

The background is a high-magnification light micrograph of connective tissue, stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a dense network of collagen fibers (pink) and scattered nuclei of fibroblasts and other cells (purple). A scale bar is visible in the top left corner. A central black box with rounded corners contains the title text. On the left and right sides of this box, there are stylized green circuit board traces with circular nodes, suggesting a technological or digital theme.

# СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

# СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

- представляет собой группу тканей с разнообразными морфофункциональными характеристиками, которые не граничат с внешней средой и полостями тела, образуют внутреннюю среду организма и поддерживают ее постоянство

# ФУНКЦИИ

- 1) Трофическая (обеспечение других тканей питательными веществами);
- 2) Дыхательная (обеспечение газообмена в других тканях);
- 3) Регуляторная (влияние на деятельность других тканей посредством биологически активных веществ и контактных взаимодействий);
- 4) Защитная;
- 5) Транспортная;
- 6) Опорная, механическая .



# КЛАССИФИКАЦИЯ

## СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

1. Кровь, лимфа

2. Кроветворные ткани

(а) лимфоидная (б) миелоидная

3. Собственно соединительные ткани

а) рыхлая волокнистая соединительная ткань

б) плотная волокнистая соединительная ткань

• оформленная • неоформленная

4. Соединительные ткани со специальными свойствами

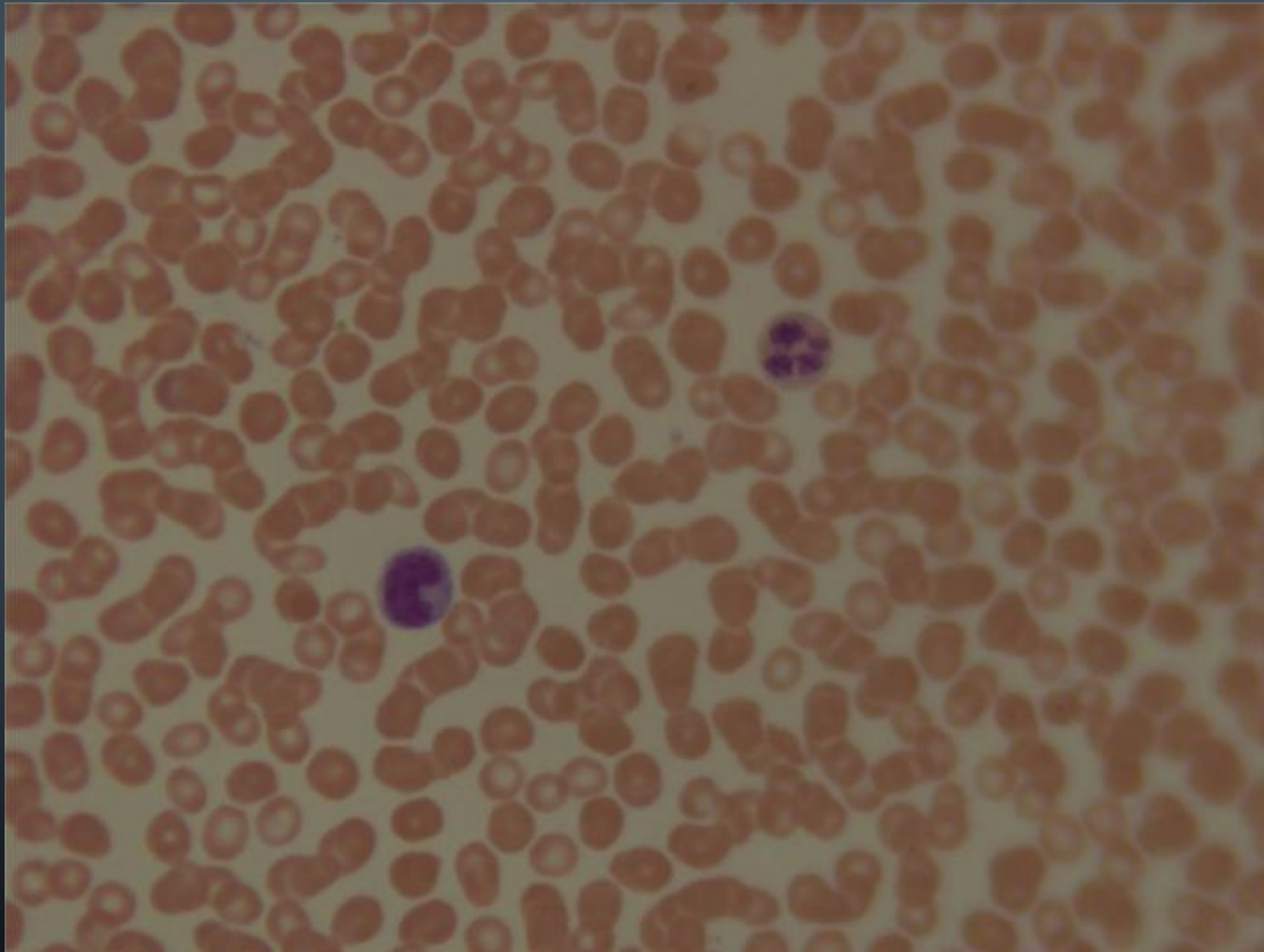
а) жировая б) ретикулярная в) слизистая г) пигментная

5. Скелетные соединительные ткани

а) хрящевые б) костные

# КРОВЬ

- своеобразная жидкая ткань, относящаяся к группе тканей внутренней среды, которая циркулирует в сосудах благодаря ритмическим сокращениям сердца.



# ФУНКЦИИ КРОВИ

1. Транспортная
2. Гомеостатическая
3. Защитная

# ПЛАЗМА

- это среда, в которой находятся форменные элементы (жидкое межклеточное вещество)

Состав:

90% - вода

9% - органические вещества

1% - неорганические вещества

Основные белки плазмы:

1) Альбумины - f: транспорт метаболитов, гормонов, ионов

2) Глобулины - f: транспорт металлов и липидов (в виде липопротеинов)

3) Фибриноген - f: свертывание крови

4) Компоненты комплемента - f: участие в реакциях защиты организма

Сыворотка крови - это плазма без фибриногена



# ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- это клетки и постклеточные структуры
- Клетки - лейкоциты
- Постклеточные структуры - эритроциты и тромбоциты

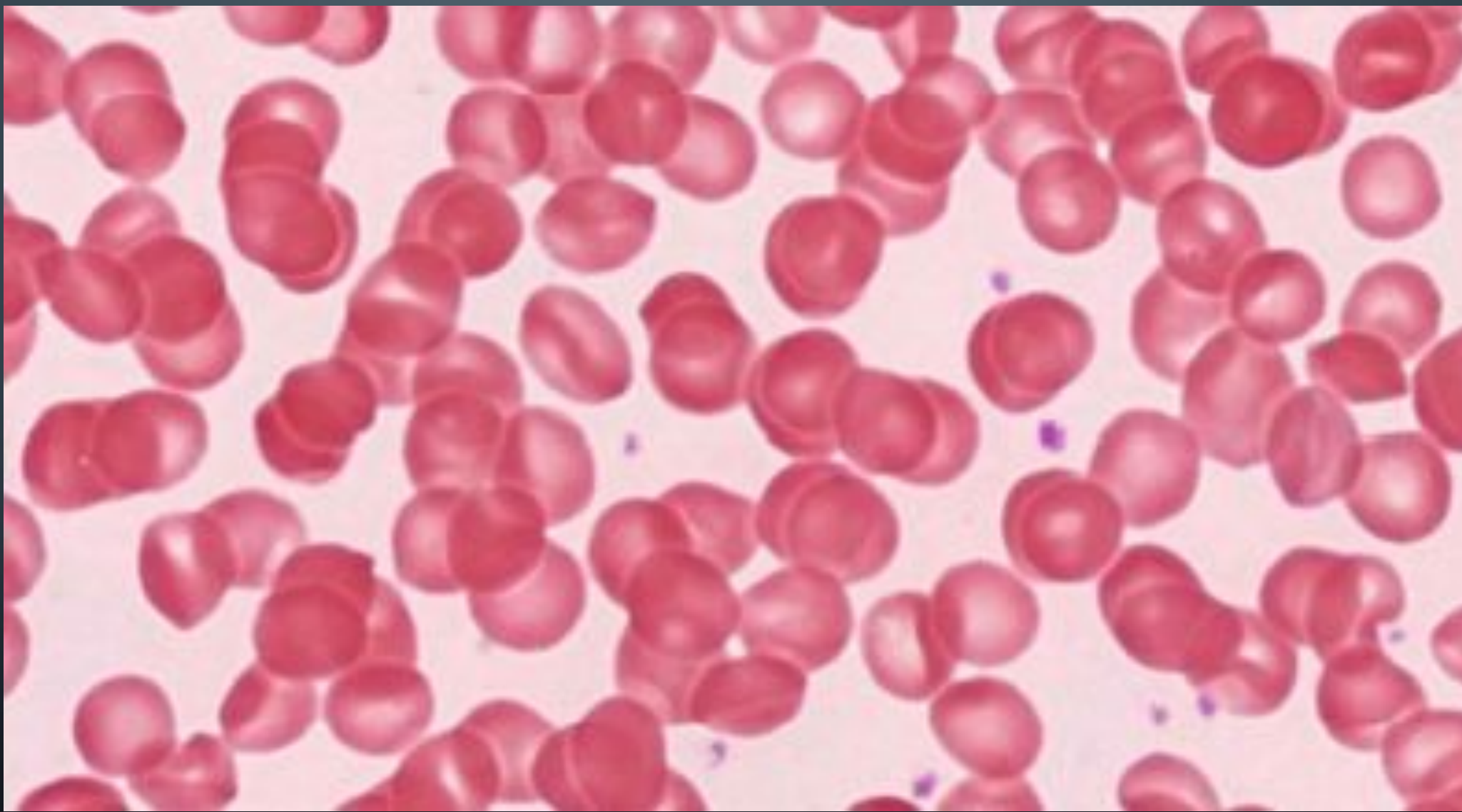
# ЭРИТРОЦИТЫ

- это постклеточные структуры, которые утратили ядро в процессе развития
- Форма клетки: двояко-вогнутый диск (способствует увеличению площади поверхности)
- Образуются в красном костном мозге (из стволовой клетки крови). Разрушаются макрофагами селезенки, печени, красного костного мозга
- Функции:
  - 1) Дыхательная
  - 2) Регуляторная и защитная (на их поверхности есть БАВ: иммуноглобулины, иммунные комплексы)
  - 3) Транспортная

## Цитоплазма:

- оксифильная; органелл и гранул нет
- содержатся: вода, гемоглобин, глюкоза, АТФ, ферменты

Ядро: отсутствует



# ЭРИТРОЦИТОПОЭЗ



- Ретикулоциты – молодые формы эритроцитов, недавно поступившие в кровотоки из костного мозга. В них сохраняются МХ, немного рибосом, остатки АГ, центриоль

- Происходит уменьшение размера клетки, диаметра ядра, его исчезновение.

Ослабление базофилии цитоплазмы  
Накопление НЬ, появление оксифилии цитоплазмы



# ЭРИТРОЦИТЫ

- Изменения формы эритроцитов возникают при их старении и в патологических условиях вследствие нарушений осмотического равновесия или (и) дефектов цитоскелета. В частности, сферическая форма эритроцитов, наблюдаемая при врожденном сфероцитозе, сопровождается их неспособностью к растяжению, деформации, осмотической нестойкостью и усиленным разрушением. Форма эритроцитов может изменяться также при образовании патологических форм гемоглобина.
- **Размеры эритроцитов:** средний диаметр составляет **7-8 мкм**
- **Концентрация:** для мужчин от **4,0 до  $5,3 \times 10^{12}$  единиц на литр крови**, для женщин — от **3,7 до  $4,7 \times 10^{12}$**

# СТАРЕНИЕ И ГИБЕЛЬ

Старение эритроцитов связано с:

- (1) нарушением целостности подмембранного цитоскелетного комплекса,
- (2) изменениями в самой мембране - ее химического состава, заряда, нарушением деятельности ее ионных насосов,
- (3) снижением активности ферментных систем восстановления гемоглобина и
- (4) изменением его состава.

Гибель эритроцитов. Старые эритроциты, утрачивая гибкость молодых, теряют способность к прохождению через наиболее узкий участок сосудистого русла человека - щелевидные поры в эндотелии венозных синусов селезенки шириной 0.5-3 мкм. В красной пульпе селезенки они подвергаются дополнительным повреждающим воздействиям

# ТРОМБОЦИТЫ

- - кровяные пластинки (постклеточные структуры)

Форма клетки: мелкие, дисковидные, двояковыпуклые

Цитоплазма слабобазофильная

1) гиаломер

- содержит две системы трубочек (канальцев) и элементы цитоскелета

- наружная часть, светлая

- прозрачная

2) грануломер

- центральная окрашенная часть

- содержит азурофильные гранулы, митохондрии, рибосомы, гликоген, элементы КГ

- **Размер тромбоцитов – 2-5мкм**

- **Концентрация:  $150-400 \times 10^9 / л$**

# ГРАНУЛЫ:

## 1 . *α-гранулы*

- крупные
- азурофильные
- содержание: фибриноген, фибронектин, тромбоцитарный фактор роста, тромбоглобулин

## 2. *β-гранулы* = плотные гранулы = тельца

- средние
- гистамин, серотонин (поглощают его из крови), пиррофосфат, АТФ, кальций, магний



# ФУНКЦИИ:

- 1) Остановка кровотечения
- 2) Обеспечивают свертывание крови
- 3) Участвуют в реакциях заживления ран и воспалений

Снижение свертываемости крови и кровоточивость могут служить симптомами различных (в том числе наследственных) заболеваний, связанных с недостаточным содержанием тромбоцитов в крови (тромбоцитопениями) и нарушениями их функций (тромбоцитопатиями), уменьшением активности свертывающей или повышением активности противосвертывающей систем плазмы, усиленным фибринолизом, а также сочетаниями этих нарушений.

# ТРОМБОЦИТОПОЭЗ



ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ И СОЗРЕВАНИЯ ТРОМБОЦИТОВ, ПРОИСХОДЯЩИЙ В МИЕЛОИДНОЙ ТКАНИ. ТРОМБОЦИТЫ ОБРАЗУЮТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОЦЕССА ЧАСТИЧНОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ ЦИТОПЛАЗМЫ ГИГАНТСКИХ КЛЕТОК КОСТНОГО МОЗГА — МЕГАКАРИОЦИТОВ. ХОД РАЗВИТИЯ МЕГАКАРИОЦИТОВ ИЗ СТВОЛОВОЙ КЛЕТКИ КРОВИ ОПИСЫВАЕТСЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ:  
СКК→ПСК→УНИПОТЕНТ.ПРЕДШЕСТ.  
→МЕГАКАРИОБЛАСТ→ПРОМЕГАКАРИОЦИТ  
→МЕГАКАРИОЦИТ→ТРОМБОЦИТЫ

- Резкое увеличение размеров ядра, полиплоидизация и сегментация ядра, развитие системы внутриклет. мемб. каналов и отшнуровка фрагментов цитоплазмы

# ЛЕЙКОЦИТЫ

- белые кровяные клетки, представляют собой группу морфологически и функционально разнообразных подвижных форменных элементов, циркулирующих в крови и участвующих в различных защитных реакциях
- Лейкоцитоз — увеличение концентрации лейкоцитов в крови — обычно является следствием их усиленного выброса из костного мозга в связи с возросшей потребностью, определяющейся повышенной гибелью (чаще всего при инфекционных и воспалительных заболеваниях).
- Лейкопения — снижение концентрации лейкоцитов в крови — как правило, служит результатом подавления их образования в костном мозге (в результате тяжелых инфекционных процессов, токсических состояний, облучения).

**Концентрация:  $4-9 \cdot 10^9$  на литр**

# Лейкоциты

## Гранулоциты

=зернистые лейкоциты

- В цитоплазме есть и специфические, и неспецифические гранулы (=азурофильные, лизосомы)
- Обычно ядро сегментированное

Нейтрофилы

Базофилы

Эозинофилы

## Агранулоциты

=незернистые лейкоциты

- В цитоплазме только неспецифические (азурофильные) гранулы
- Ядро округлое/бобовидное

Моноциты

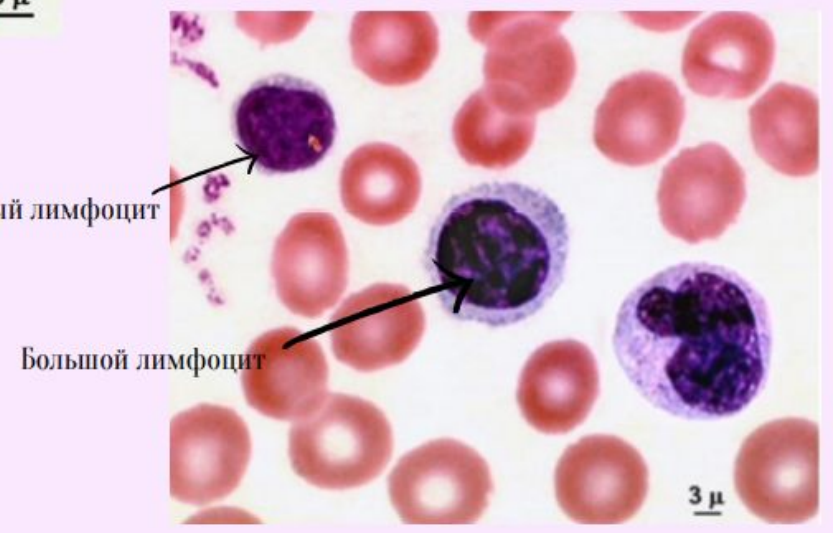
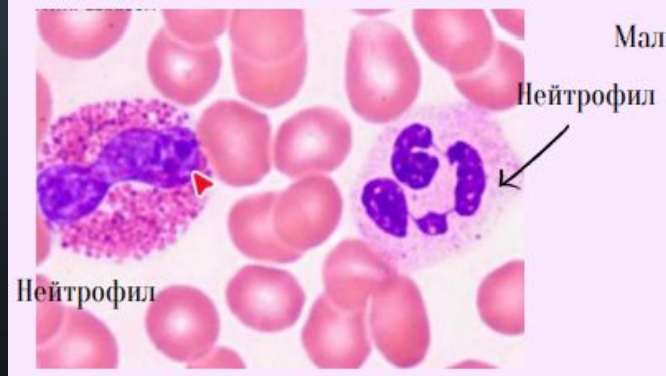
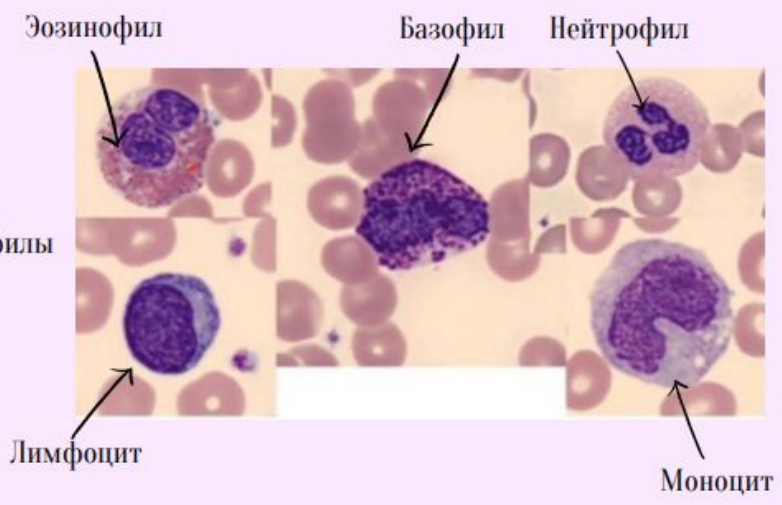
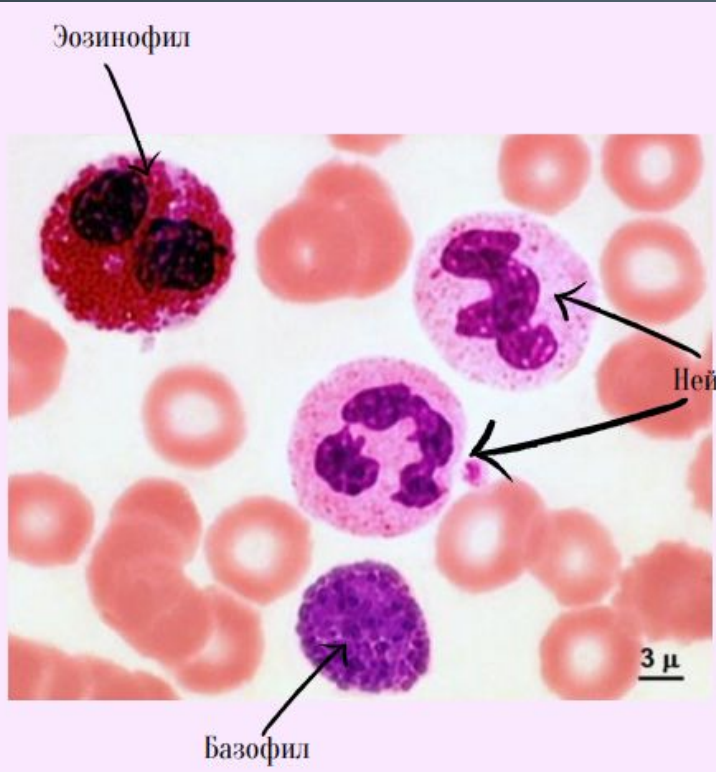
Лимфоциты

### Лейкоцитарная формула взрослого человека

Б	Э	Нейтрофилы				Л	Мон
		М	Ю	П	С		
0,5–1	2–5	–	0,5	3–5	60–65	20–35	6–8

Б – базофилы, Э – эозинофилы, М – миелоциты, Ю – юные (метамиелоциты), П – палочкоядерные, С – сегментоядерные, Л – лимфоциты, Мон – моноциты. Доли различных лейкоцитов приведены в процентах от их общего числа.





# НЕЙТРОФИЛЫ

Форма клетки: шаровидная/сферическая

Цитоплазма:

- Слабооксифильная ; содержит специфические и неспецифические гранулы:

1) первичные=азурофильные=неспецифические=лизосомы

- появляются первыми

- розово-фиолетовые (при окраске азуром)

- содержат: миелопероксидазу, кислые гидролазы, лизоцим, нейтральные протеиназы, бактерицидный белок

2) вторичные=специфические

- появляются в конце стадии промиелоцита

- Мелкие , овальной формы

- содержат: лизоцим, лактоферрин, щелочную фосфатазу, коллагеназу, катионные белки, адгезивные белки

3) третичные=желатиназные

- содержат желатиназу, лизоцим, адгезивные белки ; важны при миграции нейтрофила через стенку сосуда

**Размер – 10-12мкм**



# НЕЙТРОФИЛЫ

Ядро:

- 1) сегментоядерные (зрелые) - дольчатое, 2-5 сегментов, наиболее функционально активны!
- 2) палочкоядерные - в виде изогнутой палочки/подковы/изогнутой колбаски
- 3) юные - бобовидной формы

Функции:

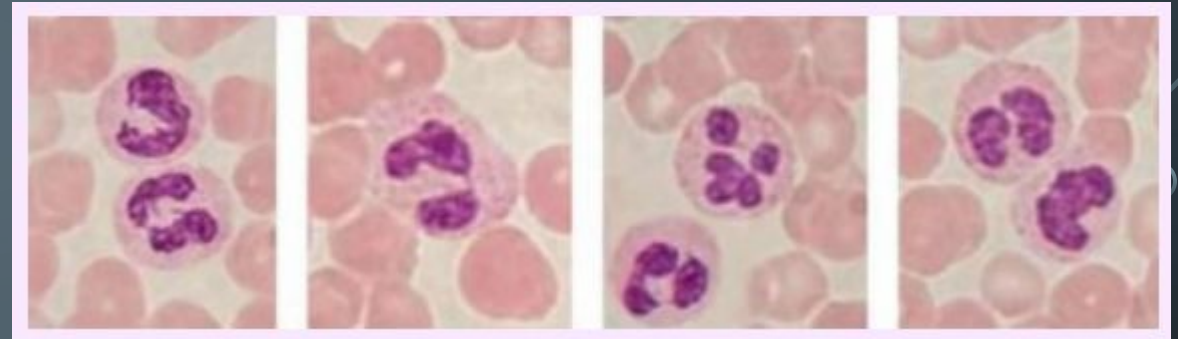
1) Уничтожение микроорганизмов:

- фагоцитарно (образуется фагосома, с ней сливаются специфические, потом неспецифические гранулы, и образуется фаголизосома)

- нефагоцитарно: скапливаются вокруг чужеродного агента и выбрасывают содержимое своих гранул (сами при этом обычно тоже гибнут, происходит массивная дегрануляция)

2) Разрушение и переваривание поврежденных клеток и тканей

3) Участие в регуляции деятельности других клеток (вырабатывают цитокины)





# БАЗОФИЛЫ

- способны к фагоцитозу, миграции в ткани и передвижению в них

Форма клетки: шаровидная

Цитоплазма:

- слабоокисфильная (нежно-розовая)

- содержит специфические и неспецифические гранулы:

1) Специфические (базофильные)

- крупные

- окрашиваются метакроматически (то есть с изменением оттенка основного красителя, из-за высокого содержания сульфатированных гликозаминогликанов)

- содержат: гепарин (антикоагулянт), гистамин (расширяет сосуды, увеличивает их проницаемость), хемотаксические факторы эозинофилов и нейтрофилов, протеазы, пероксидазы

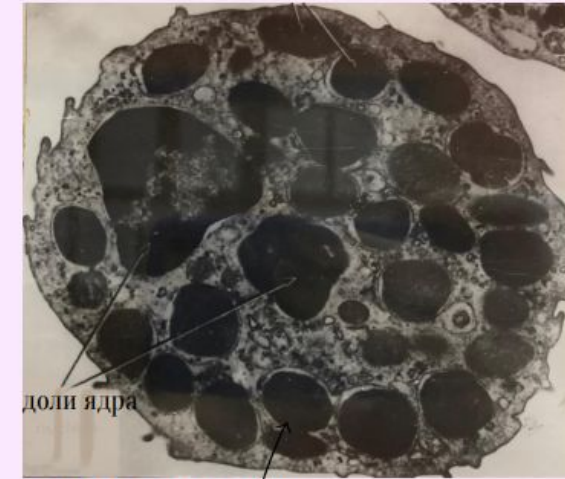
2) Неспецифические (азурофильные)

- мелкие

- являются лизосомами

- содержат гидролитические ферменты

ЭМФ: Базофильный гранулоцит



доли ядра

- много крупных гранул

- видны доли ядра



# БАЗОФИЛЫ

Ядро:

- дольчатое (2-3 сегмента) или S-образное

НО! его плохо или совсем не видно, так как его закрывают интенсивно окрашенные гранулы

Функции:

- 1) Поддержание кровотока в мелких сосудах
- 2) Трофика тканей
- 3) Рост новых капилляров
- 4) Обеспечение миграции других лейкоцитов в ткани
- 5) Защита кишечника, кожи и слизистых оболочек при инфицировании гельминтами и клещами
- 6) Участие в формировании аллергических реакций

***Размер до 10мкм***



# ЭОЗИНОФИЛЫ

. Форма клетки: шаровидная

Цитоплазма:

- слабооксифильная
- специфические и неспецифические гранулы:

1) *Специфические (эозинофильные)*

- крупные
- видоизмененные лизосомы
- овальная форма
- содержат:

А) кристаллоид из Главного Основного Белка

- обуславливает эозинофилию

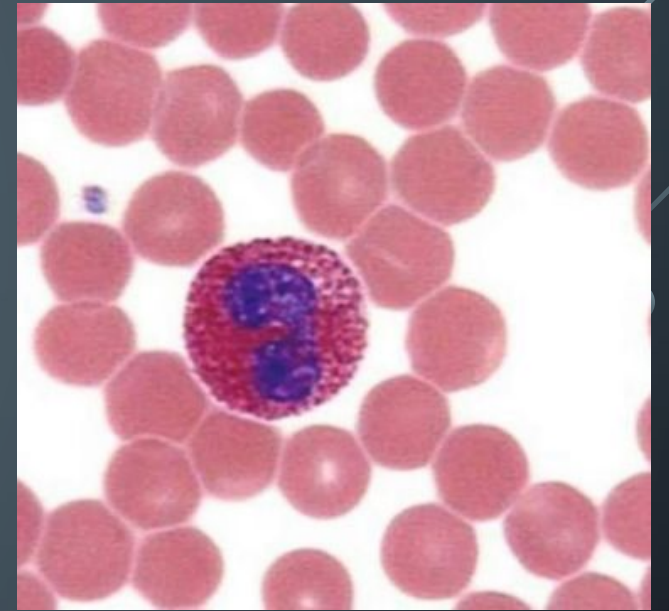
# ЭОЗИНОФИЛЫ

Ядро сегментированное (2-3 сегмента)

## Функции:

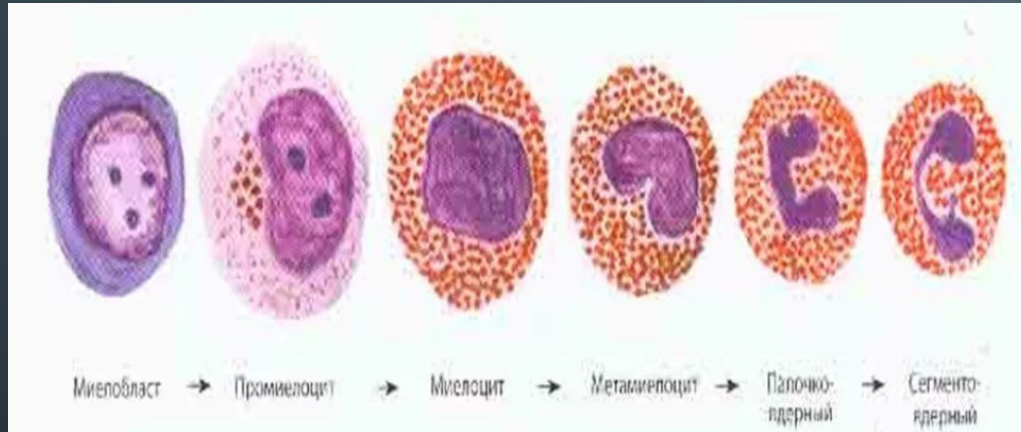
- 1) Защита организма от паразитарной инфекции
- 2) Инактивация БАС, которые образуются при аллергических реакциях
- 3) Ограничивают действие аллергической реакции
- 4) Вырабатывают медиаторы воспаления и цитокины

**Размер 12-15 мкм**



# ГРАНУЛОЦИТОПОЭЗ

СКК-ПСК-УНИПОТ.ПРЕДШ-  
МИЕЛОБЛАСТ-ПРОМИЕЛОЦИТ-  
МИЕЛОЦИТ-МЕТИМИЕЛОЦИТ-  
ПАЛОЧКОЯДЕРНЫЙ Г-Т –  
СЕКМЕНТОЯДЕРНЫЙ Г-Т



- Уменьшение размеров клеток, накопление зернистости в цитоплазме, сегментация ядра



# МОНОЦИТЫ

- самые большие из лейкоцитов 12-18мкм

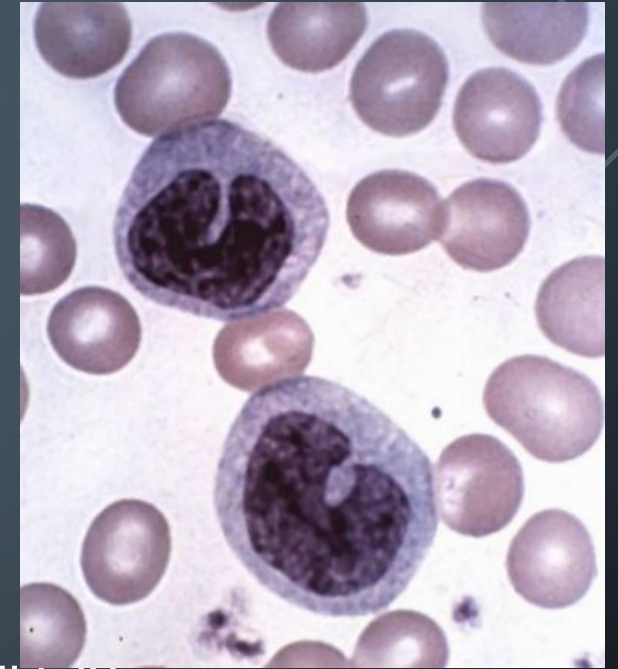
Форма клетки: округлая с цитоплазматическими выпячиваниями

Цитоплазма:

- слабобазофильная
- много мелких МХ, короткие цистерны грЭПС, рибосомы, полисомы, КГ
- хорошо развит цитоскелет
- только неспецифические азурофильные гранулы с гидролитическими ферментами

4. Ядро:

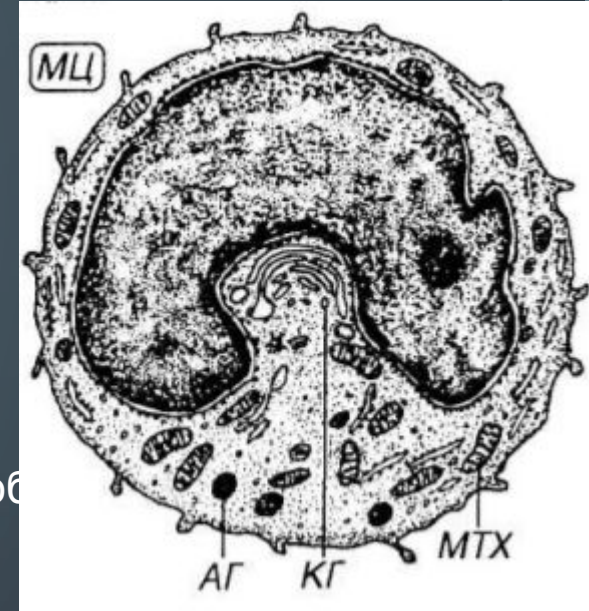
- крупное
- бобовидное или подковообразное
- светлое



# МОНОЦИТЫ

Функции:

- 1) Обеспечение реакций неспецифической защиты организма=фагоцитарной от микробов и инфекций
- 2) Оказывают токсический эффект на паразитов
- 3) Участие в иммунном ответе и воспалении
- 4) Регенерация тканей (например, остеокласты – это симпласты из большого количества моноцитов) макрофаги селезенки разрушают эритроциты
- 5) Противоопухолевая защита
- 6) Регуляция гемопозеза - секретируют и выделяют монокины
- 7) Фагоцитоз старых и поврежденных клеток крови и их разрушение
- 8) Секреция БАВ: фибронектин, эритропоэтин, простагландины, лейкотриены, тромбоксан



# МОНОЦИТОПОЭЗ

скк-пск-унипот.предш-  
монобласты-промоноциты-  
моноциты-макрофаги

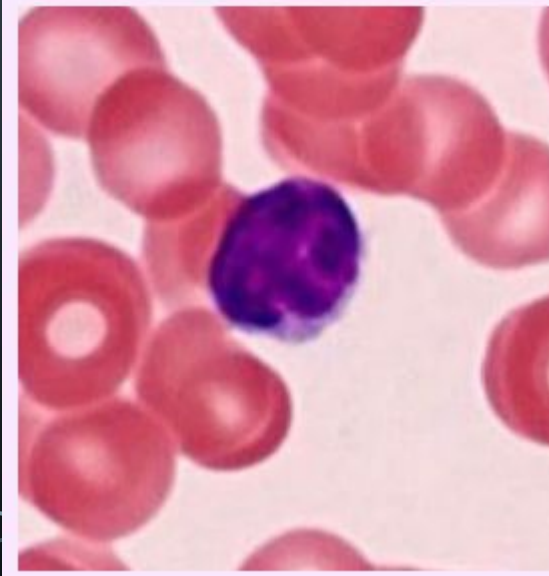


- Увеличение размеров клеток, приобретение ядром бобовидной формы, снижение базофилии цитоплазмы

# ЛИМФОЦИТЫ

- большая группа клеток, различающихся экспрессией маркеров на своей поверхности
- появляются в красном костном мозге, но заканчивают развитие в периферических органах иммуногенеза

Малый лимфоцит





# ЛИМФОЦИТЫ

. Ядро: бобовидной или округлой формы

Форма клетки: шаровидная

Цитоплазма:

- базофильная
- в виде ободка (у малых лимфоцитов - очень тонкая полоска ЦП)

1) Малые лимфоциты – зрелые **6-7 мкм**

- органеллы развиты слабо
- есть включения гликогена
- азурофильные гранулы

2) Средние лимфоциты **8-9 мкм**

- похожи на малые, но ядро светлее, то есть содержат меньше гетерохроматина
- цитоплазма развита лучше

3) Большие лимфоциты **9-18 мкм**

- обычно они есть только в лимфоидных органах

# ФУНКЦИИ:

1) Обеспечение реакций иммунитета - специфическая защита от чужеродных и измененных собственных антигенов

- клеточный иммунитет - контактное взаимодействие клеток (Т-лимфоциты)

- гуморальный иммунитет - выработка антител (В-лимфоциты)

2) Регуляция деятельности клеток других типов в иммунных реакциях, процессах роста, дифференцировки и регенерации тканей

# ЛИМФОЦИТОПОЭЗ



- Скк - КОЕ лимфоцитов – пролимфоцит – лимфобласт - незрелый лимф-т - зрелый лимф-т – проиммунобласты – иммунобласты/НК
- Уменьшение размеров клеток (размер ядра не меняется), уплотнение ядер, цитоплазма базофильна

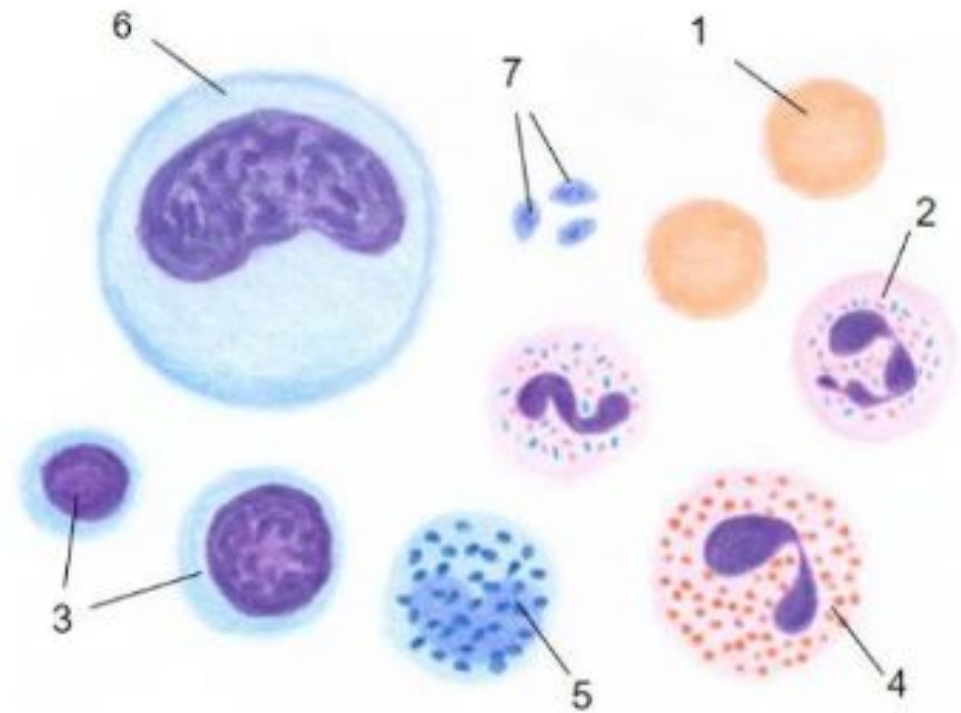
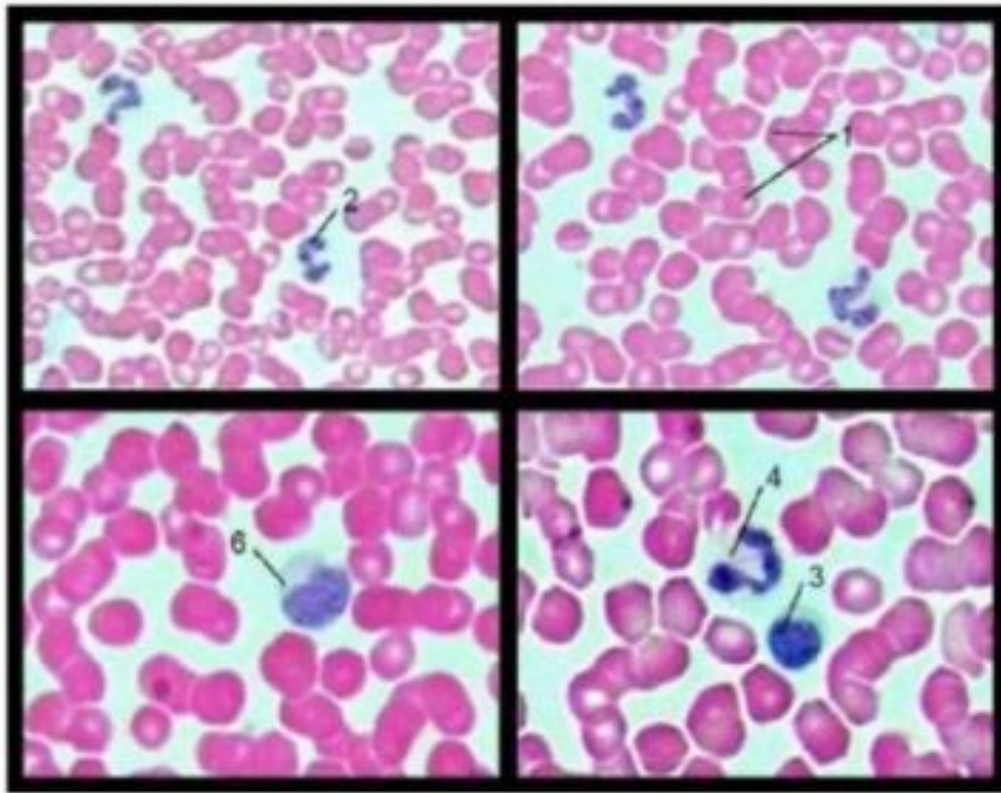
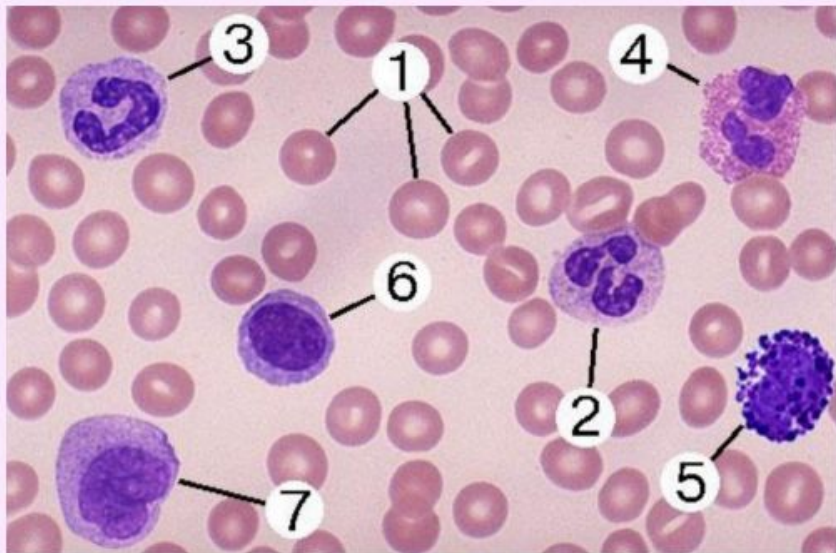


Рис. 8. Мазок крови человека (препарат №26, окраска по Романовскому-Гимзе)

- 1. Эритроцит.
- 2. Нейтрофил.
- 3. Лимфоцит.
- 4. Эозинофил.

- 5. Базофил.
- 6. Моноцит.
- 7. Тромбоцит





1 - эритроциты; 2 - сегментоядерный нейтрофил; 3 - палочкоядерный нейтрофил;  
4 - эозинофил; 5 - базофил; 6 - лимфоцит; 7 - моноцит;

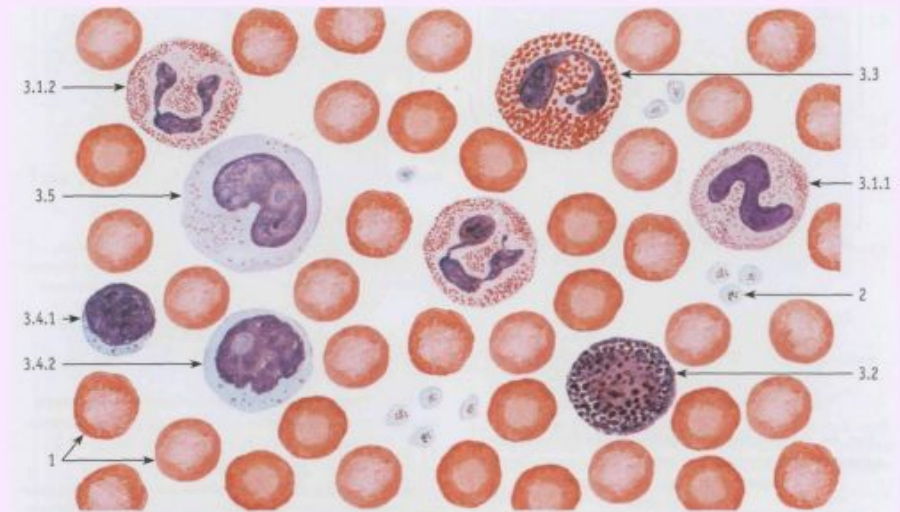


Рис. 47. Кровь человека (мазок)

Окраска: по Романовскому-Гимзе

1 - эритроциты; 2 - тромбоциты; 3 - лейкоциты: 3.1 - нейтрофильные гранулоциты (3.1.1 - палочкоядерный, 3.1.2 - сегментоядерный), 3.2 - базофильный гранулоцит, 3.3 - эозинофильный гранулоцит, 3.4 - лимфоциты (3.4.1 - малый лимфоцит, 3.4.2 - средний лимфоцит), 3.5 - моноцит

# ГЕМОПОЭЗ

- Делится на перенатальный – образование крови как ткани и постнатальный – процесс физиологической регенерации крови.

Перенатальный гемопоэз:

Осущ-ся поэтапно, этапы происходят в разных органах, по времени перекрывают др.др.

- 1) Желточный
- 2) Гепатотимолиенальный
- 3) Медуллярный (костномозговой)

# ПЕРЕНАТАЛЬНЫЙ ГЕМОПОЭЗ

- 1) Кроветворение в стенке желточного мешка (3-10-я нед.) является, по сути, внезародышевым, поскольку он относится к внезародышевым провизорным органам. Оно тесно связано с развитием первых сосудов, которые появляются в мезенхиме стенки желточного мешка с возникновением кровяных островков.
- Кровяные островки образуются в мезенхиме вследствие индуцирующего влияния энтодермы желточного мешка. Они имеют вид мелких компактных скоплений округлившихся мезенхимных клеток, превращающихся в стволовые клетки крови (СКК). Островки снаружи охватываются уплощающимися и образующими соединения клетками, которые формируют эндотелиальную выстилку. Сливаясь друг с другом, кровяные островки образуют в стенке желточного мешка сосудистую сеть.
- СКК в кровяном островке делятся и дифференцируются в первичные эритробласты (называемые из-за своих больших размеров также мегалобластами). Мегалобласты — крупные клетки с базофильной цитоплазмой, которые по мере накопления гемоглобина превращаются в полихроматофильные, а затем в оксифильные эритробласты, дающие начало крупным ядродержащим или безъядерным первичным эритроцитам (мегацитам). Описанное мегалобластическое кроветворение свойственно эмбриональному периоду, но может возникать после рождения при тяжелом заболевании крови — злокачественной анемии (обусловленной недостаточностью витамина В12). Наряду с эритроцитопозом, происходящим внутри сосудов (интраваскулярно), вне сосудов (экстраваскулярно) образуются в небольшом числе гранулоциты. Из желточного мешка СКК мигрируют в печень и другие кроветворные органы. По некоторым представлениям, СКК в каждом из органов кроветворения имеют местное происхождение .
- 2) Кроветворение в печени осуществляется, начиная примерно с 5-6-й нед. внутриутробного развития и достигает максимальной активности на 2-м месяце (когда кроветворение на 80% обеспечивается печенью и на 20% — селезенкой). Оно стихает с началом активной деятельности костного мозга и полностью завершается обычно в течение первых двух недель после рождения. В печени из СКК преимущественно экстраваскулярно дифференцируются эритроциты, гранулоциты и мегакариоциты. В ней на 7-й нед.



# ПЕРЕНАТАЛЬНЫЙ ГЕМОПОЭЗ

- Кроветворение в селезенке протекает экстраваскулярно и начинается позднее, чем в печени (с середины 3-го мес), достигая наибольшей активности с 4-го по 6-й мес. Первоначально в селезенке образуются все виды форменных элементов крови, а во второй половине внутриутробного развития начинает преобладать лимфоцитопоз. При некоторых патологических изменениях системы крови (миелопролиферативных заболеваниях), когда красный костный мозг оказывается не в состоянии производить достаточного количества клеток крови, гемопоэз может вновь возникнуть в печени и селезенке (экстрамедуллярное кроветворение).
- Кроветворение в тимусе начинается со 2-го мес. внутриутробного развития и протекает с образованием Тлимфоцитов, которые в дальнейшем расселяются в лимфоидные органы — селезенку и лимфатические узлы (закладываются на 9-10-й нед.).
- 3) Кроветворение в костном мозге начинается с 3-го мес. внутриутробного развития. СКК заселяют полости в образующихся костях и дают начало всем видам форменных элементов крови. На 5-м мес. в нем образуются лейкоциты и тромбоциты, на 7-м — эритроциты. Костный мозг замещает печень и селезенку в качестве кроветворного органа и становится окончательным (дефинитивным) центральным органом гемопоэза в конце развития плода, оставаясь таковым у новорожденного, ребенка и взрослого.



# ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ГЕМОПОЭЗ

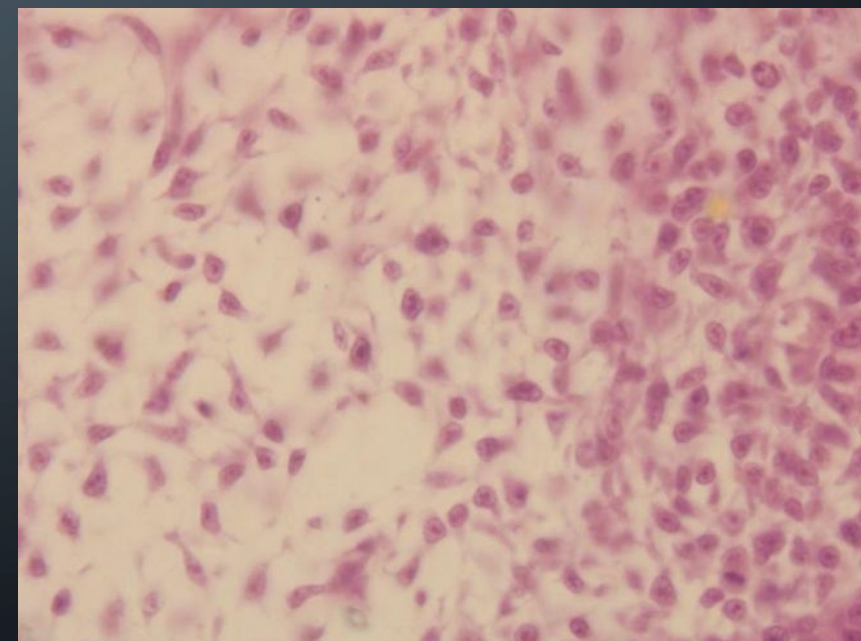
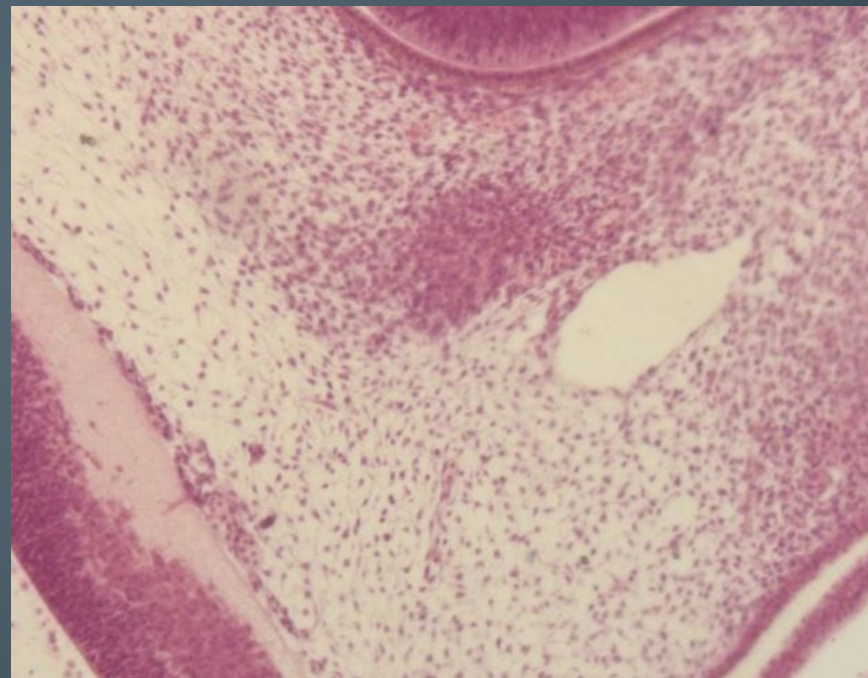
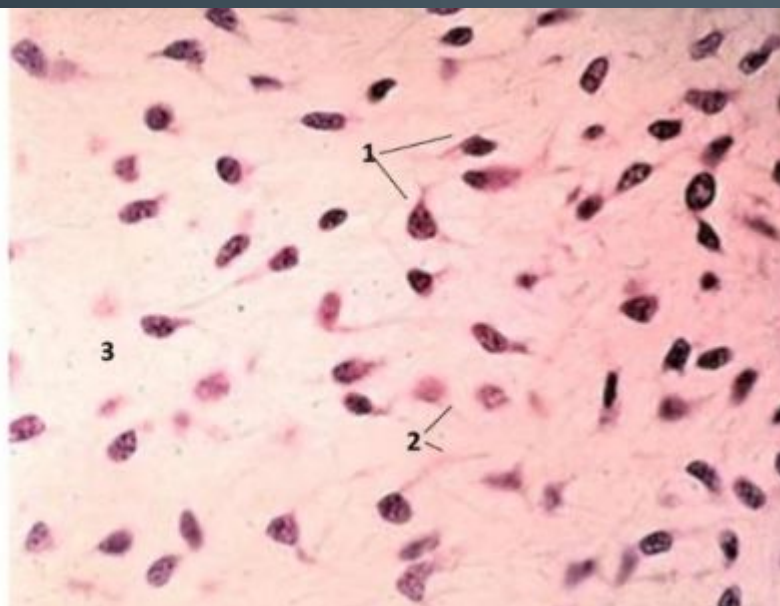
- кроветворение осуществляется в особых гемопоэтических тканях — миелоидной и лимфоидной
- Миелоидная ткань (ККМ) содержит СКК и является местом образования эритроцитов, гранулоцитов, моноцитов, тромбоцитов, В-лимфоцитов, предшественников Т-лимфоцитов и НК-клеток, в ней образуются также предшественники некоторых клеток соединительной ткани.
- Лимфоидная ткань располагается в лимфоидных органах (органах иммунной системы) — тимусе, селезенке, лимфатических узлах, миндалинах, пейеровых бляшках, червеобразном отростке и многочисленных лимфоидных образованиях, имеющих в стенке органов различных систем. В ней происходит образование Т- и В-лимфоцитов, а также плазматических клеток (конечной стадии дифференцировки В-лимфоцитов).

# МЕЗЕНХИМА

- Мезенхима – эмбр. Зачаток многих тканей и органов  
Главный источник мезенхимы – мезодерма, но есть и из нервной пластинки.
- НЕ ТКАНЬ!
  - 1) Недифференцированные клетки, способные диф-ся
  - 2) Нет производных клеток
  - 3) Источник развития тканей

# МЕЗЕНХИМА

1-  
мезенхимные  
клетки,  
2-отростки,  
образующие  
сеть,  
3-  
межклеточное  
в-во в ячейках  
сети



# РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ

- Ретикулярная ткань относится к соединительным тканям со специальными свойствами и обеспечивает развитие форменных элементов крови. Она является главным элементом, образующим структурную основу (stroma) кроветворных тканей (миелоидной и лимфоидной) во всех органах кроветворения и иммуногенеза. Лишь лимфоидная ткань тимуса служит исключением из общего правила, поскольку в ней место ретикулярной ткани занимает специализированная эпителиальная ткань.

- Функции ретикулярной ткани

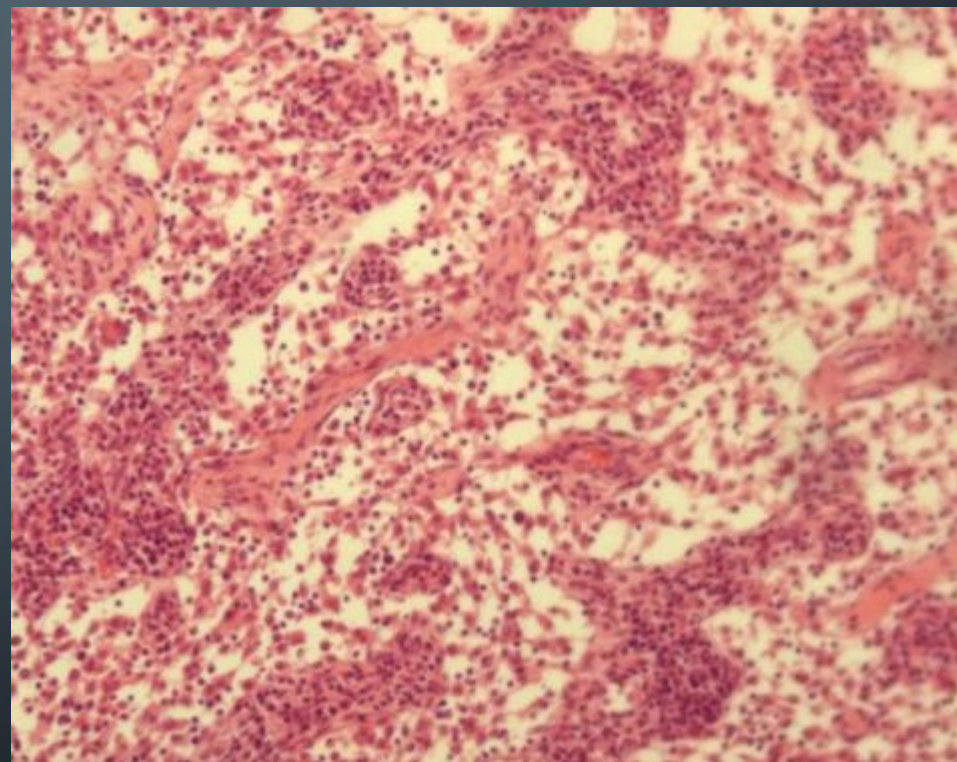
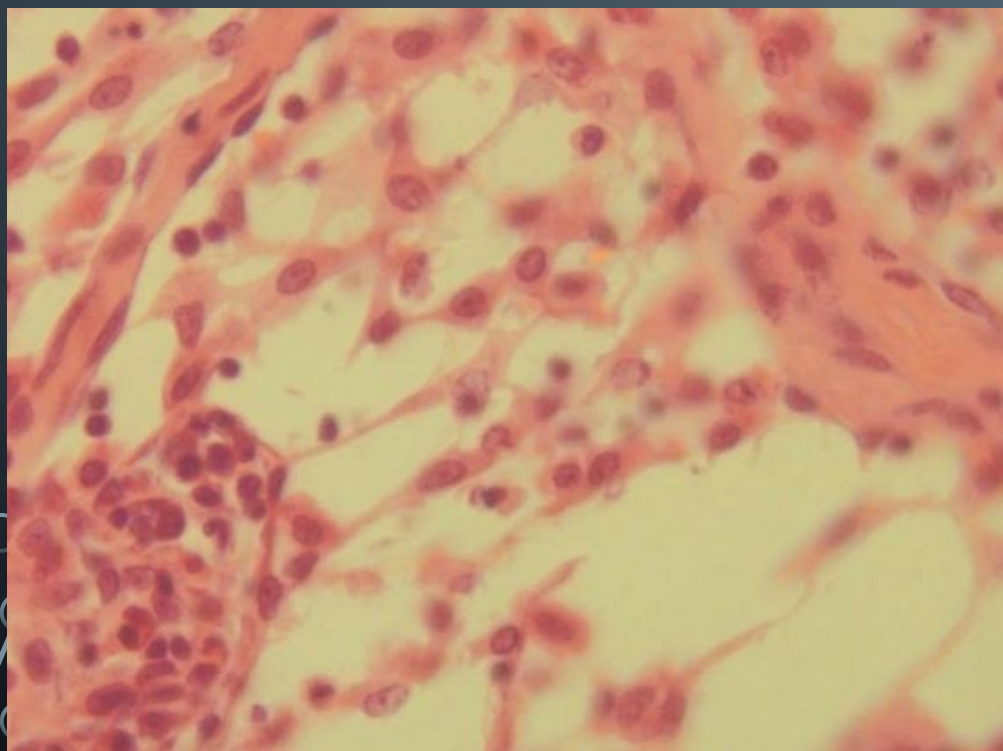
Наиболее общая функция ретикулярной ткани — обеспечение процессов кроветворения путем создания необходимого микроокружения для развивающихся клеток крови. Она включает ряд более частных функций — опорную, трофическую, секреторную, фагоцитарную и (в периферических органах кроветворения и иммуногенеза) антиген-представляющую.



# РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ

- Ретикулярные клетки — крупные отростчатые фибробластоподобные клетки, формирующие сеть, которая пронизывает кроветворные ткани и образует их структурную основу. Они характеризуются большим округлым центрально расположенным светлым (с преобладанием эухроматина) ядром с крупным ядрышком, слабооксифильной цитоплазмой, в которой при электронно-микроскопическом исследовании обнаруживаются умеренно развитые органеллы, хорошо выраженный цитоскелет, включения гликогена. Ретикулярные клетки связаны друг с другом посредством щелевых соединений; к их поверхности прилежат ретикулярные волокна, которые частично вдавливаются в их цитоплазму.
- Адвентициальные клетки — одна из разновидностей ретикулярных клеток в миелоидной ткани, которые снаружи вплотную прилежат к эндотелию венозных синусов красного костного мозга, образуя их наружную оболочку — адвентицию. Адвентициальные клетки регулируют миграцию зрелых форменных элементов из миелоидной ткани в кровь, создавая своеобразный барьер на их пути.

# РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ



# ВОЛОКНИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Рыхлая волокнистая соединительная ткань характеризуется сравнительно невысоким содержанием волокон в межклеточном веществе, относительно большим объемом основного аморфного вещества, многочисленным и разнообразным клеточным составом.

2. Плотная волокнистая соединительная ткань отличается преобладанием в межклеточном веществе волокон при незначительном объеме, занимаемом основным аморфным веществом, относительно малочисленным и однообразным клеточным составом. Плотную волокнистую соединительную ткань, в свою очередь, подразделяют на:

(а) оформленную (в которой все волокна ориентированы в одном направлении)

и

(б) неоформленную (с различной ориентацией волокон).



# РЫХЛАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

- является самым распространенным видом соединительных тканей и имеет наиболее типичное для этих тканей строение, так как содержит разнообразные клетки и все компоненты межклеточного вещества
- Эта ткань обнаруживается повсеместно, во всех органах — она образует их строму (основу), в частности, междольковые прослойки и прослойки между слоями и оболочками, заполняет пространства между функциональными элементами других тканей, сопровождает нервы и сосуды, входит в

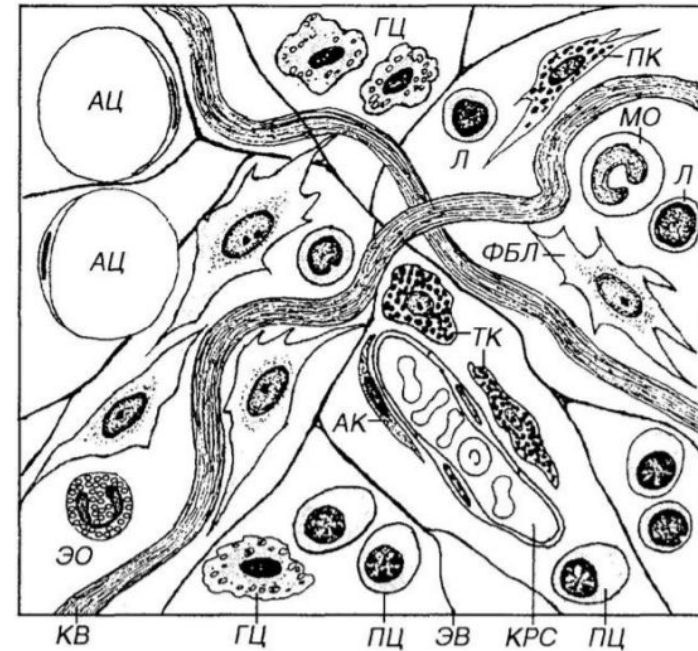


Рис. 10-1. Рыхлая волокнистая соединительная ткань. АК — адвентициальная клетка, КРС — кровеносный сосуд, ФБЛ — фибробласт, АЦ — адипоцит, ГЦ — гистиоцит, ПЦ — плазмоцит, ТК — тучная клетка, Л — лимфоцит, МО — моноцит, ЭО — Эозинофил, ПК — пигментная клетка, KB — коллагеновые волокна, ЭВ — эластические волокна.



# КЛЕТКИ РВСТ

По признаку постоянства присутствия в составе РВСТ:

- (1) оседлые (фиксированные, резидентные) клетки, т.е. образующиеся и постоянно пребывающие в этой ткани.

Адвентициальные клетки, фибробласты, фиброциты и жировые клетки (адипоциты);  
апк

- (2) блуждающие клетки (иммигранты) — подвижные элементы, поступающие в соединительную ткань из крови.

Все виды лейкоцитов (Гранулоцитов и агранулоцитов).

- Макрофаги (гистиоциты), плазматические и тучные клетки одни авторы считают оседлыми элементами (поскольку они образуются в соединительной ткани и постоянно присутствуют в ней), другие причисляют к блуждающим клеткам (так как они дифференцируются из предшественников, циркулирующих в крови).

# КЛЕТКИ РВСТ

- По источникам развития :
- 1. Клетки линии механоцитов — адвентициальные клетки, фибробласты, фиброциты, адипоциты — развиваются из особой СК этой клеточной линии, которая имеет мезенхимное происхождение. К линии механоцитов помимо указанных клеток рыхлой волокнистой соединительной ткани относят клетки других тканей — ретикулярной (ретикулярные клетки), а также скелетных соединительных (хондроциты и остециты), поскольку вырабатываемые ими продукты (компоненты межклеточного вещества) обеспечивают механические свойства тканей.
- 2. Клетки-потомки стволовой клетки крови (СКК) — макрофаги (гистиоциты), дендритные АПК, плазматические и тучные клетки, лейкоциты (Гранулоциты и агранулоциты) — развиваются, как следует из названия группы, из СКК, которая происходит из мезенхимы.
- 3. Клетки нейрального происхождения — пигментные клетки (развиваются из предшественников, которые выселяются из нервного гребня).

# ФИБРОБЛАСТЫ

- наиболее распространенные и функционально ведущие клетки РВСТ, относящиеся к клеточной линии механоцитов.

Функции фибробластов (лишь частично отражены в их названии):

1. Продукция всех компонентов межклеточного вещества (волокон и основного аморфного вещества);
2. Поддержание структурной организации и химического гомеостаза межклеточного вещества (за счет сбалансированных процессов его выработки и разрушения);
3. Регуляция деятельности других клеток соединительных тканей и влияние на другие ткани.

# ФИБРОБЛАСТЫ

- стволовая клетка линии механоцитов → полустволовая клетка-предшественник → малодифференцированный (юный) фибробласт → зрелый (дифференцированный) фибробласт → фиброцит.

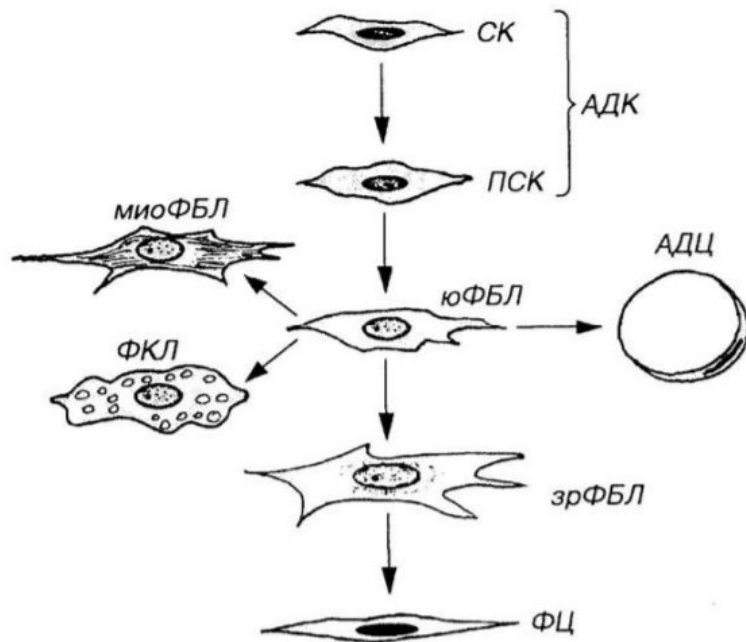


Рис. 10-2. Дифференция фибробластов. СК — стволовая клетка (линии механоцитов), ПСК — полустволовая клетка-предшественник, АДК — адвентициальная клетка, юФБЛ — юный (малодифференцированный) фибробласт, зрФБЛ — зрелый (дифференцированный) фибробласт, ФЦ — фиброцит, АДЦ — адипоцит, ФКЛ — фиброкласт, миоФБЛ — миофибробласт.



# РАЗВИТИЕ ФИБРОБЛАСТОВ

- Стволовая клетка линии механоцитов и полустволовые клетки-предшественники, образующиеся из нее в ходе дифференцировки, представляют собой наиболее ранние элементы дифферона фибробластов. Морфологически им, по всей видимости, соответствует адвентициальная клетка — мелкая веретеновидная уплощенная мало-дифференцированная клетка, располагающаяся по ходу капилляров.
- Малодифференцированный (юный) фибробласт — базофильная клетка более крупных размеров, чем адвентициальная, с небольшим числом отростков. Для нее характерно крупное круглое или овальное ядро с 1-2 ядрышками, умеренно развитый синтетический аппарат. Она сохраняет способность к пролиферации, но она уже начинает осуществлять синтез типичных компонентов межклеточного вещества соединительной ткани — коллагена и гликозаминогликанов.

# РАЗВИТИЕ ФИБРОБЛАСТОВ

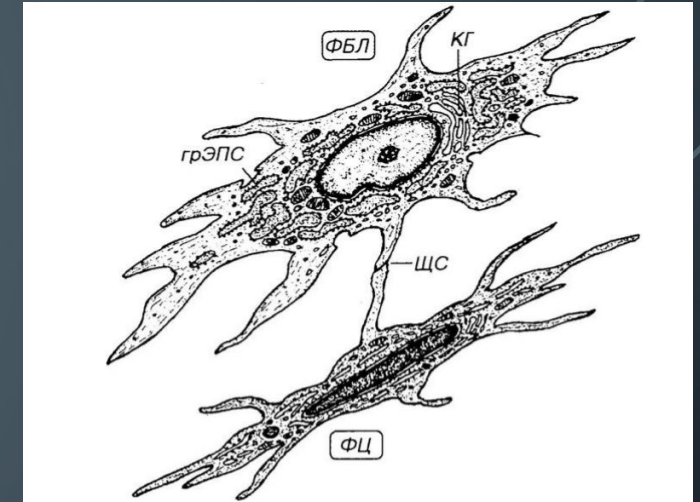
- Зрелый (дифференцированный) фибробласт — крупная (на пленочных препаратах — более 40-50 мкм в поперечнике) отростчатая клетка с нерезкими границами и светлым ядром, содержащим мелкодисперсный хроматин и 1-2 ядрышка. Цитоплазма слабо базофильна и характеризуется диплазматической дифференцировкой — нерезким разделением на внутреннюю, более плотную часть, окружающую ядро, — **эндоплазму** и периферическую, сравнительно светлую и образующую отростки — **эктоплазму**. Эндоплазма содержит большую часть органелл мощно развитого синтетического аппарата, а эктоплазма заполнена преимущественно элементами цитоскелета. В цитоплазме располагаются также ЭПС, лизосомы, митохондрии, липидные капли и многочисленные пузырьки.

# ФИБРОБЛАСТЫ

- Функции заключаются в сбалансированных процессах продукции, перестройки и частичного разрушения межклеточного вещества.
- Фибробласт обладает подвижностью, способностью изменять свою форму и обратимо прикрепляться к другим клеткам и компонентам межклеточного вещества (волоконкам).

# РАЗВИТИЕ ФИБРАБЛАСТОВ

- Большинство фибробластов разрушается в процессе жизнедеятельности, но часть их превращается в малоактивную долгоживущую форму — фиброциты.
- Фиброцит — конечная форма развития фибробласта — узкая веретенообразная, неспособная к пролиферации клетка с длинными тонкими отростками, которые часто имеют уплощенную крыловидную форму. Ядро — сравнительно плотное (с преобладанием гетерохроматина), занимает большую часть клетки. Цитоплазма - слабо развитый синтетический



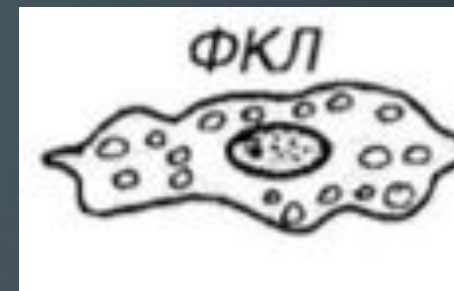


# ФИБРОЦИТЫ

- Функция этих клеток состоит в регуляции метаболизма и поддержании стабильности межклеточного вещества; синтез его компонентов осуществляется ими очень слабо. Фиброциты располагаются между пучками коллагеновых волокон.



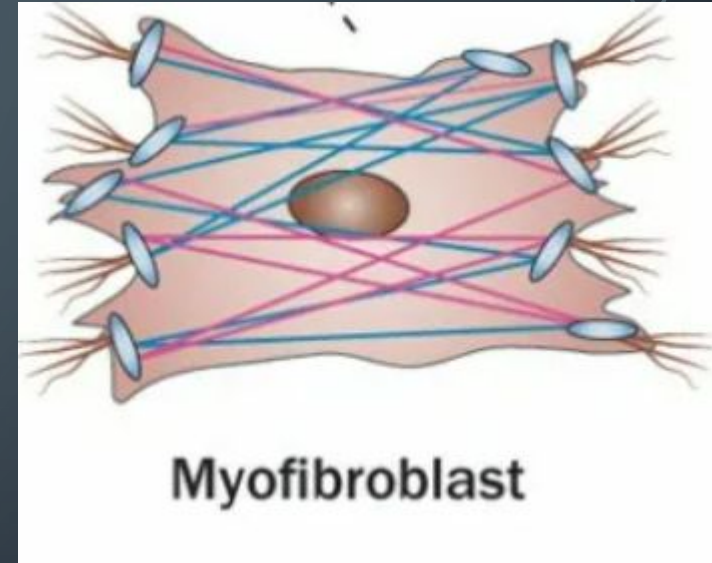
# ФИБРОКЛАСТЫ



- Фиброкласты— клетки, специализированные на функции разрушения межклеточного вещества соединительной ткани, которая резко преобладает над их синтетической и секреторной активностью.
- В их цитоплазме выявляются многочисленные вакуоли, содержащие литические ферменты и коллагеновые фибриллы на различных стадиях лизиса. Эти клетки обеспечивают перестройку и инволюцию соединительной ткани; они особенно многочисленны в молодой соединительной (грануляционной) ткани и рубцах, подвергающихся обратному развитию.

# МИОФИБРОБЛАСТЫ

- Миофибробласты — особые клетки, которые по своему строению и функции занимают промежуточное положение между типичными фибробластами и клетками гладкой мышечной ткани — гладкими миоцитами.
- В отличие от гладких миоцитов, и не окружены базальной мембраной.
- Содержат элементы сократительного аппарата. Их синтетический аппарат развит слабее, чем в зрелых фибробластах.
- Они активно участвуют в репаративных процессах: образуют коллаген, который заполняет и связывает поврежденные участки; сокращаясь, они стягивают края раны и уменьшают



# АДИПОЦИТЫ

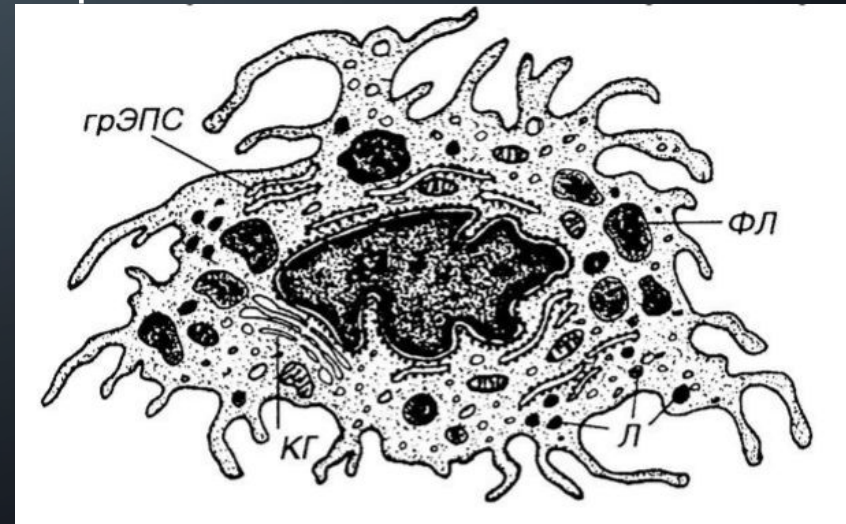
- Жировые клетки, согласно принятым представлениям, образуются из малодифференцированных (юных) фибробластов путем накопления в их цитоплазме мелких липидных капель, которые сливаются между собой в одну крупную, заполняющую ее почти целиком.





# ГИСТИОЦИТЫ

- Макрофаги — вторые по численности (после фибробластов) клетки рыхлой волокнистой соединительной ткани. Они принадлежат к линии потомков стволовой клетки крови и непосредственно образуются из моноцитов после их миграции в соединительную ткань из просвета кровеносных сосудов.
- Могут быть покоеющимися и блуждающими (функционально активными).



# ФУНКЦИИ ГИСТИОЦИТОВ

1. распознавание, поглощение и переваривание поврежденных, зараженных, опухолевых и погибших клеток, компонентов межклеточного вещества, а также экзогенных материалов и микроорганизмов;
2. участие в индукции иммунных реакций посредством захвата, переработки антигенов и представления их лимфоцитам (играют роль антиген-представляющих клеток);
3. регуляция деятельности клеток других типов (фибробластов, лимфоцитов, тучных клеток, эндотелиоцитов и др.).

# ГИСТИОЦИТЫ

- Покоящиеся гистиоциты имеют вид мелких уплощенных клеток удлинненной или отростчатой формы с четкими контурами, прикрепленных к коллагеновым волокнам. Эти клетки характеризуются небольшим темным ядром и плотной цитоплазмой со слабо развитыми органеллами.
- Блуждающие (активные) гистиоциты обладают высокой подвижностью, изменчивой формой с неровными, но обычно четко выявляемыми краями. Их ядро светлее, чем в покоящихся клетках, но темнее, чем в фибробластах; в нем может выявляться ядрышко. Цитоплазма содержит многочисленные лизосомы. На плазмолемме в большом количестве находятся рецепторы цитокинов, гормонов, хемоаттрактантов, а также адгезивные молекулы, которые обеспечивают контактные взаимодействия гистиоцитов с другими клетками и компонентами межклеточного вещества.

# ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИСТИОЦИТОВ В РВСТ

- При активации, происходящей под действием микроорганизмов или их продуктов, а также ряда цитокинов, клетки в покое могут превращаться в блуждающие. Однако в конечном итоге погибают механизмом апоптоза и фагоцитируются другими макрофагами.
- Утрачивая активность и подвижность и прикрепляясь к коллагеновым волокнам, блуждающие клетки способны возвращаться в состояние покоя.



# ДЕНДРИТНЫЕ АНТИГЕН-ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ КЛЕТКИ (АПК)

- К являются постоянными клеточными элементами рыхлой волокнистой соединительной ткани, относящимися к потомкам СКК.
- Общей функциональной особенностью дендритных АПК служит свойственная им высокая активность захвата, процессинга и представления антигенов лимфоцитам.
- Отростчатая форма, наличие многочисленных ветвящихся цитоплазматических отростков, которые могут укорачиваться при перемещении клеток.

Дендритные АПК, выявляемые в соединительной ткани, могут относиться к одной из двух популяций клеток:

- (1) АПК, специализированным на захвате антигенов только в пределах этой ткани (собственно соединительнотканым АПК), и
- (2) АПК, располагающимся и захватывающим антигены в эпителиях (кожи, слизистых оболочек), которые находятся в процессе миграции через

# ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ

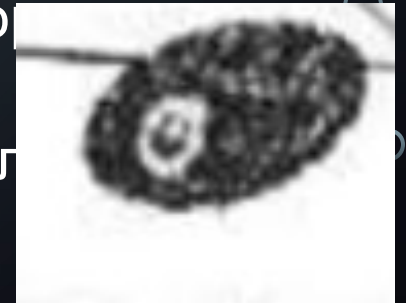
- постоянный клеточный компонент РВСТ, осуществляющий важные регуляторные функции. Относятся к потомкам СКК.

Функции тучных клеток:

1. Гомеостатическая, которая осуществляется в физиологических условиях путем медленного выделения небольших количеств биологически активных веществ, способных влиять на различные тканевые функции — в первую очередь, на проницаемость и тонус сосудов и поддержание баланса жидкостей в тканях.

2. Защитная и регуляторная, которая обеспечивается путем локального выделения медиаторов воспаления и хемотаксических факторов, обеспечивающих (а) мобилизацию эозинофилов и различных эффекторных клеток, участвующих в так называемых реакциях поздней фазы; (б) воздействие на рост и созревание соединительной ткани в зоне воспаления.

3. Участие в развитии аллергических реакций.



# ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ

- Тучные клетки располагаются преимущественно около мелких сосудов - периваскулярно, что, вероятно, связано с их регуляторной функцией и влиянием на проницаемость сосудов.
- В тканях тучные клетки устанавливают многочисленные адгезивные контакты с фибробластами, эндотелиальными клетками мелких сосудов, коллагеновыми и нервными волокнами, молекулами фибронектина, ламинина и другими компонентами межклеточного вещества. Эти взаимодействия оказывают регуляторные влияния как на состояние самих тучных клеток (способствует их дифференцировке из предшественников, облегчают их миграцию, распластывание, секреторную реакцию), так и на клетки других типов.

# ТУЧНАЯ КЛЕТКА

- имеют удлинённую или округлую форму, неровную поверхность с многочисленными тонкими отростками и выростами
- диаметр 20-30 мкм
- Ядро тучных клеток — сравнительно небольшое, несегментированное, овальное или округлое, с умеренным содержанием гетерохроматина. На светооптическом уровне оно часто прослеживается с трудом, так как маскируется гранулами, содержащимися в цитоплазме.
- Цитоплазма тучных клеток содержит умеренно развитые органеллы, элементы цитоскелета, липидные капли и гранулы.



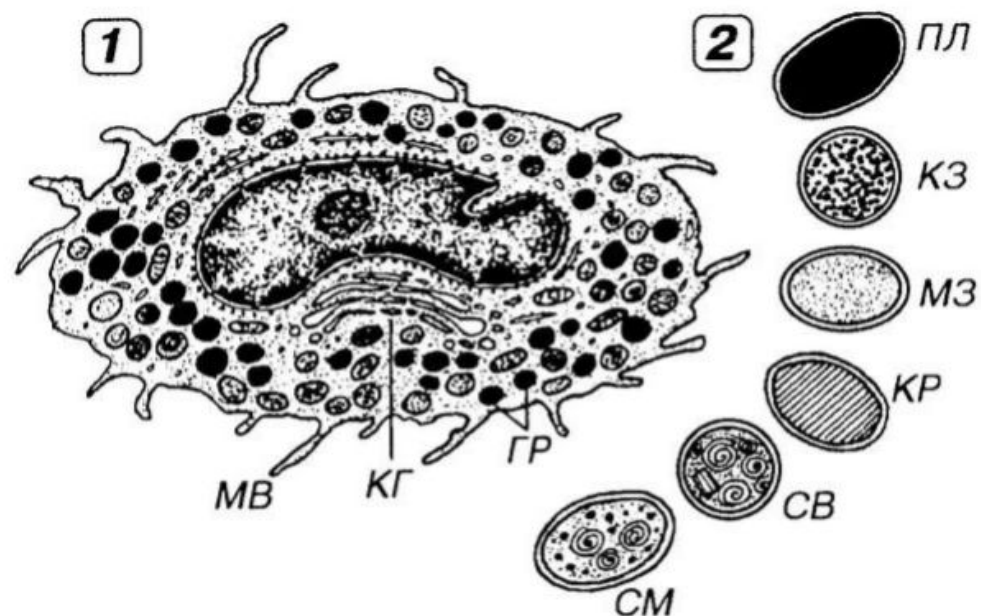


Рис. 10-5. Ультраструктурная организация тучной клетки (1) и морфологическая вариабельность содержимого ее гранул (2). МВ — микроворсинки, КГ — комплекс Гольджи, ГР — гранулы: с плотным (ПЛ), крупнозернистым (КЗ), мелкозернистым (МЗ) гомогенным содержимым, с кристаллоидной структурой (КР), с матриксом, содержащим структуры в виде "пергаментных свитков" (СВ), смешанного строения (СМ).

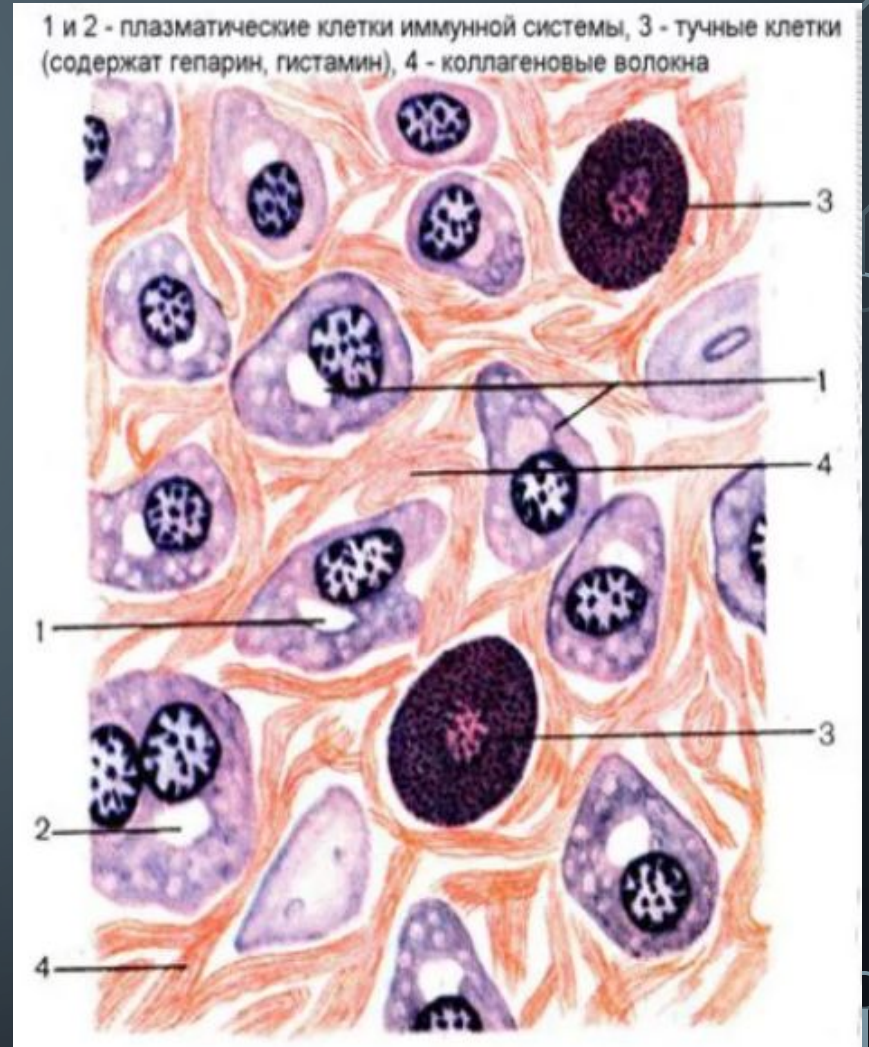
- Содержимое гранул тучных клеток: гепарин, гистамин, дофамин, хемотаксические факторы эозинофилов и нейтрофилов, хондроитинсульфаты, гиалуроновая кислота, гликопротеины и фосфолипиды. В составе основных белков гранул имеются нейтральные протеазы, кислые гидролазы, катепсин G.

# АКТИВАЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК

- индуцирует синтез и выделение ими эйкозаноидов - производных ненасыщенных жирных кислот (простагландинов, тромбоксана, простациклина и лейкотриенов), играющих важную роль в сосудистых реакциях, сокращении гладких мышц внутренних органов и привлечении нейтрофилов.
- Разнообразные биологически активные вещества, выделенные тучными клетками, привлекают базофилы, эозинофилы, нейтрофилы, макрофаги, а также другие клетки и облегчают их миграцию из кровеносных сосудов в ткани, усиливая их адгезию к эндотелию. Выселившиеся клетки секретируют ряд собственных медиаторов, которые могут привлекать новые клетки, поддерживая или усугубляя повреждение тканей. Вместе с тем, некоторые из продуцируемых тучными клетками веществ способствуют течению репаративных процессов, в частности, стимулируют выработку межклеточного вещества фибробластами и ангиогенез

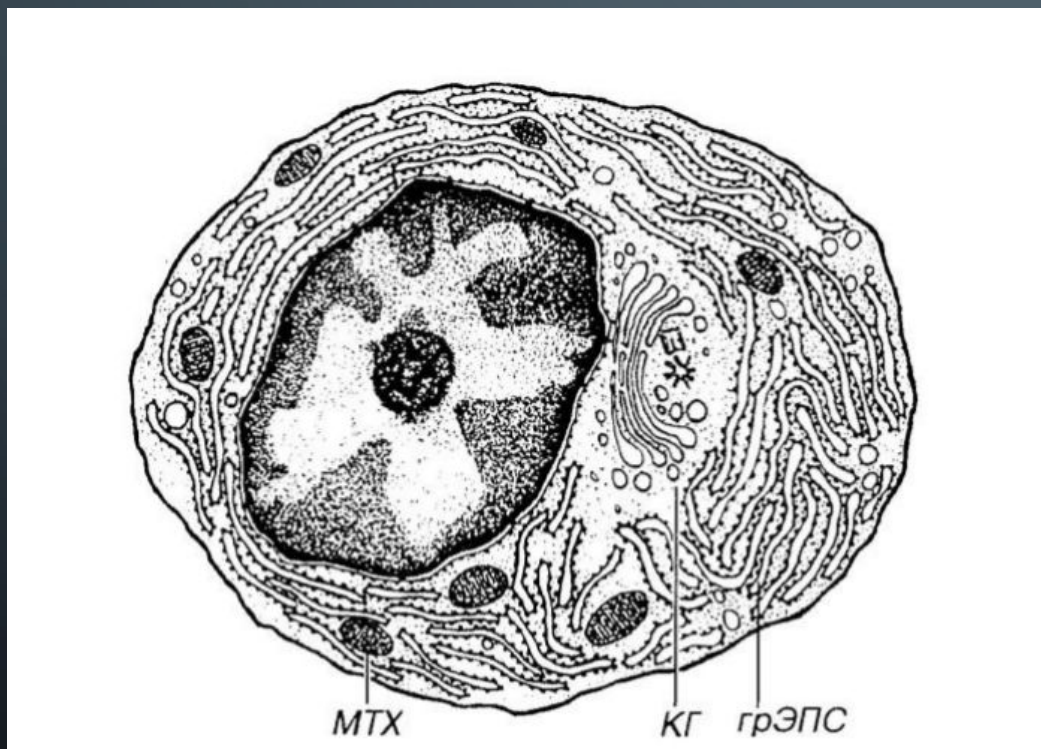
# ПЛАЗМАТИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ

- Плазмоциты и их предшественники — В-лимфоциты, находящиеся на различных этапах
- преобразования в плазмоциты — в небольших количествах постоянно содержатся в различных участках рыхлой волокнистой соединительной ткани.
- Эти клетки имеют мелкие размеры, располагаются поодиночке или группами и обладают высокой синтетической и секреторной активностью, вырабатывая и выделяя антитела (иммуноглобулины) и обеспечивая тем самым гуморальный





# ПЛАЗМОЦИТЫ





# ПЛАЗМОЦИТЫ

- Ядро — округлое, расположено эксцентрично, содержит крупные глыбки гетерохроматина, которые располагаются в виде радиальных тяжей ("спиц колеса"). Ядрышко крупное, лежит в центре ядра или эксцентрично.
- Цитоплазма окрашена резко базофильно вследствие высокого содержания в ней уплощенных цистерн грЭПС, располагающихся параллельно друг другу и занимающих большую часть ее объема. В отличие от других клеток, интенсивно вырабатывающих белок, продукты синтетической деятельности плазматических клеток (иммуноглобулины) в норме не накапливаются в цитоплазме в секреторных гранулах, а по мере образования транспортируются мелкими пузырьками к плазмолемме, где непрерывно выделяется механизмом экзоцитоза.
- Тельца Руссея (правильнее — Рассела) — крупные сферические образования с плотным содержимым, иногда выявляемые в цитоплазме некоторых плазматических клеток. На электронномикроскопическом уровне им соответствуют значительные скопления гомогенного материала в резко растянутых цистернах грЭПС. Предполагают, что появление этих телец отражает нарушение взаимосвязи и равновесия процессов синтеза и выведения иммуноглобулинов.

# ЛЕЙКОЦИТЫ

- Лейкоциты (гранулоциты и агранулоциты) являются нормальными клеточными компонентами рыхлой волокнистой соединительной ткани, в (или через) которую они мигрируют для выполнения своих функций после выхода из кровеносного русла.
- Лимфоциты, в отличие от других видов лейкоцитов, способны из соединительной ткани через отекающую лимфу вновь попадать в кровь.

# ПИГМЕНТНЫЕ КЛЕТКИ

- Пигментные клетки человека имеют нейральное происхождение и являются потомками клеток, выселившихся в эмбриональном периоде из нервного гребня. Цитоплазма этих клеток содержит пигменты меланины.
- Пигментные клетки имеют отростчатую форму и подразделяются на два вида — меланоциты, которые вырабатывают пигмент, и меланофоры, способные лишь накапливать его в цитоплазме.
- Повышенное содержание пигментных клеток характерно для соединительнотканной части кожи (дермы).

# МЕЖКЛЕТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО РВСТ

состоит из волокон и основного аморфного вещества. Оно является продуктом деятельности клеток этой ткани, в первую очередь, фибробластов.

Функции межклеточного вещества рыхлой волокнистой соединительной ткани:

1. обеспечение архитектоники, физико-химических и механических свойств ткани;
2. участие в создании оптимального микроокружения для деятельности клеток;
3. объединение в единую систему всех клеток соединительной ткани и обеспечение передачи информации между ними;
4. воздействие на многочисленные функции различных клеток (пролиферацию, дифференцировку, подвижность, экспрессию рецепторов, синтетическую и секреторную активность, чувствительность к действию различных стимулирующих,

ингибирующих и повреждающих факторов и т.п.). Этот эффект может осуществляться путем контактного воздействия

компонентов межклеточного вещества на клетки, а также благодаря его способности накапливать и выделять факторы роста.

Различают: (1) коллагеновые волокна, (2) ретикулярные волокна и (3) эластические волокна.



# КОЛЛАГЕНОВЫЕ ВОЛОКНА

- Образованы белками коллагенами

Коллагены — семейство родственных белков, являющихся наиболее распространенными белками в межклеточном веществе соединительных тканей и во всем организме человека (составляют 25-30% их общего количества). Они придают тканям механическую прочность и выполняют морфогенетическую функцию, влияя на рост, миграцию, дифференцировку, секреторную и синтетическую активность различных клеток. Их молекулы способны собираться в филаменты, фибриллы или образовывать сети, взаимодействующие с другими белками межклеточного вещества.

# ФУНКЦИИ

1. обеспечение высоких механических свойств соединительной ткани. Чем выше содержание коллагеновых волокон в данной ткани, тем большей прочностью она обладает. Эти волокна практически нерастяжимы; при увеличении нагрузки они лишь слегка распрямляются, утрачивая волнообразный ход и более не удлиняясь вплоть до достижения предела прочности, превышение которого вызывает их разрыв;
2. определение (в значительной мере) архитектоники соединительной ткани;
3. обеспечение взаимодействий между клетками и межклеточным веществом, а также связь между отдельными компонентами межклеточного вещества;
4. влияние на пролиферацию, дифференцировку, миграцию и функциональную активность различных клеток.

# РЕТИКУЛЯРНЫЕ ВОЛОКНА

- имеют малый диаметр (0.1-2 мкм) и, как правило, формируют тонкие растяжимые трехмерные сети
- Основная функция ретикулярных волокон — опорная
- Клетки, обладающие способностью к выработке ретикулярных волокон, помимо фибробластов включают ретикулярные и жировые клетки, гладкие миоциты, кардиомиоциты. Эта способность характерна и для симпластических образований — волокон скелетной мышечной ткани.

# ЭЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

- в соединительной ткани обычно содержится в значительно меньшем количестве, чем коллагеновые, за исключением участков, обладающих подвижностью

Функции эластических волокон:

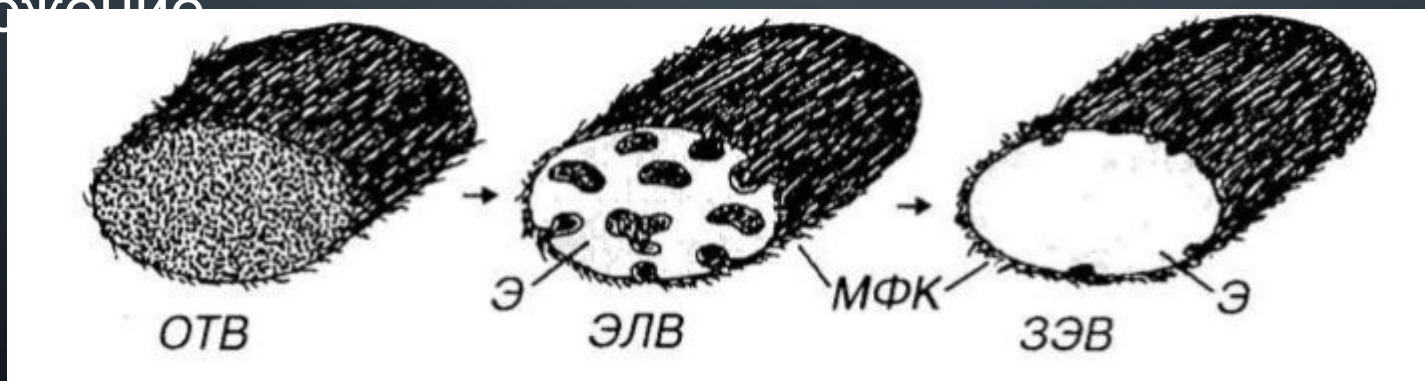
- (1) определение архитектоники ткани;
- (2) обеспечение способности ткани к обратимой деформации (к возвращению к исходной форме после ее временного изменения).



# ЭЛАСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

- совокупность волокон, обладающих эластическими свойствами.

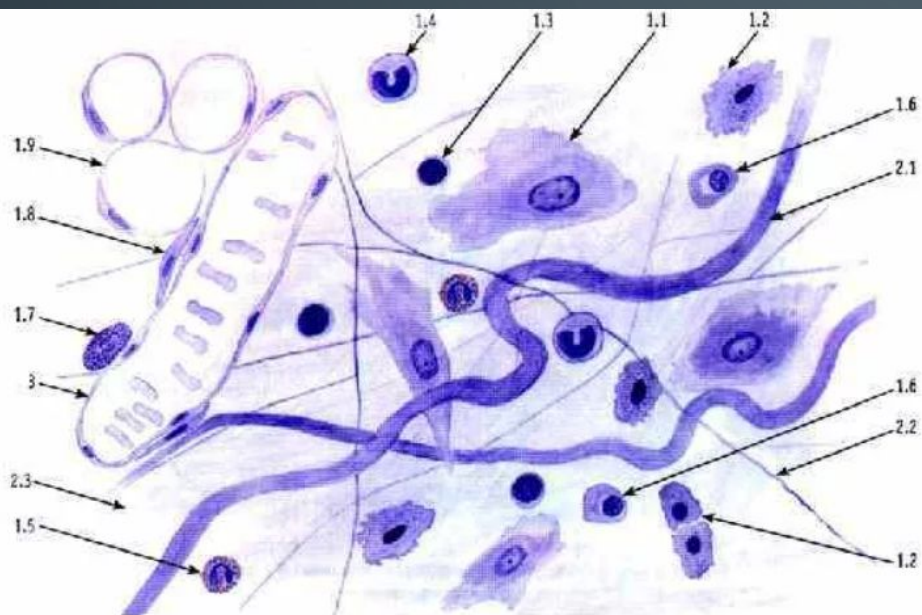
Помимо собственно эластических волокон, являющихся ее основным и наиболее зрелым элементом, к ней относят также окситалановые и элауниновые волокна. Первые образованы микрофибриллами толщиной 10-12 нм, сходными с теми, которые окружают центральный аморфный компонент эластических волокон, вторые по строению занимают промежуточное положение



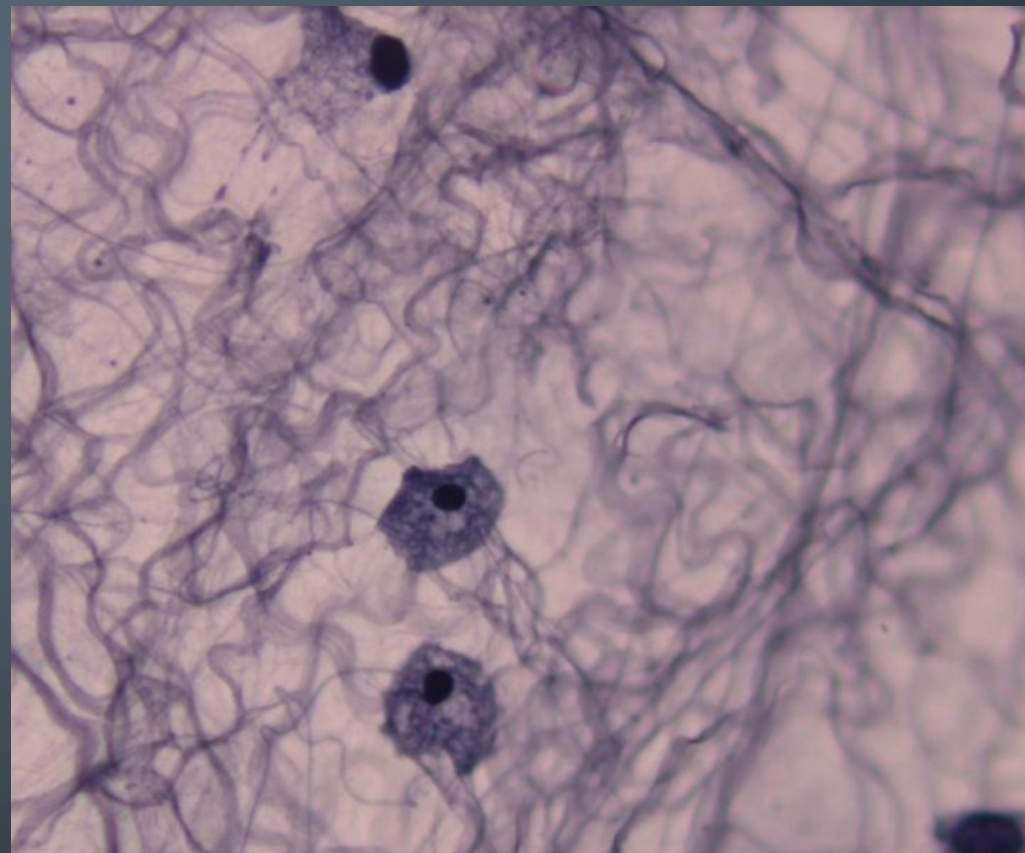
# ЭЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

- Клетки, вырабатывающие эластические волокна (помимо фибробластов) включают: гладкие миоциты, хондробласты и хондроциты. Микрофибриллы входят в состав межклеточного вещества мезангия в почечном клубочке, образуют волокна ресничного пояска (цинновой связки), удерживающие хрусталик.

# РВСТ



1 – клетки: 1.1 – фибробласт, 1.2 – гистиоцит (макрофаг), 1.3 – лимфоцит, 1.4 – моноцит, 1.5 – эозинофил, 1.6 – плазмоцит, 1.7 – тучная клетка, 1.8 – адвентициальная клетка, 1.9 – адипоцит; 2 – межклеточное вещество: 2.1 – коллагеновое волокно, 2.2 – эластическое волокно, 2.3 – основное (аморфное) вещество; 3 – кровеносный сосуд



# ОСНОВНОЕ АМОРФНОЕ ВЕЩЕСТВО

- заполняет промежутки между волокнистыми компонентами межклеточного вещества и окружает клетки.
- На молекулярном уровне оно обладает сложной организацией и состоит из макромолекулярных гидратированных комплексов протеогликанов и структурных гликопротеинов.
- Протеогликаны синтезируются в грЭПС и комплексе Гольджи фибробластов, после чего выделяются механизмом экзоцитоза в межклеточное пространство, где они, вероятно, объединяются в крупные протеогликановые агрегаты



# ФУНКЦИИ ПРОТЕОГЛИКАНОВ

1. взаимодействие с молекулами коллагена (связаны с ними с через каждые 60-65 нм) и влияние на образование коллагеновых волокон
2. обеспечение связи между поверхностью клеток и компонентами межклеточного вещества
3. играют важную роль в транспорте электролитов и воды благодаря связыванию большого количества молекул воды
4. связывают, накапливают и выделяют факторы роста

# ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

- образована теми же компонентами, что и рыхлая волокнистая соединительная ткань, отличаясь от нее (1) очень высоким содержанием волокон (преимущественно коллагеновых), формирующих толстые пучки и занимающих основную часть объема ткани, (2) малым количеством основного аморфного вещества в составе межклеточного вещества (3) сравнительно низким содержанием клеточных элементов и (4) преобладанием одного (главного) типа клеток — фиброцитов — над остальными (особенно в плотной оформленной ткани).
- Главное свойство ПВСТ — очень высокая механическая прочность — обусловлено присутствием мощных пучков коллагеновых волокон. Ориентация этих волокон соответствует направлению действия сил, вызывающих деформацию ткани.

# ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ НЕОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

- неупорядоченным расположением пучков коллагеновых волокон в трех различных плоскостях, которые переплетаются между собой, формируя трехмерную сеть
- Среди клеток преобладают фиброциты и фибробласты, но встречаются и другие клеточные элементы (тучные клетки, гистиоциты, лейкоциты)
- глубокий (сетчатый) слой дермы (соединительнотканной части кожи), капсулы различных органов

# ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ ОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

- содержит толстые пучки коллагеновых волокон, располагающиеся параллельно друг другу (в направлении действия нагрузки), которые связаны небольшим количеством основного аморфного вещества. Между ними специальными красителями можно выявить тонкие сети эластических волокон. Содержание клеток невелико; среди них подавляющее большинство составляют фиброциты. сухожилия, связки, фасции и апоневрозы



# ПВОСТ

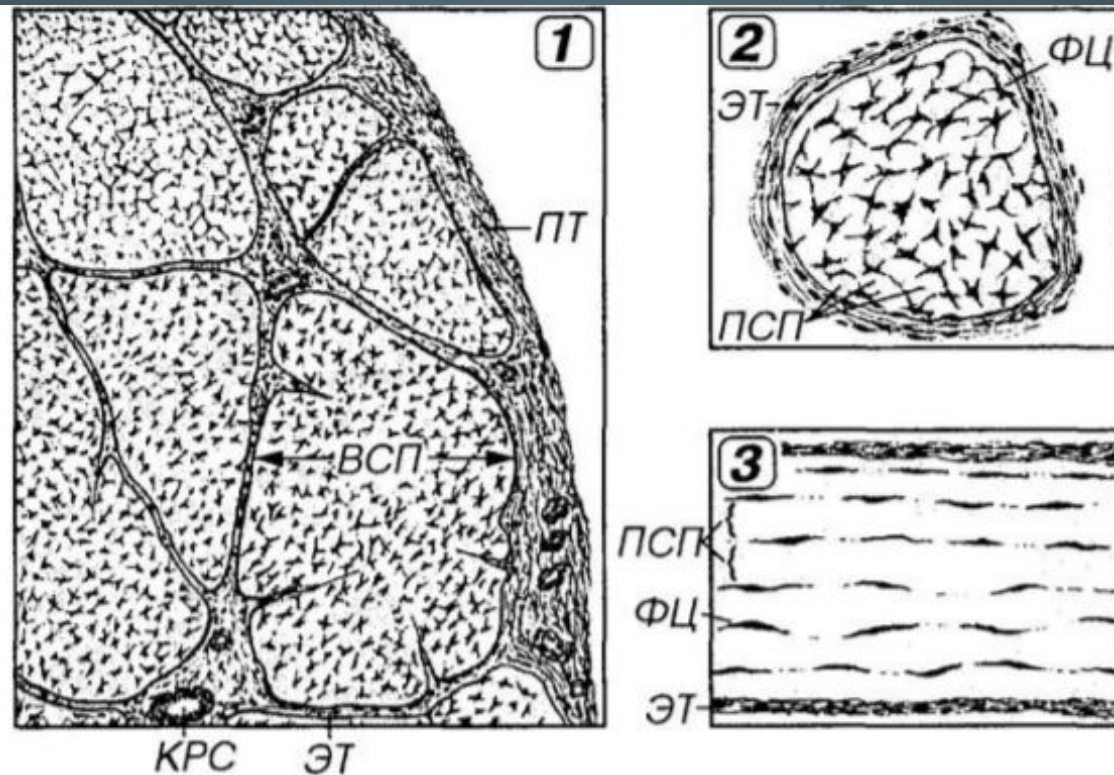
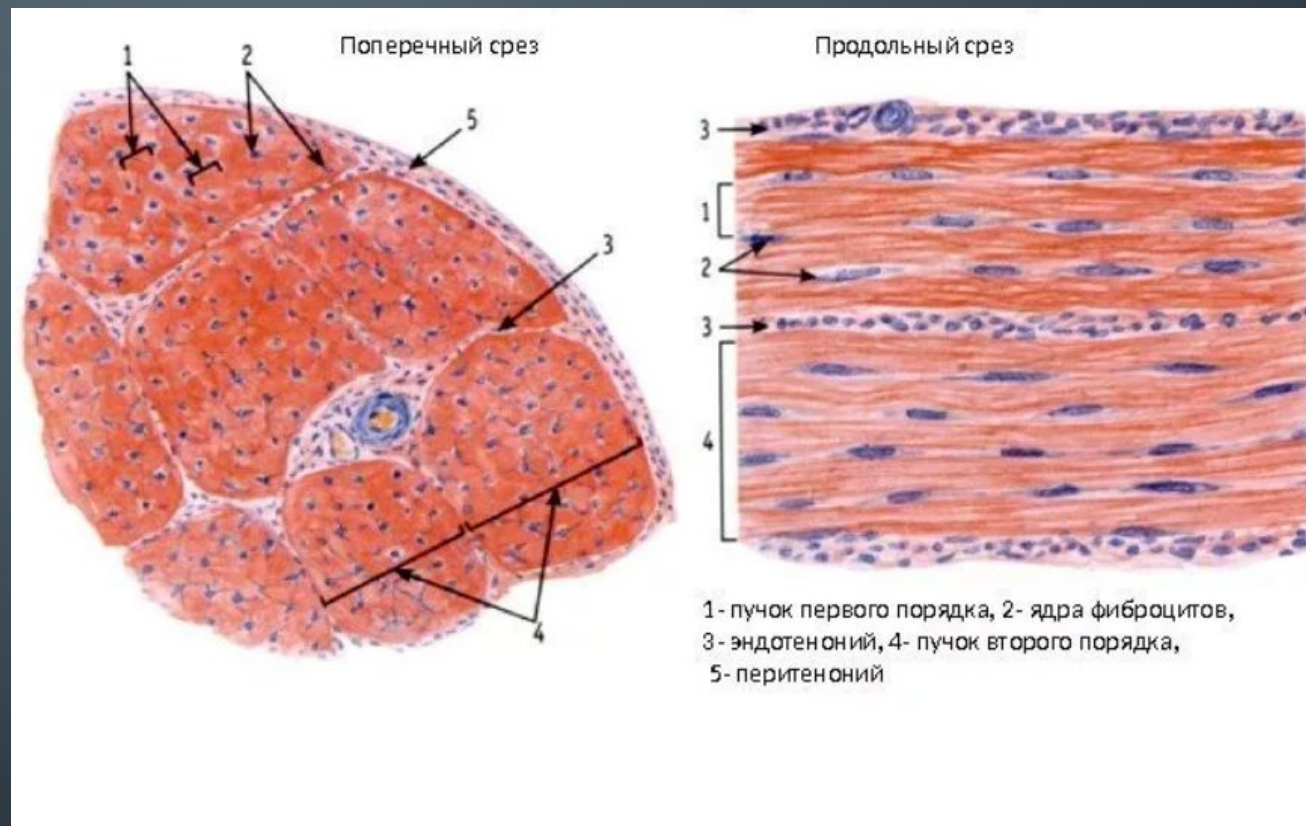
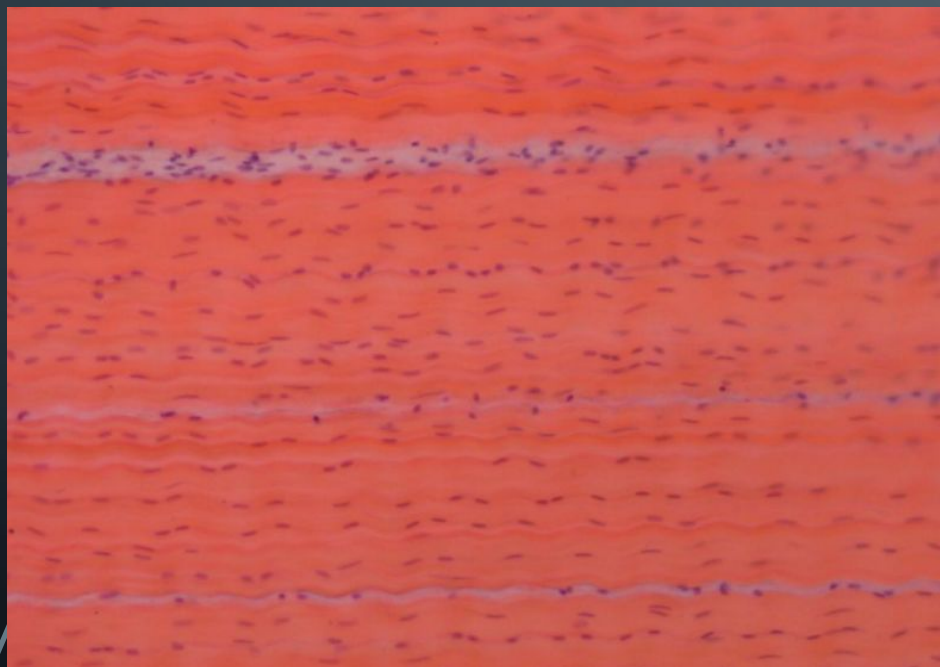


Рис. 10-11. Плотная волокнистая оформленная соединительная ткань (сухожилие). 1 — поперечный разрез сухожилия (третичного сухожильного пучка), 2 — поперечный и 3 — продольный разрез вторичного сухожильного пучка. ПСП — первичные сухожильные пучки, ФЦ — фиброциты. ВСП — вторичные сухожильные пучки, ЭТ — эндотелий, КРС — кровеносные сосуды, ПТ — перитендий.

# СУХОЖИЛИЯ

- Они образованы плотно упакованными параллельными пучками коллагеновых волокон, между которыми располагаются ряды фиброцитов, которые именуют также сухожильными клетками, или тендиноцитами
- На поперечных срезах сухожилия его клетки имеют звездчатую форму

# СУХОЖИЛИЕ





# СУХОЖИЛИЕ КАК ОРГАН

- включает: (1) компоненты, образованные плотной волокнистой соединительной тканью — пучки коллагеновых волокон различных порядков с расположенными между ними фиброцитами; (2) оболочки (прослойки) из рыхлой и плотной неоформленной соединительных тканей, окружающие пучки коллагеновых волокон и несущие кровеносные сосуды и нервы. В сухожилии выделяют первичные, вторичные и третичные сухожильные пучки.
- Первичные сухожильные (коллагеновые) пучки (пучки первого порядка) располагаются между рядами фиброцитов.
- Вторичные сухожильные (коллагеновые) пучки (пучки второго порядка) образованы группой первичных пучков, окруженных снаружи оболочкой из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани — эндотендинием, в которой проходят кровеносные и лимфатические сосуды и нервные волокна.
- Третичные сухожильные (коллагеновые) пучки (пучки третьего порядка) состоят из нескольких вторичных пучков, которые окружены снаружи оболочкой из плотной волокнистой неоформленной соединительной ткани — перитендинием, отдающего вглубь сухожилия прослойки эндотендиния.
- Сухожилие в целом может представлять собой третичный пучок, в некоторых случаях оно складывается из нескольких третичных пучков, окруженный общей оболочкой — эпитендинием.



# СКЕЛЕТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Клетки скелетных соединительных тканей представлены элементами трех типов:

1. Клетками с высокой синтетической активностью, образующими межклеточное вещество и обеспечивающими гистогенез скелетных тканей — «бластами»

2. Клетками, поддерживающими структурную организацию зрелых скелетных тканей и обладающими сравнительно

низкой синтетической активностью, — «цитами»;

3. Клетками, активно разрушающими скелетные ткани — "кластами"

Межклеточное вещество скелетных соединительных тканей обладает высокой механической прочностью, которая определяется своеобразием его структурной и биохимической организации. Особая прочность костных тканей обусловлена тем, что их межклеточное вещество обызвествлено (минерализовано), т.е. содержит кристаллы минеральных веществ (преимущественно гидроксиапатита).

# ХРЯЩЕВЫЕ ТКАНИ

- входят в состав органов дыхательной системы (носа, гортани, трахеи, бронхов), ушной раковины, суставов, межпозвонковых дисков
- Они состоят из клеток (хондроцитов) и межклеточного вещества (матрикса). Последнее образовано коллагеновыми волокнами (в эластическом хряще — также и эластическими) и основным аморфным веществом. В состав аморфного вещества входят протеогликаны, формирующие крупные агрегаты, и гликопротеины. Для всех видов хрящевых тканей характерно высокое (до 65-85%) содержание воды в матриксе. Хрящевые ткани образуют структуры органного порядка — хрящи.

# СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- (1) сравнительно низкий уровень метаболизма;
- (2) отсутствие сосудов;
- (3) способность к непрерывному росту;
- (4) прочность и эластичность (способность к обратимой деформации).

Классификация хрящевых тканей основана, главным образом, на особенностях строения и биохимического состава их межклеточного вещества. Выделяют три вида хрящевых тканей:

- (1) гиалиновую хрящевую ткань,
- (2) эластическую хрящевую ткань и
- (3) волокнистую (коллагеноволокнистую) хрящевую ткань.

# ГИСТОГЕНЕЗ ХРЯЩЕВЫХ ТКАНЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ГИАЛИНОВОЙ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ)

## 1. Образование хондрогенного островка из клеток мезенхимы

Клетки мезенхимы в участках расположения будущего хряща усиленно размножаются, утрачивают отростки, округляются, увеличиваются в размерах и образуют плотные скопления — хондрогенные островки.

## 2. Дифференцировка хондробластов и начало секреции хрящевого матрикса

Дифференцировка клеток хондрогенного островка в хондробласты- крупные округлые синтетически активные молодые клетки, сохраняющие способность к пролиферации, — характеризуются крупным большим светлым ядром и обширной цитоплазмой с многочисленными рибосомами, развитой ПС, крупным КГ.

Секреция хондробластами компонентов межклеточного вещества (матрикса) хряща начинается с выработки коллагена II типа, в дальнейшем присоединяется продукция сульфатированных, связанных с неколлагеновыми белками (протеогликанов). Накапливающееся межклеточное вещество раздвигает хондробласты, которые располагаются в мелких полостях (лакунах) и постепенно превращаются в зрелые клетки с более низкой синтетической активностью — хондроциты. Мезенхима, окружающая формирующийся хрящ, дает начало его соединительнотканной оболочке — надхрящнице, внутренний слой которой содержит камбиальные элементы (прехондробласты), способные превращаться в хондробласты.



# ГИСТОГЕНЕЗ ХРЯЩЕВЫХ ТКАНЕЙ

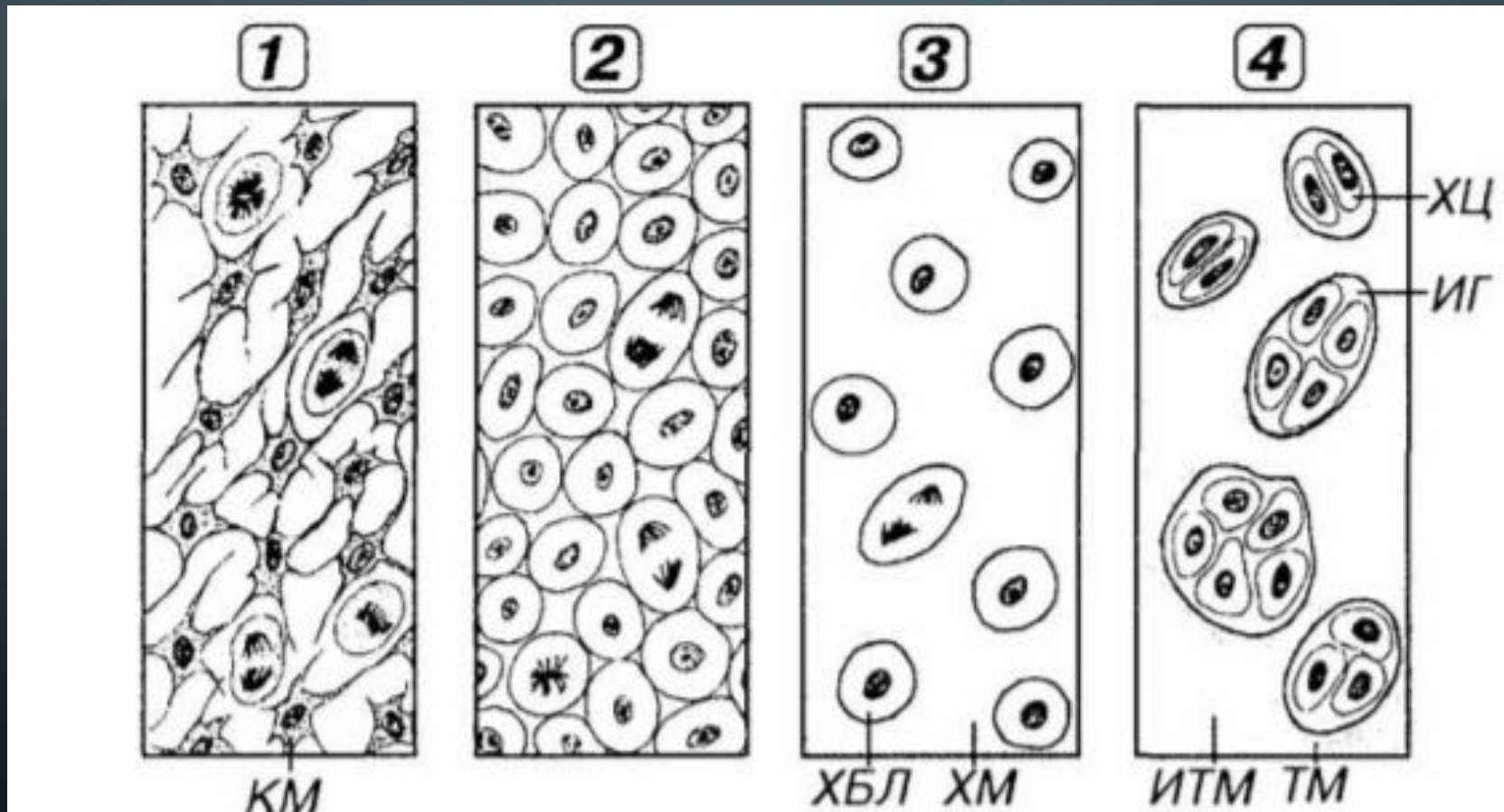
- Рост хрящевой закладки осуществляется двумя механизмами: путем интерстициального роста и аппозиционного роста

Интерстициальный рост обусловлен увеличением числа и размеров молодых хрящевых клеток, а также накоплением межклеточного вещества. Клетки "замуровываются" в выработанном ими матриксе, но в течение некоторого времени еще сохраняют способность к делению. Хондроциты, образовавшиеся в результате деления одной клетки и лежащие в одной лакуне, формируют изогенные группы. характерен для эмбрионального периода, а также для процессов его регенерации.

Аппозиционный рост осуществляется благодаря постоянному процессу дифференцировки находящихся в надхрящнице прехондробластов в хондробласты, которые вырабатывают матрикс и постепенно превращаются в хондроциты.

в эмбриональном периоде и во время роста хряща в детстве; у взрослого она

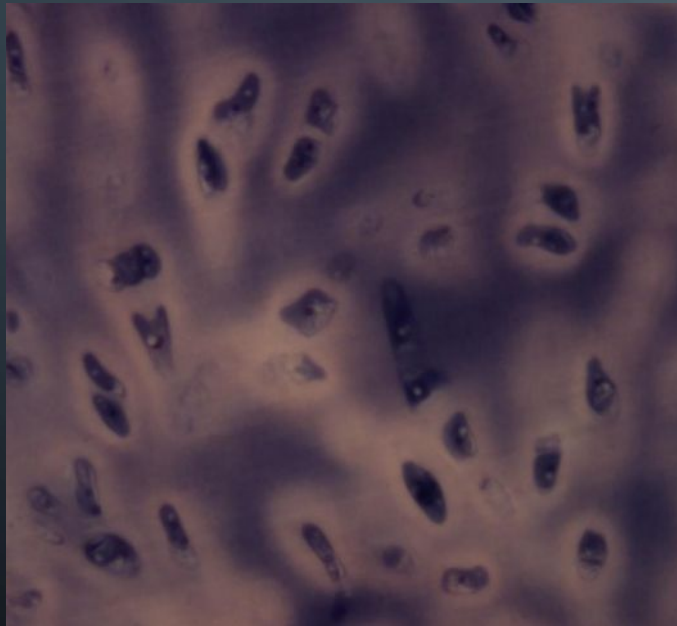
# ГИСТОГЕНЕЗ ХРЯЩЕВЫХ ТКАНЕЙ



# ГИАЛИНОВАЯ ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ

- скелет у плода, вентральные концы ребер, хрящи носа, гортани (частично), трахеи и крупных бронхов, покрывает суставные поверхности

В состав ткани входят клетки (хондроциты) и хондроэктин.



# ХОНДРОЦИТЫ

высокоспециализированные клетки, вырабатывающие межклеточное вещество (матрикс) хрящевой ткани

овальная или сферическая форма

располагаются в лакунах поодиночке или в виде изогенных групп (которые в глубоких отделах хряща могут содержать до 8-12 клеток).

на их поверхности выявляются многочисленные микроворсинки.

Прижизненно хондроциты целиком заполняют лакуны; при фиксации они сжимаются, отделяясь от стенки лакуны, и могут приобретать отростчатую форму.

Ядро хондроцитов — круглое или овальное, светлое (преобладает эухроматин), с одним или несколькими ядрышками.

Цитоплазма содержит многочисленные цистерны грЭПС, крупный КГ, гранулы гликогена и липидные капли.

Хондроцит является конечной стадией развития хондробласта.



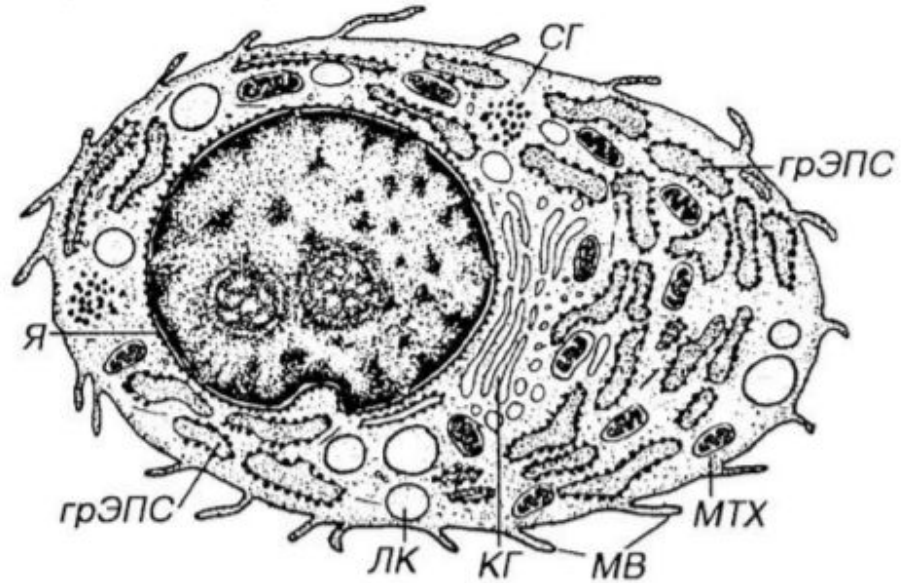


Рис. 12-2. Ультраструктурная организация хондроцита. Я — ядро, КГ — комплекс Гольджи, МВ — микроворсинки, МТХ — митохондрии, ЛК — липидные капли, СГ — скопления гликогена. Цистерны грЭПС растянуты и содержат мелкозернистый материал умеренной электронной плотности.

- Территориальный матрикс – БАЗОФИЛЬНЫЙ  
Интертерриториальный матрикс - ОКСИФИЛЬНЫЙ

# ЭЛАСТИЧЕСКАЯ ХРЯЦЕВАЯ ТКАНЬ

- хрящи ушной раковины, наружного слухового прохода, евстахиевой трубы, надгортанника, некоторые хрящи гортани, а также хрящевые пластинки и островки средних бронхов
- ! Макроскопически эта ткань отличается от гиалиновой хрящевой ткани желтоватым цветом и непрозрачностью; микроскопически их строение сходно!
- Хондроциты в эластической хрящевой ткани располагаются в лакунах, где они лежат поодиночке или в виде небольших (до 4 клеток) изогенных групп. Помимо коллагена II типа и сульфатированных гликозаминогликанов, они вырабатывают эластин и специфические гликопротеины.
- Межклеточное вещество в эластической хрящевой ткани более чем на 90% состоит из белка эластина

# ЭЛАСТИЧЕСКАЯ ХРПЯЦЕВАЯ ТКАНЬ

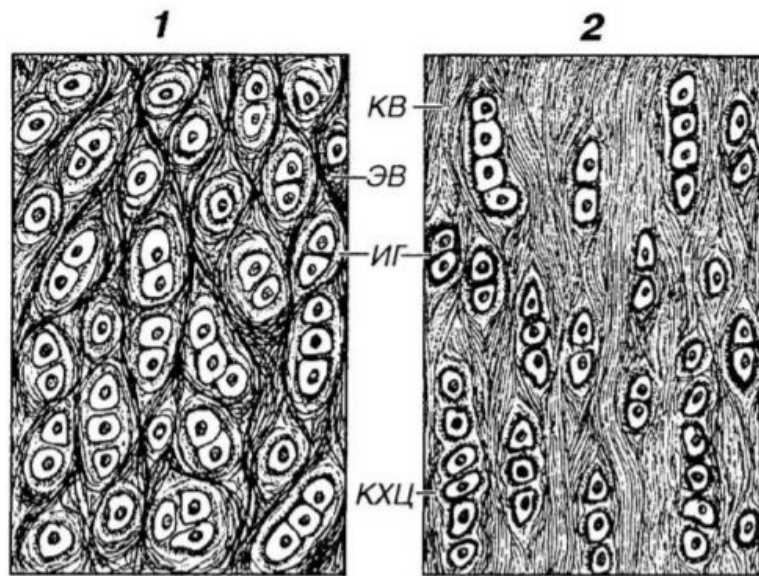
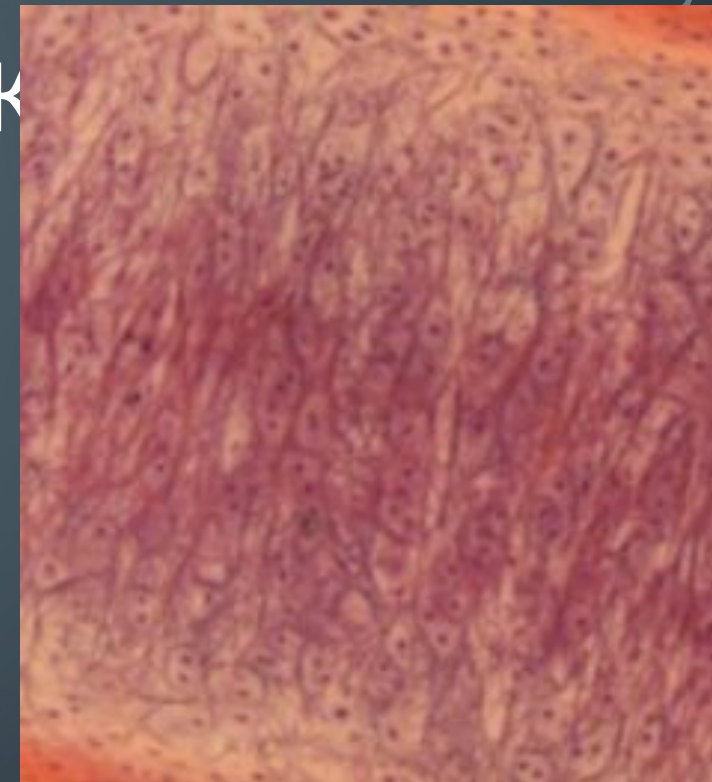


Рис. 12-4. Эластическая (1) и волокнистая (2) хрящевые ткани. ИГ — изогенные группы (хондроцитов), КХЦ — колонки хондроцитов, ЭВ — эластические волокна, KB — коллагеновые волокна.





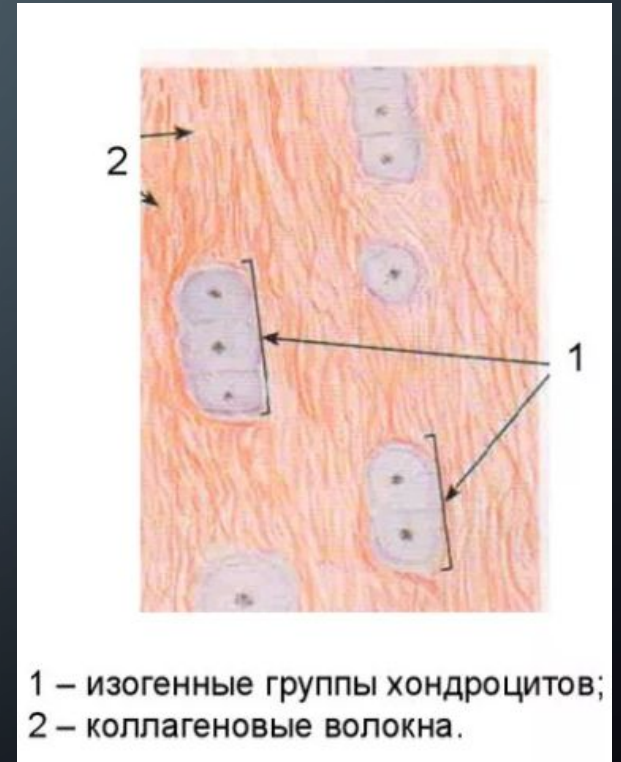
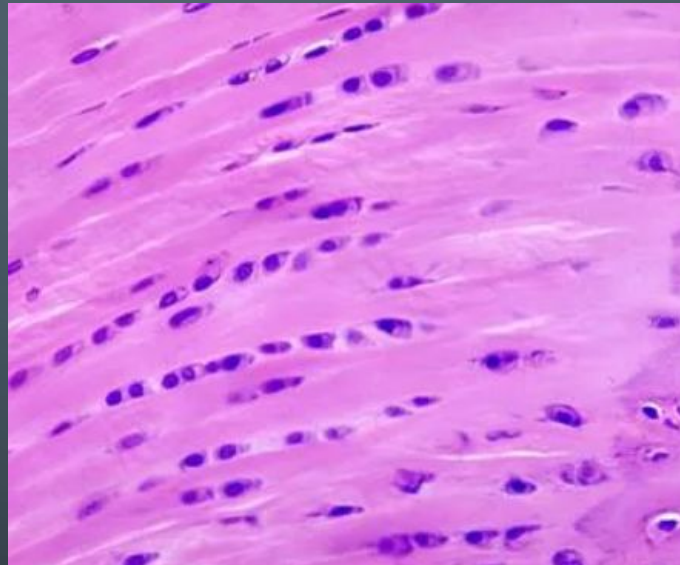
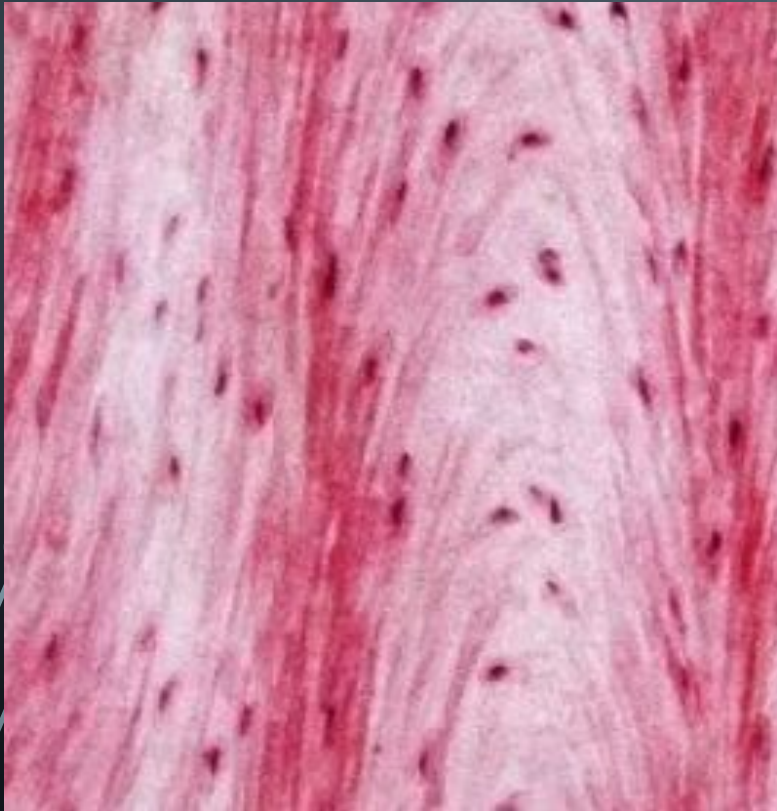
# ВОЛОКНИСТАЯ (КОЛЛАГЕНОВОЛОКНИСТАЯ) ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ

- В межпозвонковых дисках, лонном симфизе, участках прикрепления сухожилий и связок к костям или гиалиновым хрящам.
- Хондроциты в волокнистой хрящевой ткани имеют округлую или удлинённую форму и располагаются в лакунах поодиночке или в виде мелких изогенных групп, нередко выстраиваются в колонки вдоль пучков коллагеновых волокон.

Морфологически они сходны с хондроцитами других хрящевых тканей, однако функционально занимают промежуточное положение между типичными хондробластами и фибробластами, поскольку, помимо коллагена II типа и компонентов основного вещества хряща, в значительных количествах продуцируют коллаген I типа. Сходство с фибробластами отчетливо проявляется в участках соединения хряща с сухожилиями, где клетки типа фиброцитов (со стороны сухожилия) постепенно через ряд промежуточных форм сменяются типичными хондроцитами (со стороны



# ВОЛОКНИСТАЯ ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ



# ХРЯЩ КАК ОРГАН

Строение надхрящницы. В состав надхрящницы входят два слоя: наружный волокнистый и внутренний клеточный (хондрогенный).

(1) наружный волокнистый слой — толстый, образован плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью, содержащей не большое количество клеточных элементов. Этот слой обеспечивает механическую прочность надхрящницы, ее связь с другими структурами;

(2) внутренний клеточный (хондрогенный) слой — тонкий, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани.

В нем располагается сосудистая сеть, питающая хрящ, а также камбиальные элементы — прехондробласты, которые морфологически имеют признаки покоящихся малодифференцированных клеток, способных активироваться, пролиферировать и дифференцироваться в хондробласты при соответствующей стимуляции.

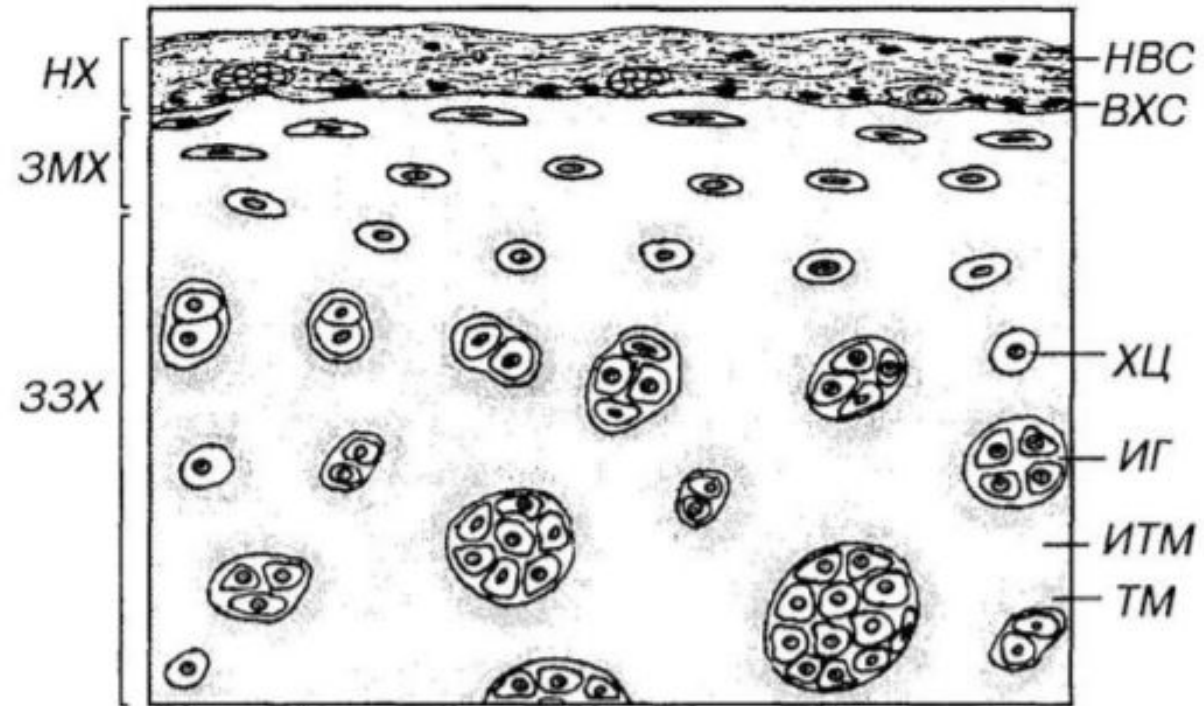


Рис. 12-5. Гиалиновый хрящ. ЗМХ — зона молодого хряща, ЗЗХ — зона зрелого хряща, ХЦ — хондроциты, ИГ — изогенные группы (ХЦ), ТМ — территориальный матрикс, ИТМ — интертерриториальный матрикс, НХ — надхрящница: НВС — наружный волокнистый слой, ВХС — внутренний хондрогенный слой.



# ЗОНАЛЬНОСТЬ СТРОЕНИЯ ХРЯЩА

В хряще (как органе) выявляются два нерезко разграниченные слоя (зоны), в пределах каждого из которых хрящевая ткань характеризуется рядом морфологических, биохимических и функциональных особенностей:

(1) зона молодого хряща располагается в виде сравнительно тонкого слоя непосредственно под надхрящницей. Она состоит из уплощенных молодых хондроцитов, лежащих поодиночке параллельно поверхности хряща, которые окружены гомогенным оксифильным матриксом.

(2) зона зрелого хряща образует его основную массу и располагается глубже предыдущей. В области плавного перехода из зоны молодого хряща хондроциты в ней становятся более округлыми, еще глубже они располагаются в виде изогенных групп, а матрикс приобретает базофилию и разделяется на территориальный и интертерриториальный.



# КОСТНЫЕ ТКАНИ

