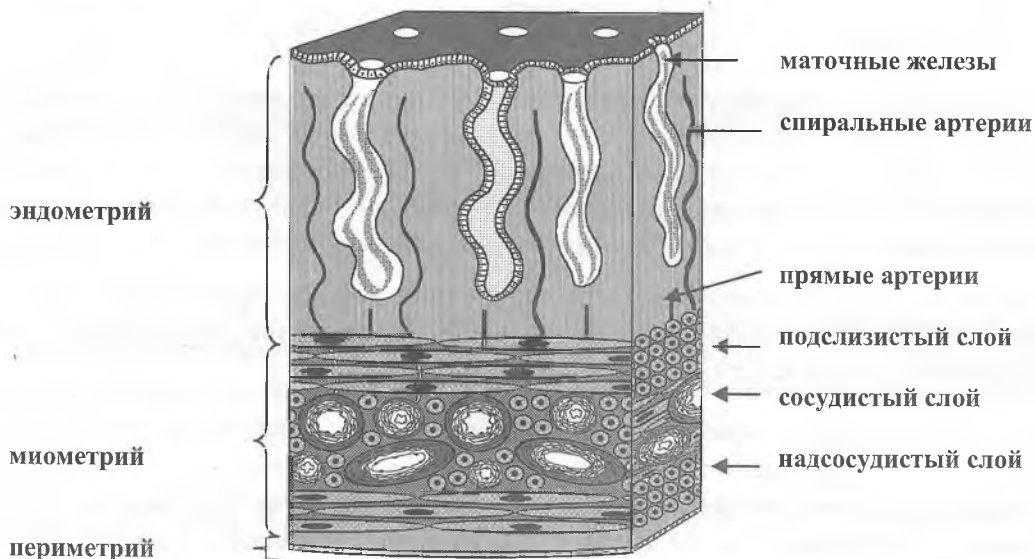
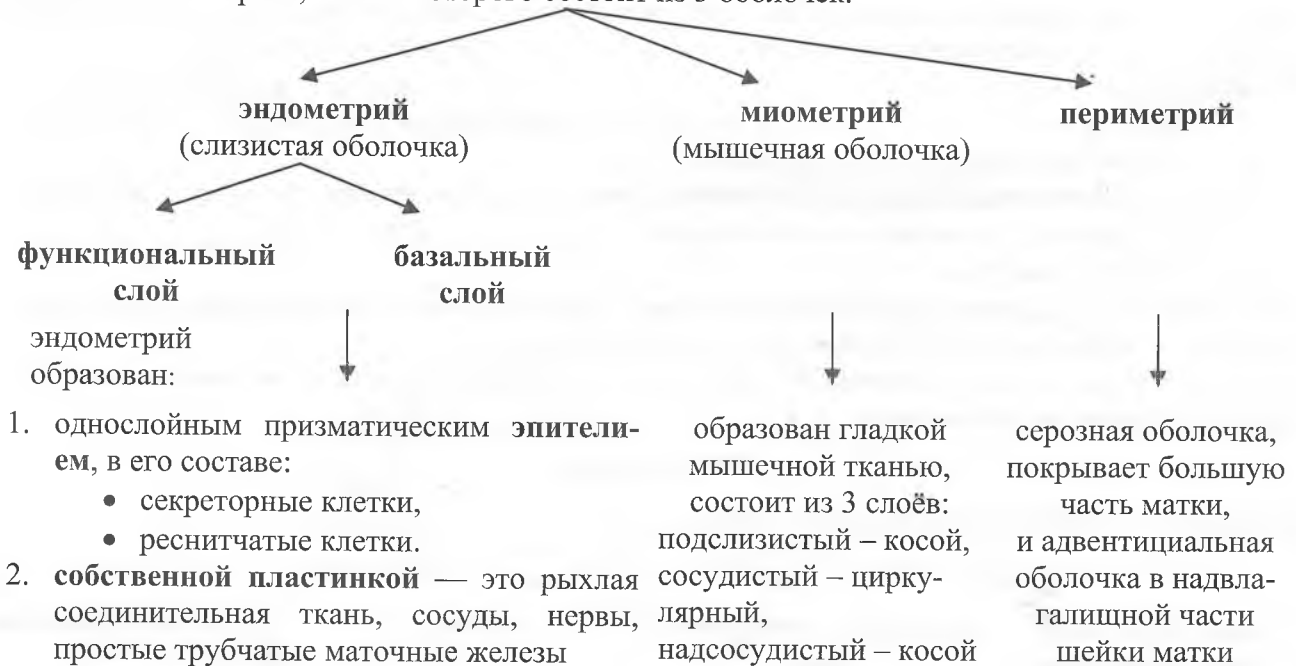
Атрезия фолликулов

К моменту рождения женщины атрезии (гибели) подвергается большая часть фолликулов, имеющих в яичнике. Особенно много фолликулов разрушается перед половым созреванием женщины и в климактерический период.



Матка

Матка – полый орган, стенка которого состоит из 3 оболочек.



В матке женщины в репродуктивный период происходят структурные и функциональные изменения, связанные с подготовкой к зачатию и вынашиванию плода – эти преобразования называют **менструальным циклом**.

Менструальный цикл

Менструальный цикл состоит из 3 периодов:

менструальный период (десквамативная фаза) постменструальный период (пролиферативная фаза) предменструальный период (секреторная, прегравидная фаза)

Менструальный период

Продолжительность этого периода у женщины в среднем 4 дня. В эти дни происходит отторжение (десквамация) поверхностного (функционального) слоя эндометрия.

Причиной отторжения функционального слоя эндометрия является спазм спиралевидных артерий, которые кровоснабжают этот слой. Спазм вызывает ишемию поверхностного слоя слизистой оболочки матки, он некротизируется (разрушается).

Затем, после кровенаполнения, стенка некротизированных сосудов разрывается, и вытекающая кровь отслаивает омертвевшие ткани эндометрия.

Базальный слой эндометрия не подвергается разрушению, т.к. он кровоснабжается прямыми артериями, которые не спазмируются.

Постменструальный период

В этот период происходит восстановление целостности эндометрия, за счёт пролиферации клеток базального слоя эндометрия:

- делящиеся эпителиоциты донец желез восстанавливают маточные железы и покровный эпителий матки;
- соединительнотканые элементы восстанавливаются за счёт пролиферации клеток соединительной ткани базального слоя.

Предменструальный период

Продолжительность этого периода составляет приблизительно 14 суток. Этот период называют **прегравидным**, т.к. матка готовится к беременности:

- толщина эндометрия увеличивается почти в 2 раза;
- железы становятся разветвлёнными;
- железистые клетки секретируют густой слизистый секрет;
- в собственной пластинке слизистой оболочки появляются децидуальные клетки.

В случае беременности гипертрофия эндометрия сохраняется в течение 2 месяцев, что способствует формированию плаценты.

Исходя из вышеуказанного, становится очевидным, что в репродуктивный период у женщин наблюдается циклические морфофункциональные изменения органов репродуктивной системы.

Эти процессы регулируются и контролируются гипоталамо-гипофизарной системой.

Цикличность определяется нейрогормонами (релизинг-факторами) медиобазального гипоталамуса, которые, в свою очередь, регулируют образование гонадотропных гормонов (ФСГ и ЛГ) и пролактина (ЛТГ) в гипофизе.

ФСГ — фолликулостимулирующий гормон

- регулирует процесс фолликулогенеза,
- синтез и секрецию эстрогенов фолликулярными клетками яичника.

ЛГ — лютеинизирующий гормон

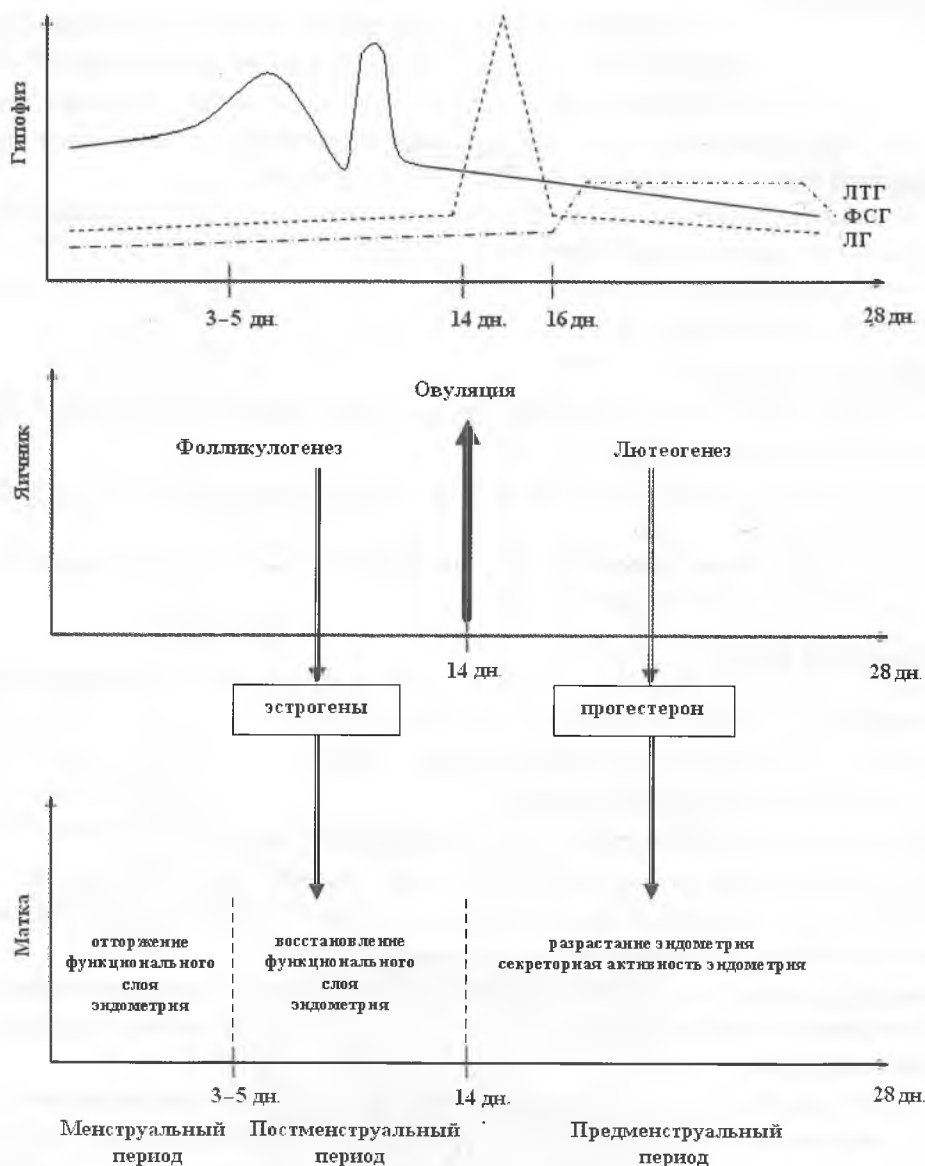
- является в первую очередь гормоном овуляции, т.е. регулирует выход половой клетки из яичника,
- контролирует процесс формирования желтого тела в яичнике и его секреторную активность.

ЛТГ — лактотропный гормон (пролактин)

- контролирует процесс образования желтого тела и продукцию им гормонов,
- регулирует процесс синтеза молока молочными железами, а секреция, т.е. выделение молока, контролируется **окситоцином**.

Овариально-менструальный цикл

Для того чтобы чётко представлять процессы взаимодействия органов и их влияние друг на друга в течении овариально-менструального цикла, изобразим 3 графика, отразив на них события и гормональную активность в яичниках, матке и гипофизе.



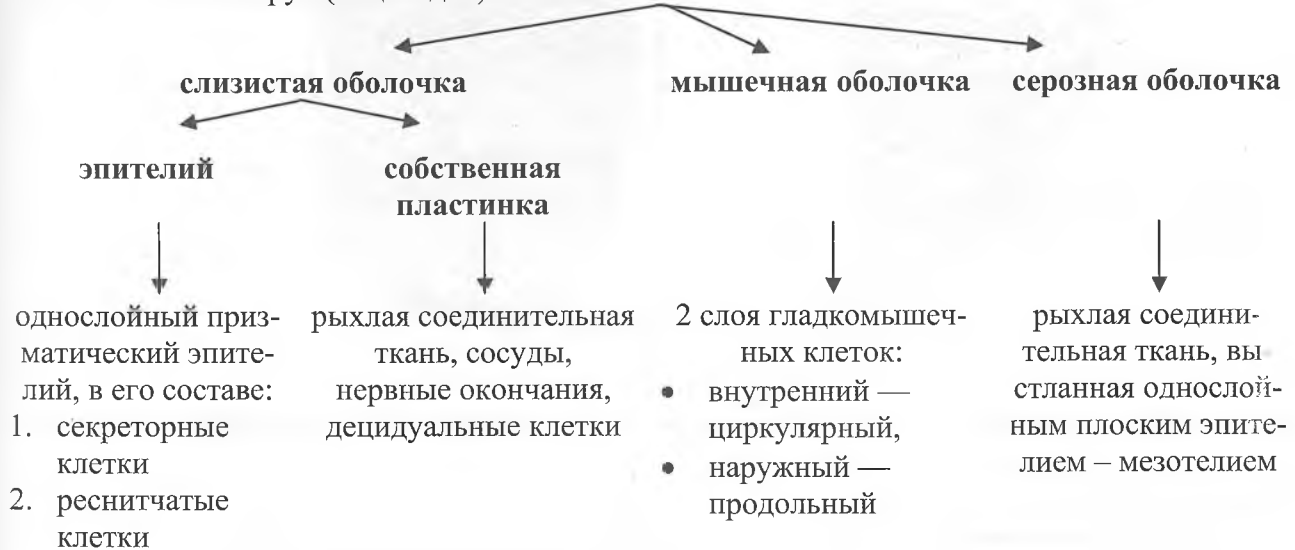
Ведущая роль в овариально-менструальном цикле принадлежит яичникам и их гормонам.

- В яичнике **фолликулогенез** (процесс созревания фолликулов) сопровождается образованием половых гормонов, в частности, **эстрогенов**. Фолликулогенез в яичнике по времени соответствует менструальному и постменструальному периодам в матке. Под влиянием эстрогенов происходит **восстановление функционального слоя эндометрия** матки, т.к. по своей функции эстрогены являются неспецифическими митогенами, т.е. активируют митотическую активность клеток слизистой оболочки матки. Фолликулогенез регулируется гормоном гипофиза **ФСГ**, его секреция возрастает к концу менструального периода и во время овуляции.

- В середине цикла (14-й день) в яичнике происходит **овуляция** (выход яйцеклетки из яичника). Основным гормоном овуляции является гормон гипофиза – лютеинизирующий гормон (ЛГ). Цикличность выхода из гипофиза этого гормона определяет цикличность изменений в женской половой системе.
- После овуляции в яичнике образуется и функционирует **жёлтое тело**, клетки которого вырабатывают **прогестерон**. Этот гормон обеспечивает **сохранность слизистой оболочки матки** (эндометрия) и его **секреторную активность** в предменструальный период. Процессы формирования и гормональная активность желтого тела регулируется гормонами гипофиза – лактотропным гормоном (ЛТГ) и лютеинизирующим гормоном (ЛГ).
- В случае отсутствия зачатия и беременности, желтое тело яичника **атрофируется**, уровень прогестерона в крови падает. Это приводит к **спазму сосудов матки** и последующему **отторжению функционального слоя** – менструальный период.
- Менструальный период в гормональном отношении рассматривается как относительная стадия покоя, характеризующаяся относительно низким уровнем секреции эстрогена и прогестерона.

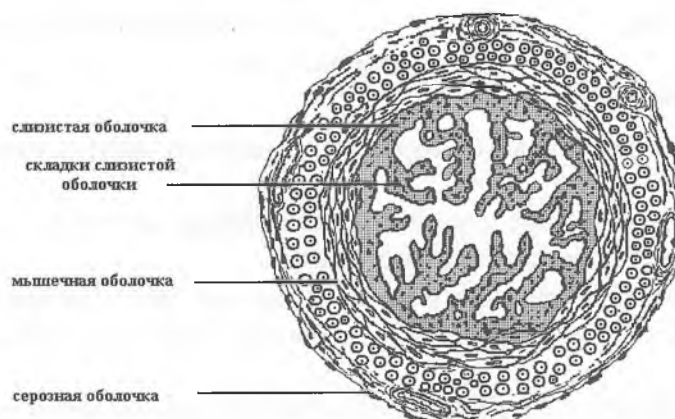
Маточные трубы

Стенка маточных труб (яйцеводов) состоит из 3 оболочек



Функции:

1. В них происходит оплодотворение (ампулярная часть) и ранние стадии развития зародыша.
2. Маточные трубы транспортируют развивающийся зародыш в полость матки.
3. Выработка слизистого секрета, содержащего питательные вещества для зародыша и различных биологически активных веществ (секреторная функция).



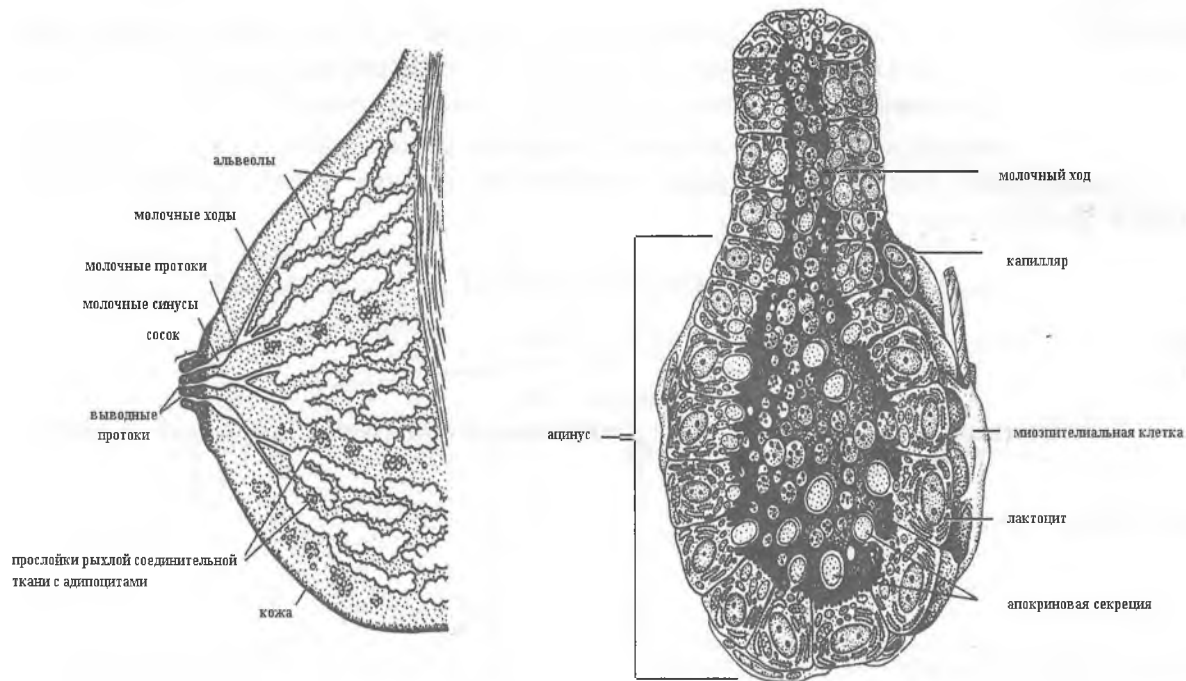
Молочные железы

Молочные железы — это видоизменённые кожные потовые железы.

В разные периоды жизни женщины молочные железы имеют различные морфофункциональные признаки.

Строение нелактирующей молочной железы половозрелой женщины

Молочная железа состоит из 15–20 сложных разветвленных, альвеолярных желез, разделённых прослойками рыхлой соединительной ткани, содержащей много жировых клеток. Выводные протоки желез открываются на вершине соска.



Альвеолярные концевые отделы образованы цилиндрическими секреторными клетками и отростчатыми миоэпителиальными клетками.

Выводные протоки:

1) **внутридольковые**
(молочные ходы)

2) **междольковые**
(млечный проток)

3) **молочные синусы**
(накопители молока)

4) **выводные протоки соска**

стенка этих протоков образована
однослойным двухрядным цилиндрическим
или
кубическим эпителием

стенка этих протоков образована
многослойным плоским частично ороговеваю-
щим эпителием

После рождения девочки и до полового созревания молочная железа состоит только из выводящих протоков.

Концевые отделы формируются в молочной железе в период полового созревания, и их количество изменяется в течение менструального цикла:

- с 9-го и до 20-го дня менструального цикла концевые отделы разрастаются,
- с 22-го дня и до начала менструального периода происходит обратное развитие концевых отделов.

Окончательное формирование желез происходит во время беременности и лактации.

НАГЛЯДНАЯ ГИСТОЛОГИЯ

общая и частная

В предлагаемой книге студенты-медики найдут интересный, доступно изложенный и хорошо иллюстрированный материал по общей и частной гистологии.

Пособие уникально тем, что оно снабжено наглядными схемами, которые помогут лучше усвоить учебный материал, понять тонкости изучаемой науки и самостоятельно проверить свои знания.

«Наглядная гистология» является частью учебного комплекса, в который входят также «Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии», «Тесты по гистологии, цитологии и эмбриологии» и «Молекулярная биология».

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного пособия для студентов медицинских вузов.