

# Соединительная ткань

# КЛАССИФИКАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

## 1. Волокнистая ткань:

- а). рыхлая неоформленная** (образует строму многих органов, адвентициальная оболочка сосудов, образует собственную пластинку слизистых оболочек, подслизистую основу, располагается между мышечными клетками и волокнами);
- б). плотная неоформленная** (сетчатый слой дермы, надкостница, надхрящница);
- в). плотная оформленная** (сухожилия, связки, капсулы, фасции, фиброзные мембраны);

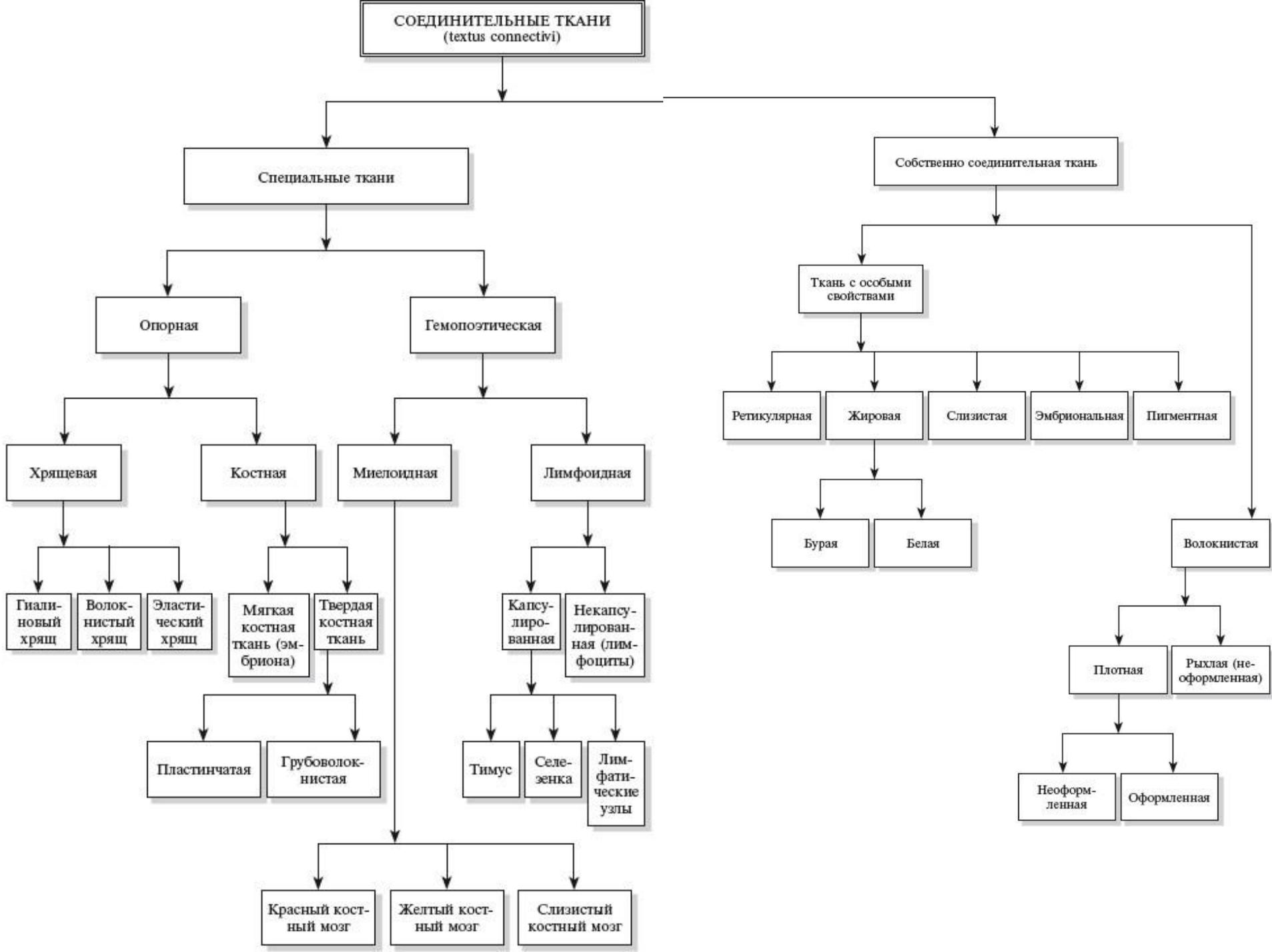
## 2. Скелетные ткани:

- а). хрящевая ткань** (3 вида: гиалиновый, эластический и волокнистый хрящ);
- б). костная ткань** (грубоволокнистая (незрелая) кость, пластинчатая (зрелая) кость);

## 3. Специальные виды соединительной ткани:

- а). белая жировая** (есть везде);
- б). бурая жировая** (между лопатками, около почек, около щитовидной железы);
- в). пигментная** (сосудистая оболочка глаза, дерма в области сосков молочных желез, родимых пятен, невусов);
- г). студенистая** (пупочный канатик);
- д). ретикулярная** (селезенка, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидные фолликулы, красный костный мозг);

## 4. Кровь



# ФУНКЦИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

1. **опорная** — кости, хрящи, связки и сухожилия;
2. **транспортная** — кровь и лимфа;
3. **защитная** — клетками крови вырабатываются антитела, осуществляется фагоцитоз; они участвуют в заживлении ран и регенерации органов. Жировая, скелетная, хрящевая ткань защищают внутренние органы от механического повреждения. Жировая ткань – от переохлаждения;
4. **крововетворная** — лимфатические узлы, селезенка, красный костный мозг;
5. **Запасающая** – жировая ткань запасает ТГ, скелетная ткань и зубы – кальций, магний, фосфор, натрий, кровь в белках плазмы содержит запас аминокислот.
6. **Регуляторная** – клетками соединительной ткани синтезируются БАВ (более 100), которые регулируют обмен веществ (лептин), развитие иммунных, аллергических реакций (простагландины, гистамин, серотонин), клеточное деление, дифференцировку тканей (соматомедины, факторы роста и ингибирования фибробластов, митотический и ингибирующий пролиферацию фактор).

Межклеточный матрикс (базальная мембрана) обеспечивает развитие органов и тканей, участвует в процессах регенерации.

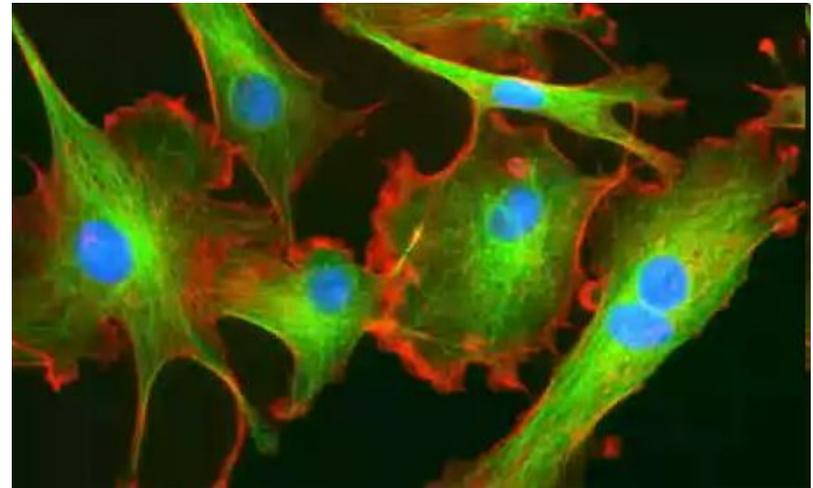
- Как и любая ткань, **соединительная ткань** состоит из клеток и межклеточного матрикса.
- В отличие от других тканей, в ней, как правило, содержится мало клеток, которые при этом отличаются большим разнообразием.

**Общие свойства:** все они происходят из **мезенхимы**, у всех этих тканей хорошо развито **межклеточное вещество**

## КЛЕТКИ

Основными клетками соединительной ткани являются **фибробласты**

В разных видах соединительной ткани имеются разновидности фибробластов: хондробласты, хондроциты, остеобласты, остеоциты, остеокласты и т.д.

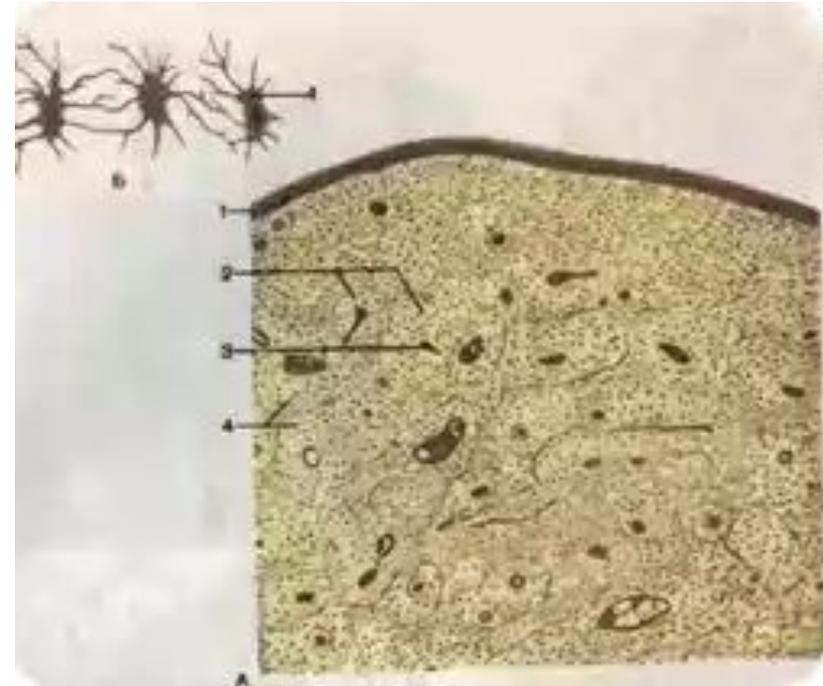


- **Эндотелиальные клетки** покрывают изнутри все сосуды.
- **Пигментные клетки** образуются из нервного гребня, в цитоплазме имеется пигмент – меланин.
- **Макрофаги** образуются из моноцитов крови.
- **Тучные клетки** (тканевые базофилы).
- **Плазматические клетки** образуются из В-лимфоцитов
- **Лейкоциты**, вышедшие из сосудов.

# МЕЖКЛЕТОЧНЫЙ МАТРИКС

В отличие от других тканей, в соединительной ткани, как правило, преобладает межклеточный матрикс.

**Межклеточный матрикс** — это надмолекулярный комплекс, образованный сложной сетью связанных между собой макромолекул.



# Функция межклеточного матрикса

1. образует каркас органов и тканей;
2. является универсальным «биологическим» клеем;
3. участвует в регуляции водно-солевого обмена;
4. образует высокоспециализированные структуры (кости, зубы, хрящи, сухожилия, базальные мембраны).
5. окружая клетки, влияет на их прикрепление, развитие, пролиферацию, организацию и метаболизм.

# Химический состав межклеточного матрикса

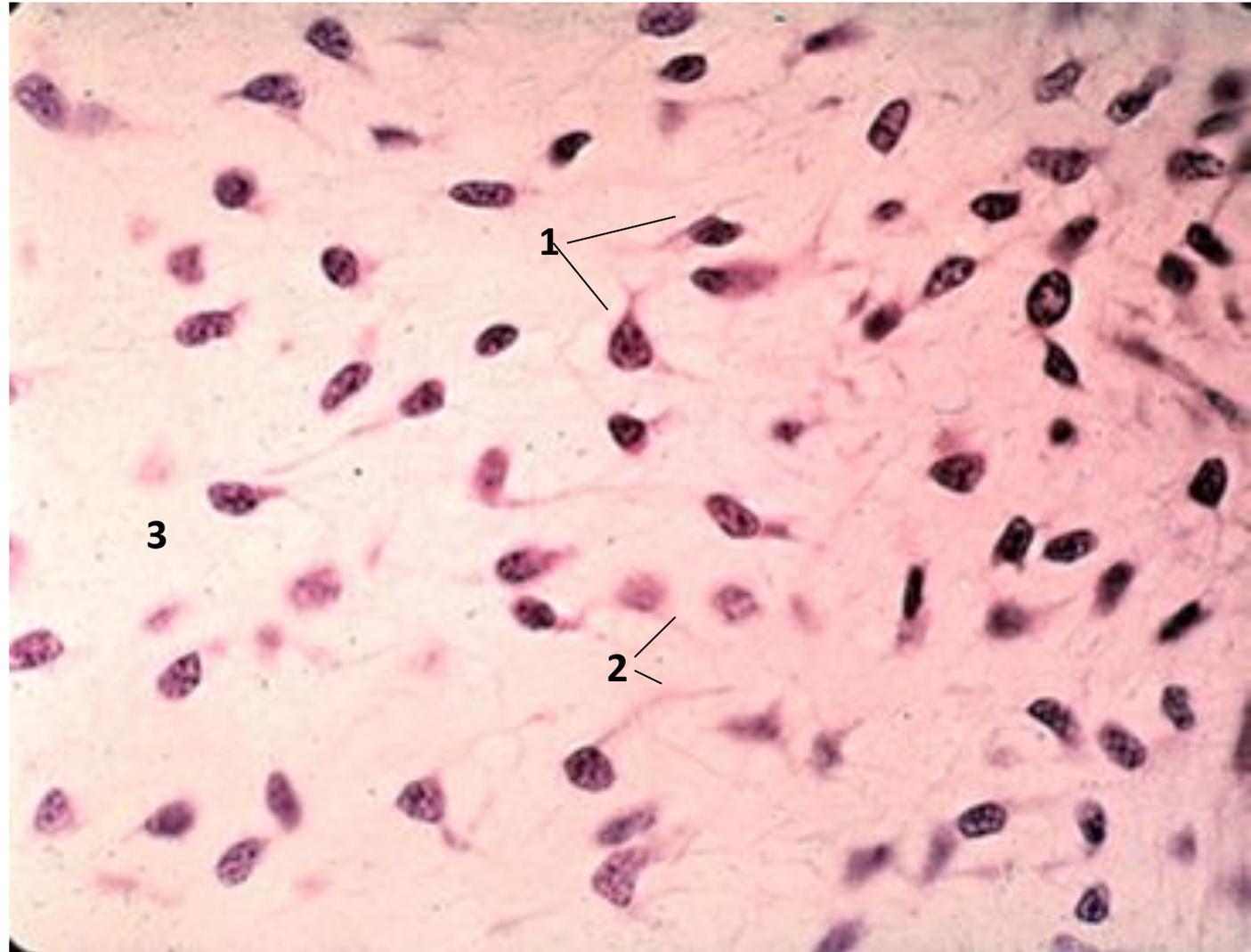
- 1). **Коллагеновые и эластиновые волокна.** Они придают ткани механическую прочность, препятствуя ее растяжению;
- 2). **аморфное вещество** в виде ГАГ и протеогликанов. Оно удерживает воду и минеральные вещества, препятствует сдавливанию ткани;
- 3). **неколлагеновые структурные белки** - фибронектин, ламинин, тенасцин, остеонектин и др. Кроме того, в межклеточном матриксе может присутствовать
- 4). **минеральный компонент** - в костях и зубах: гидроксипатит, фосфаты кальция, магния и т.д. Он придает механическую прочность костям, зубам, создает запас в организме кальция, магния, натрия, фосфора.

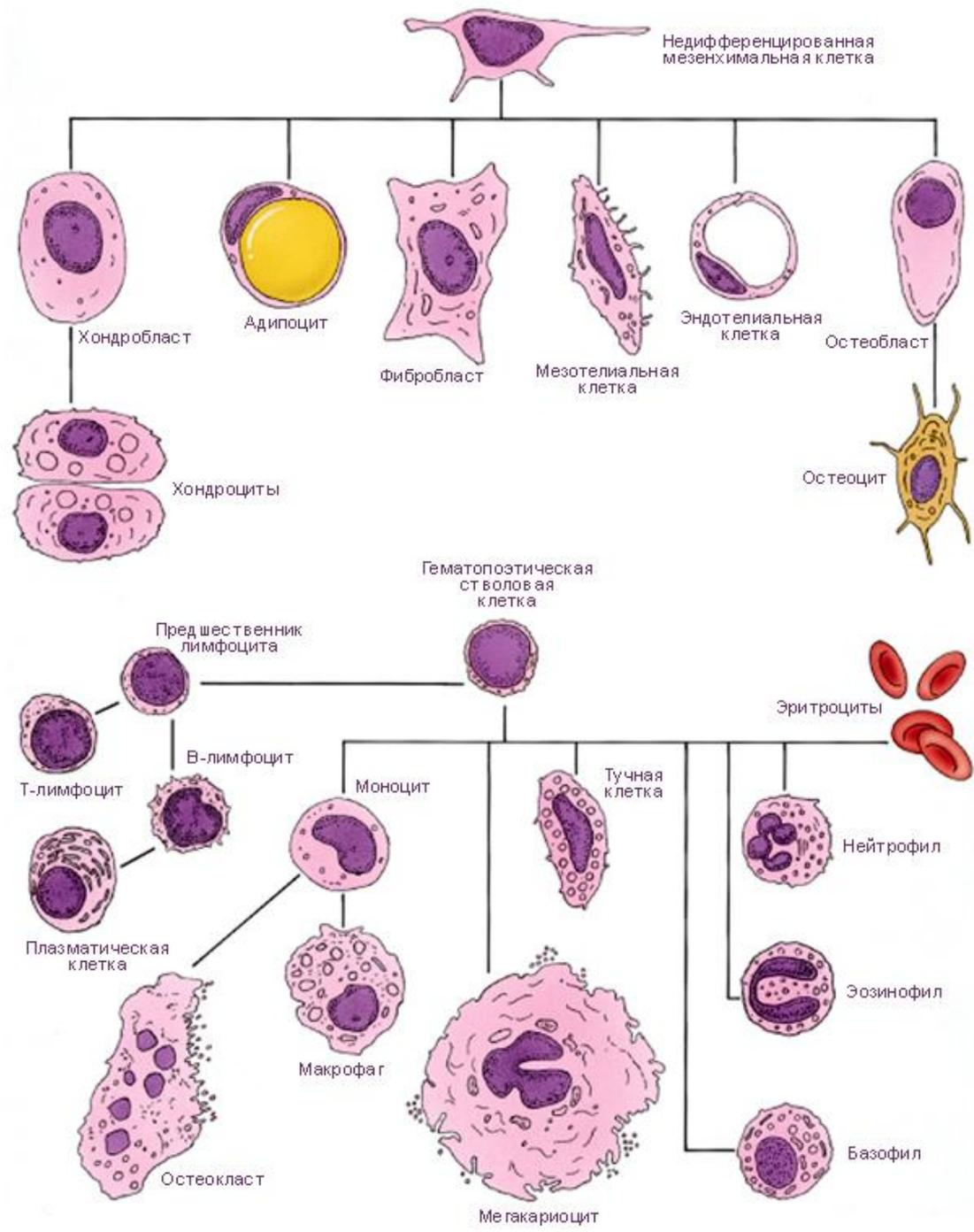
# Химический состав соединительной ткани

- вода (63%.)
- плотные вещества (37%), из них:
- коллаген 85%
- эластин 4,4%
- ретикулин 0,5%
- альбумины и глобулины 0,6%
- гликозаминогликаны (ГАГ) 3,5 %
- липиды 2,8%
- др. органические вещества 3,2%
- неорганические вещества 0,5% (кроме костей, зубов)

# Мезенхима-зародышевая соединительная ткань человека

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





# Состав крови

## плазма

- **вода** ( примерно 90 % от массы),
- **белки** (6,5 - 8,5 %) - альбумины, глобулины и фибриноген,
- **липиды** (в составе специальных транспортных мицелл, поверхностный слой которых образован специальными белками),
- низкомолекулярные органические соединения
- промежуточные или конечные продукты обмена веществ,
- различные **неорганические ионы**

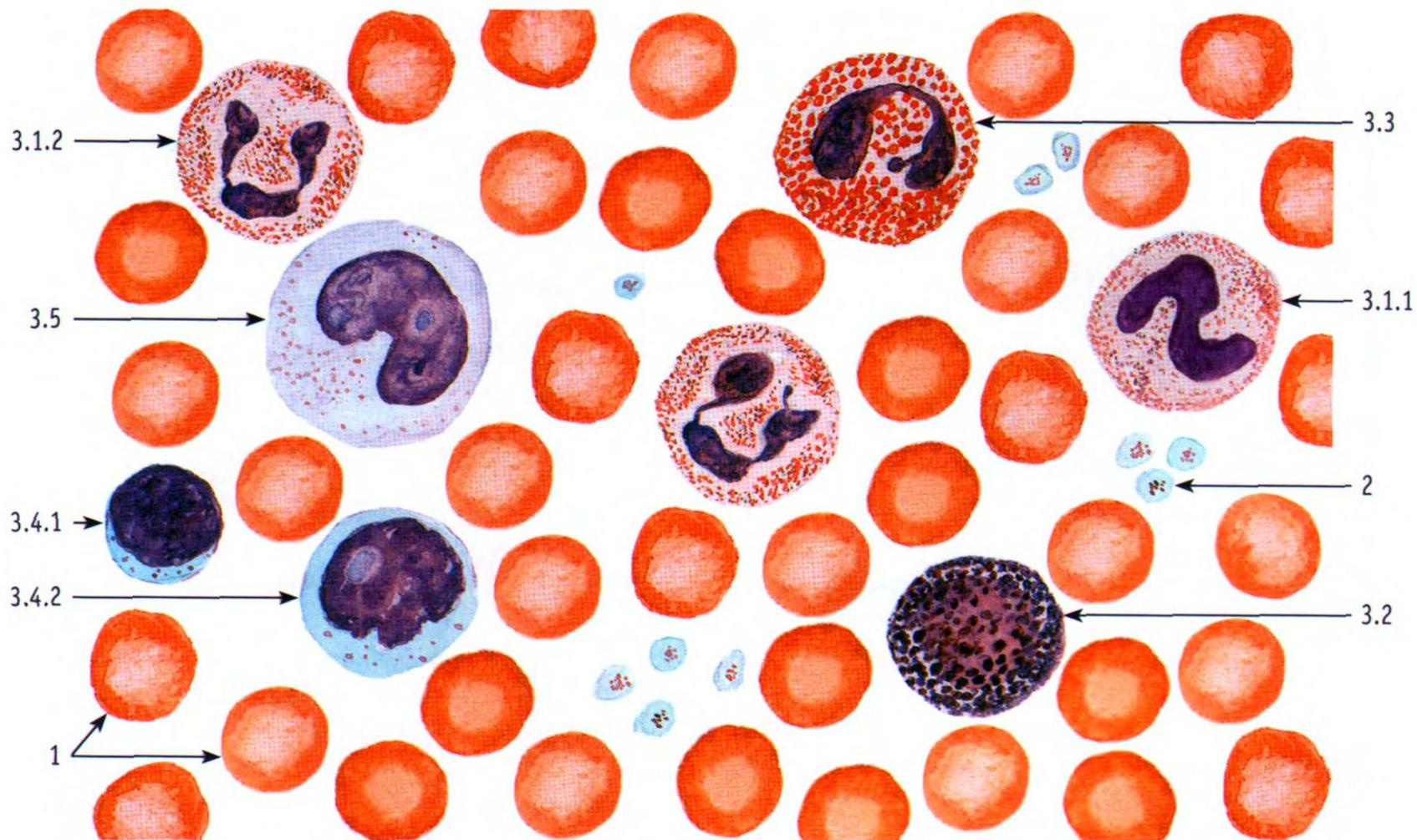
## Форменные элементы

- **эритроциты** (красные кровяные тельца) -  $5 \cdot 10^{12}$  /л,
- **лейкоциты** (белые кровяные клетки) -  $6 \cdot 10^9$  /л,
- **тромбоциты** (кровяные пластинки) -  $2,5 \cdot 10^{11}$  /л.

# Функции белков плазмы крови

- белки обеспечивают онкотическое давление крови
- регулируют рН крови благодаря наличию буферных свойств
- обеспечивают гуморальный иммунитет, т.к. являются антителами (иммуноглобулинами);
- принимают участие в свертывании крови и способствуют сохранению жидкого состояния крови
- служат переносчиками ряда гормонов, липидов, минеральных веществ и др

# Кровь человека (мазок)



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

# Эритроцит

- Эритроциты не имеют ядра, двояковыпуклые диски.
- Снаружи эритроцит покрыт мембраной, внутри него гемоглобин (белок).
- Образуются эритроциты в красном костном мозге ( в трубчатых костях), разрушаются в печени и селезенке. Живут 3 - 4 месяца.
- Функция: **транспортная** (перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким)

# Лейкоциты

- имеют ядро, ложноножки
- способны передвигаться, проходить через стенки кровеносных сосудов, выходить из кровеносного русла.
- Живут от нескольких дней до нескольких лет (дольше всех).
- Образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке.
- Функция – **защитная**.

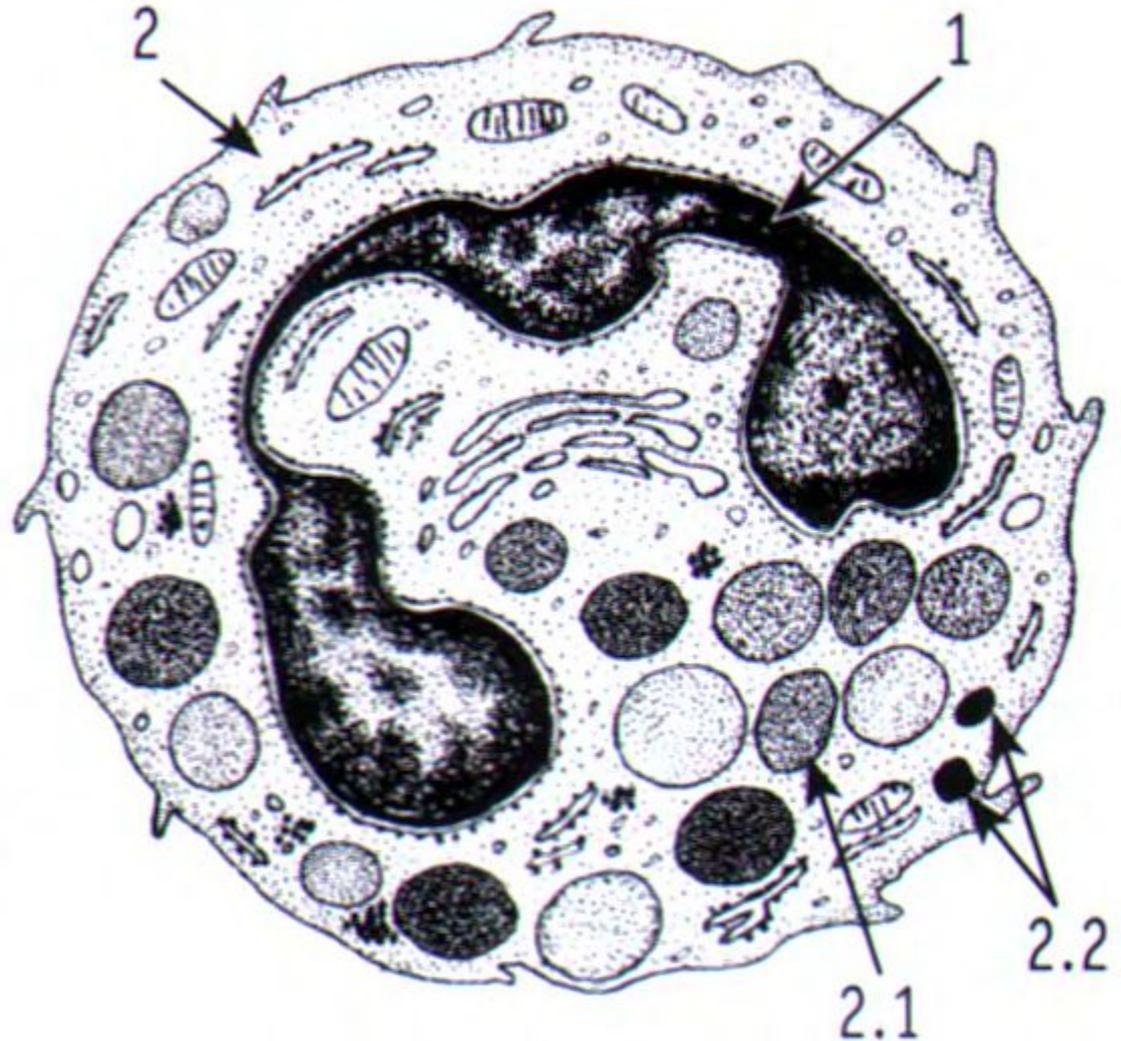
# Функции базофилов

- Участие в **свертываемости** крови и метаболизме гепарина;
- Регуляция **проницаемости** стенки сосудов;
- Участие в **воспалительных** и **аллергических** реакциях (*локальная* – бронхиальная астма, крапивница и т.д., *генерализованная* – анафилактический шок).

Как и нейтрофилы, базофилы тоже имеют на своей поверхности рецепторы к иммуноглобулинам – однако особого класса: **IgE**.

# Базофильный гранулоцит (ЭМФ)

- 1-ядро
- 2-цитоплазма
- 2.1-специфические гранулы
- 2.2-неспецифические гранулы



# Функции нейтрофилов

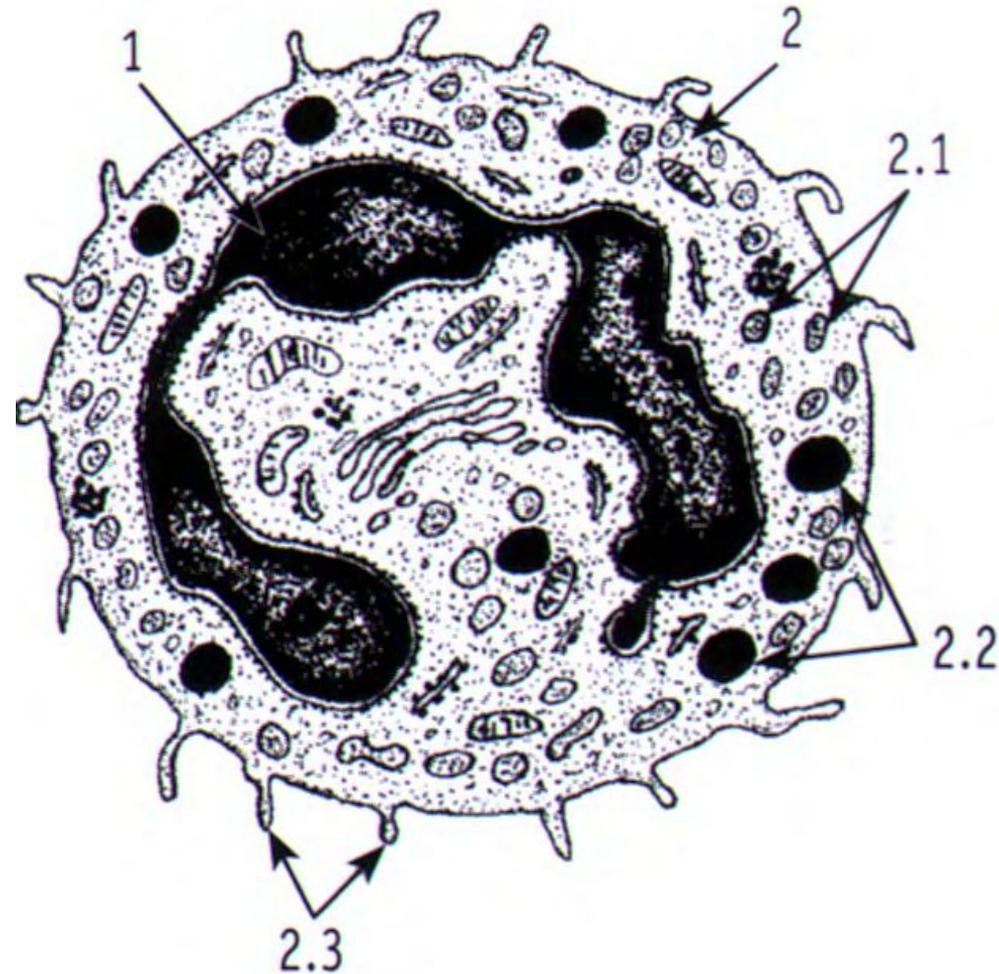
- **Фагоцитоз** бактерий;
- Первыми мигрируют в очаг воспаления и выделяют вещества, **привлекающие** другие типы клеток;
- Выделяют:

**Бактерицидные** вещества (перекиси и ненасыщенные радикалы)

**Пирогены** (в-ва, вызывающие местное повышение температуры)

# Сегментоядерный нейтрофил (ЭМФ)

- 1-ядро
- 2-цитоплазма
- 2.1-специфические гранулы
- 2.2-неспецифические гранулы
- 2.3-псевдоподии

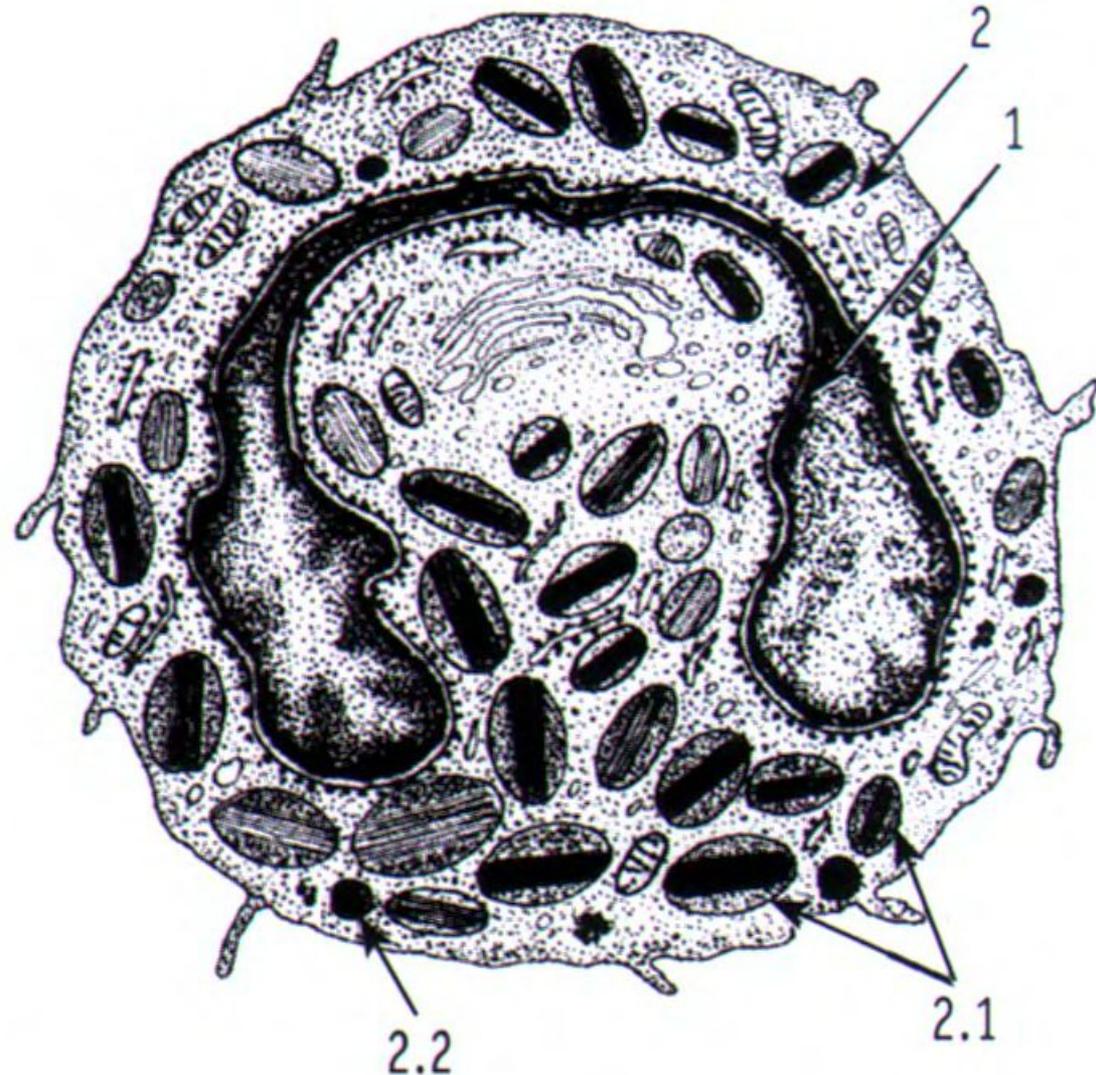


# Функции эозинофилов

- Участие в антибактериальной и антипаразитарной защите
- Обезвреживание токсинов и ядов
- Участие в аллергических и местных воспалительных реакциях

# Эозинофильный гранулоцит

- 1-ядро
- 2-цитоплазма
- 2.1-специфические гранулы
- 2.2-неспецифические гранулы

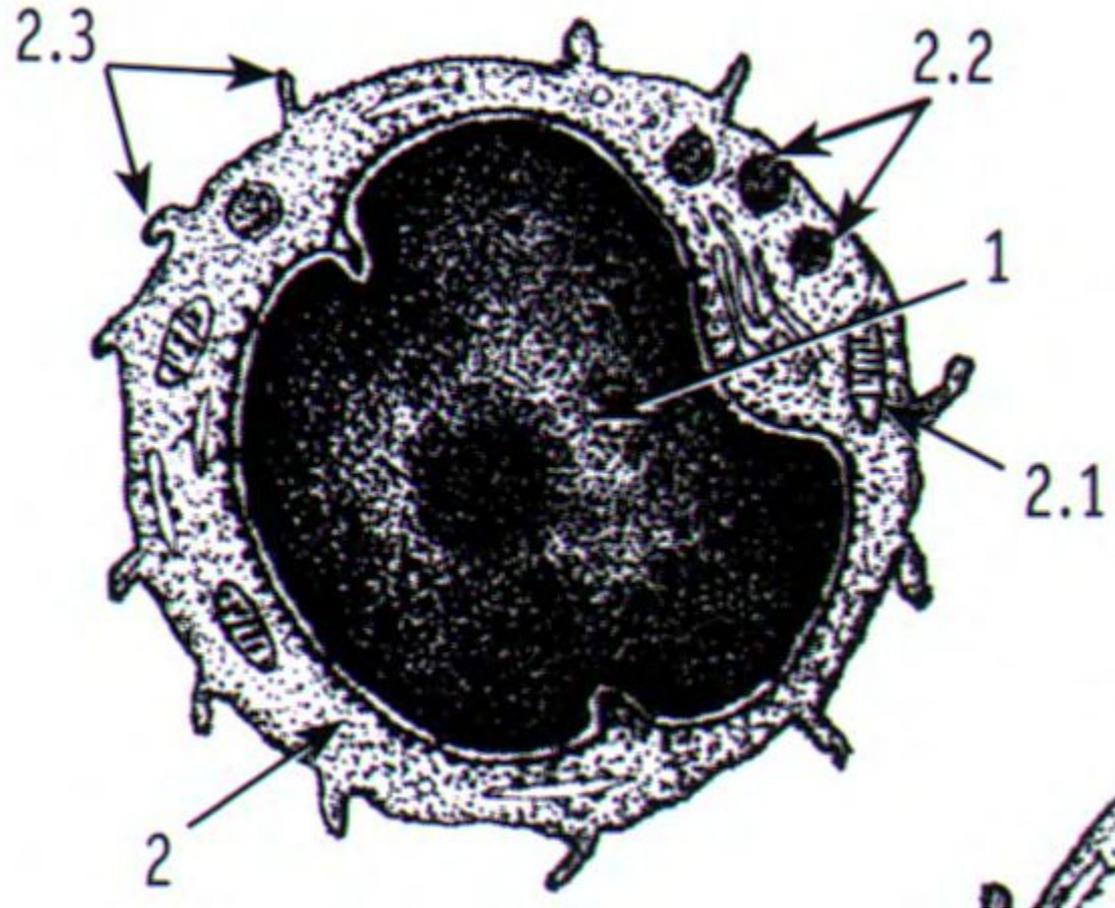


# Функции лимфоцитов

- **В-лимфоциты:** после контакта с антигеном трансформируются в плазмоциты, синтезирующие иммуноглобулины
- **Т-хелперы:** выделяют БАВ, регулирующие процессы клональной селекции В- и Т-лимфоцитов
- **Т-киллеры:** уничтожают в организме чужеродные клетки (клетки трансплантатов) и «свои» опухолевые клетки

# Лимфоцит (ЭМФ)

- 1-ядро
- 2-цитоплазма
- 2.1-митохондрия
- 2.2-неспецифические (азурофильные гранулы)
- 2.3-псевдоподии

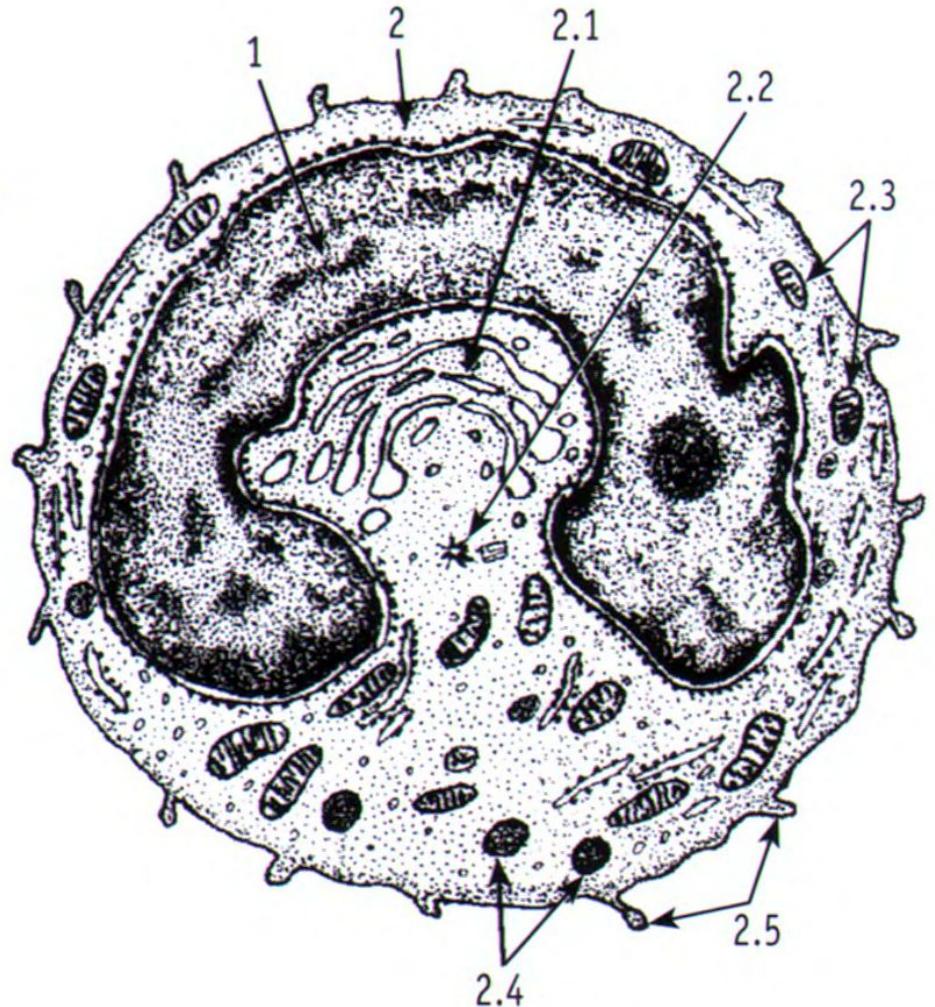


# Функции моноцитов

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

# Моноцит (ЭМФ)

- 1-ядро
- 2-цитоплазма
- 2.1-комплекс Гольджи
- 2.2-центриоли
- 2.3-митохондрии
- 2.4-неспецифические гранулы
- 2.5-псевдоподии

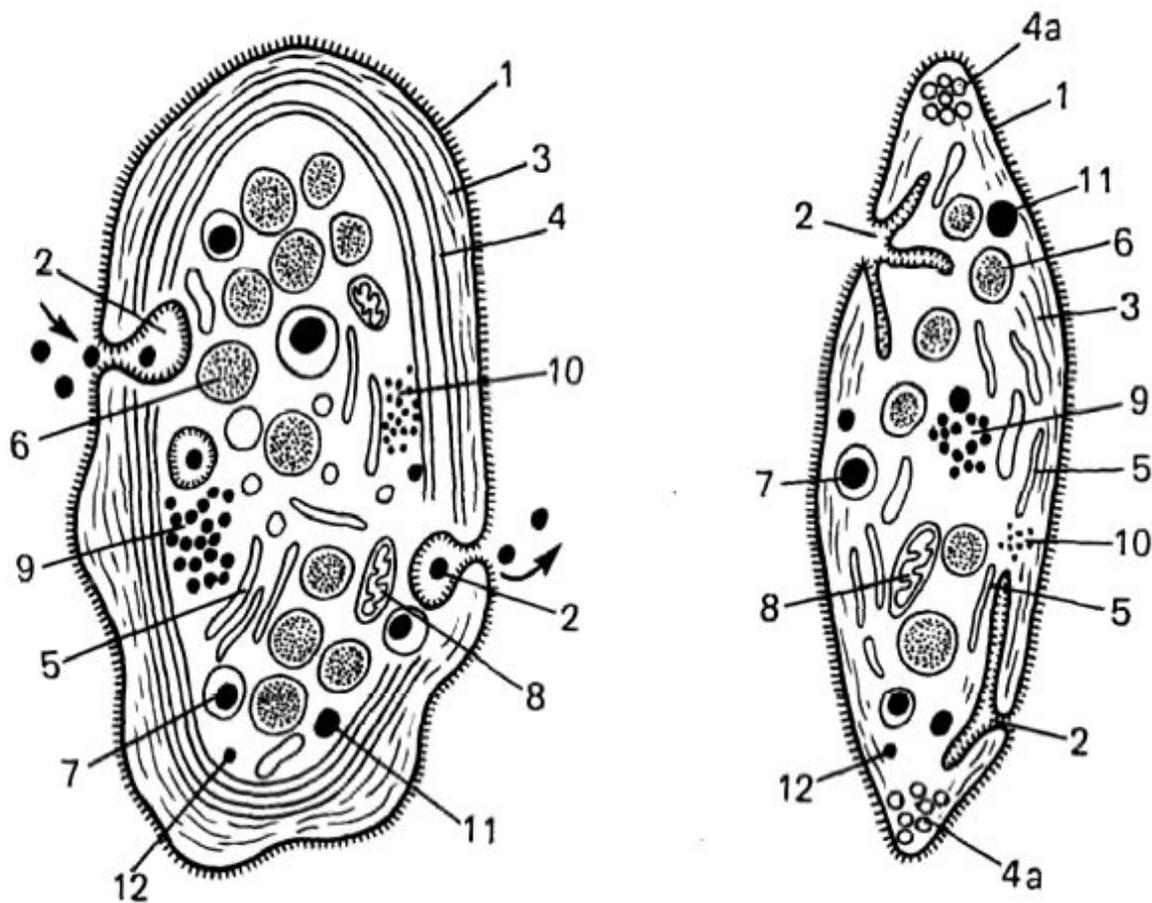


- **в тканях моноциты превращаются в макрофаги.**
- Разнообразие обусловлено тем, что, кроме
- 1) **типичных макрофагов,**
- Сюда относятся:
- 2) **остеокласты** – в костной ткани,
- 3) **микроглиоциты** – в нервной ткани,
- 4) **клетки-“кормилки”** – в красном костном мозгу,
- 5) **интердигитирующие и дендритные клетки** – в лимфоидных образованиях,
- 6) **клетки Купфера, или звёздчатые макрофаги** – в печени,
- 7) **клетки Лангерганса** (представители дендритных клеток) – в эпителии кожи и дыхательных путей,
- 8) некоторые **мезангиальные клетки** – в почках,
- 9) **децидуальные клетки** – в материнской части плаценты.
- **Общее у этих клеток то, что все они происходят из моноцитов крови и обладают фагоцитарной активностью.**

# Функции тромбоцитов

- принимают активное участие в **каскадной реакции свёртывания** крови (выделяют факторы свертывания крови).
- Участвуют в **образовании тромбов**
- Способны **фагоцитировать молекулярные комплексы**
- Участвуют в **обмене биогенных аминов**

# Строение тромбоцита

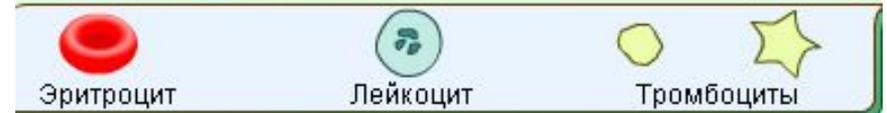
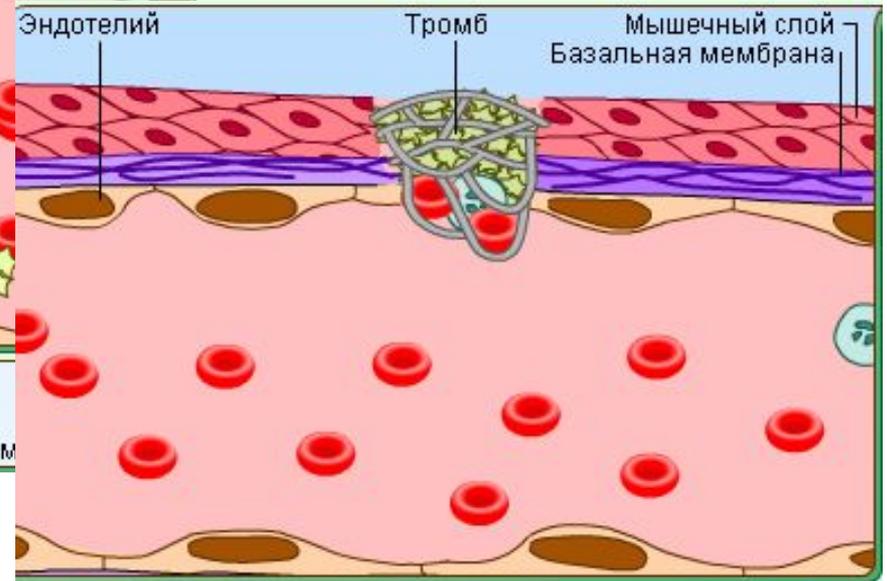
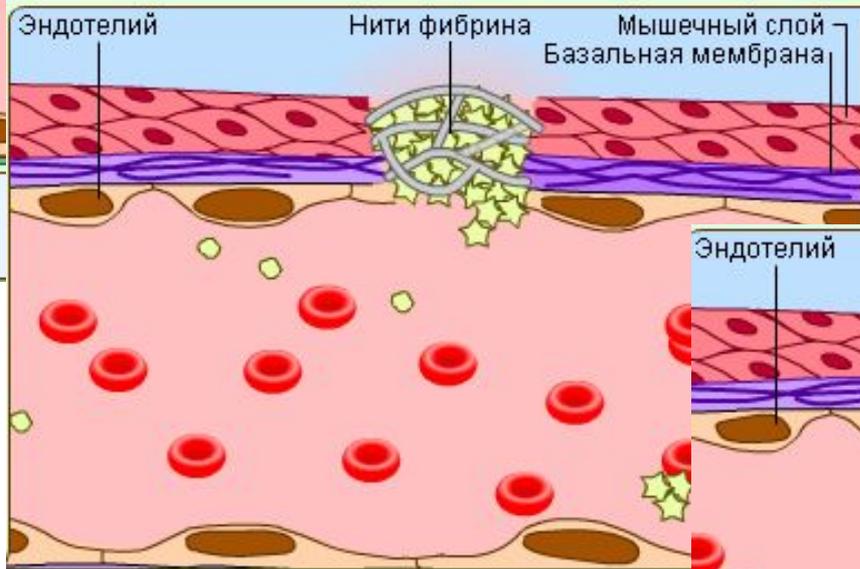
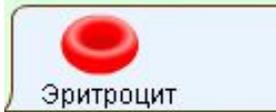
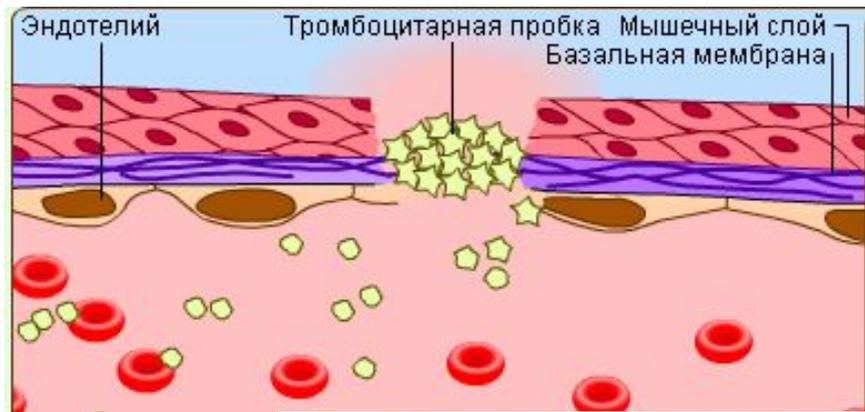


А

Б

А — горизонтальный срез; Б — поперечный срез. 1 — плазмолемма с гликокаликсом; 2 — открытая система каналов, связанная с инвагинациями плазмолеммы; 3 — актиновые филаменты; 4 — циркулярные пучки микротрубочек; 4а — микротрубочки в поперечном разрезе; 5 — плотная тубулярная система; 6 —  $\alpha$ -гранулы; 7 —  $\beta$ -гранулы; 8 — митохондрии; 9 — гранулы гликогена; 10 — гранулы ферритина; 11 — лизосомы; 12 — пероксисомы.

# Свёртывание крови



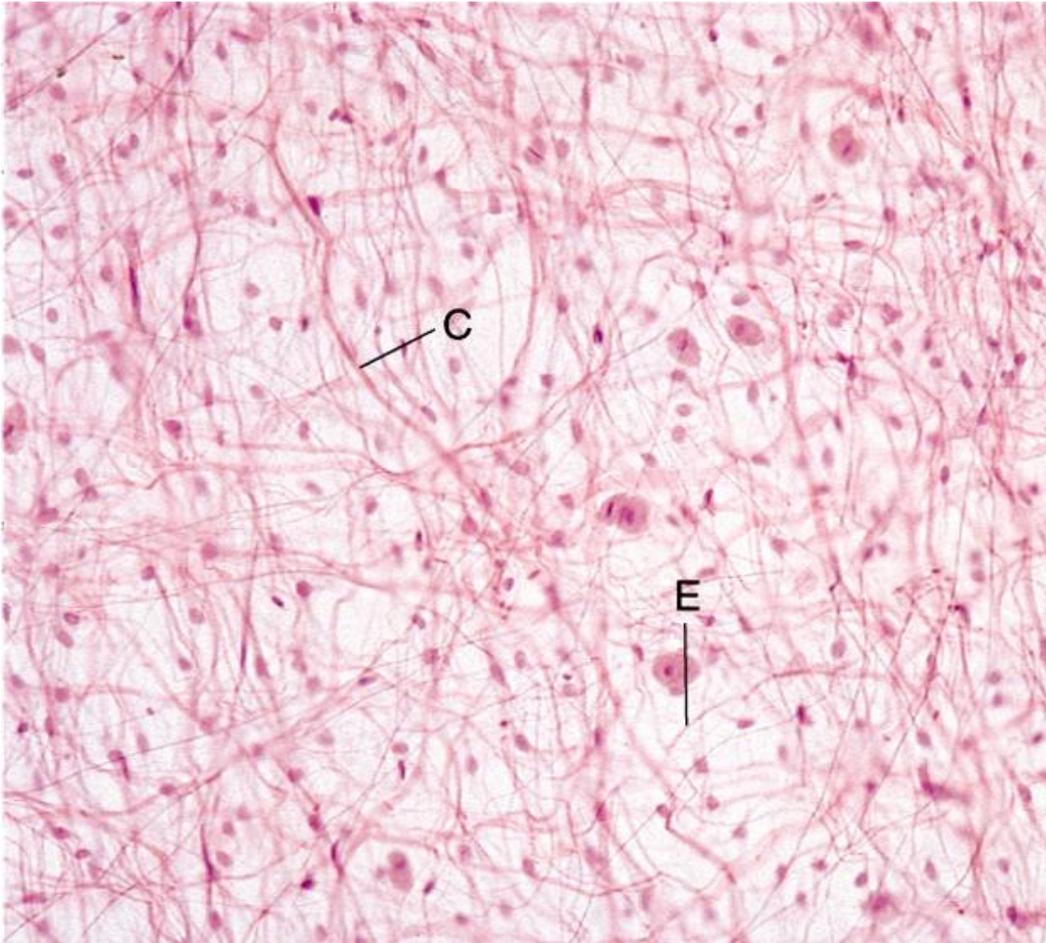
## Различия в составе крови у сельскохозяйственных животных

Животное	Количество эритроцитов 1 мм <sup>3</sup> /млн	Диаметр эритроцита, мкм	Количество лейкоцитов, 1 мм <sup>3</sup> /тыс.	Лейкоцитарная формула и размеры лейкоцитов					Количество кровяных пластинок, 1 мм <sup>3</sup> /тыс.
				нейтрофилы	эозинофилы	базофилы	лимфоциты	моноциты	
Свинья	6—6,5	6-8	15—20	36—72	3—8	0,8—1,5	24—57	2,3-5,3	240—350
Лошадь	7—9,5	4,9-5,8	9—11	50—60	3—6	0,5	18-35	2,5—3	300—350
Крупный рогатый скот	5—7	4—8	5—10	30—36	6—10	0,1—0,5	51—59	4,5—5	400
Овца	8-13	4,3	8—10	30—32	3—9	0,2—0,5	57—78	2-3	66—370
Коза	13—17	3-7	12	35	5—6	0,03—0,5	55—57	2,2—4,5	500-600
Олень	7,7		10,7	37	6,8		50	6,6	
Верблюд	11,0	8—4	10,1	53	4	0,3	42	1,7	
Кролик	5—6		8	40	1,5	1	55	2,5	240
Курица	3-4	13,7	23-35	30	5	3	60	2	23—130
Индейка	2,7		34	23—46	1—4	2,5	44	6,4	48
Гусь	2,9		38	35	0	2,5	53	10	49
Утка	3,2-4,5		35	32	8,3	3,6	51	1,5-5,5	49

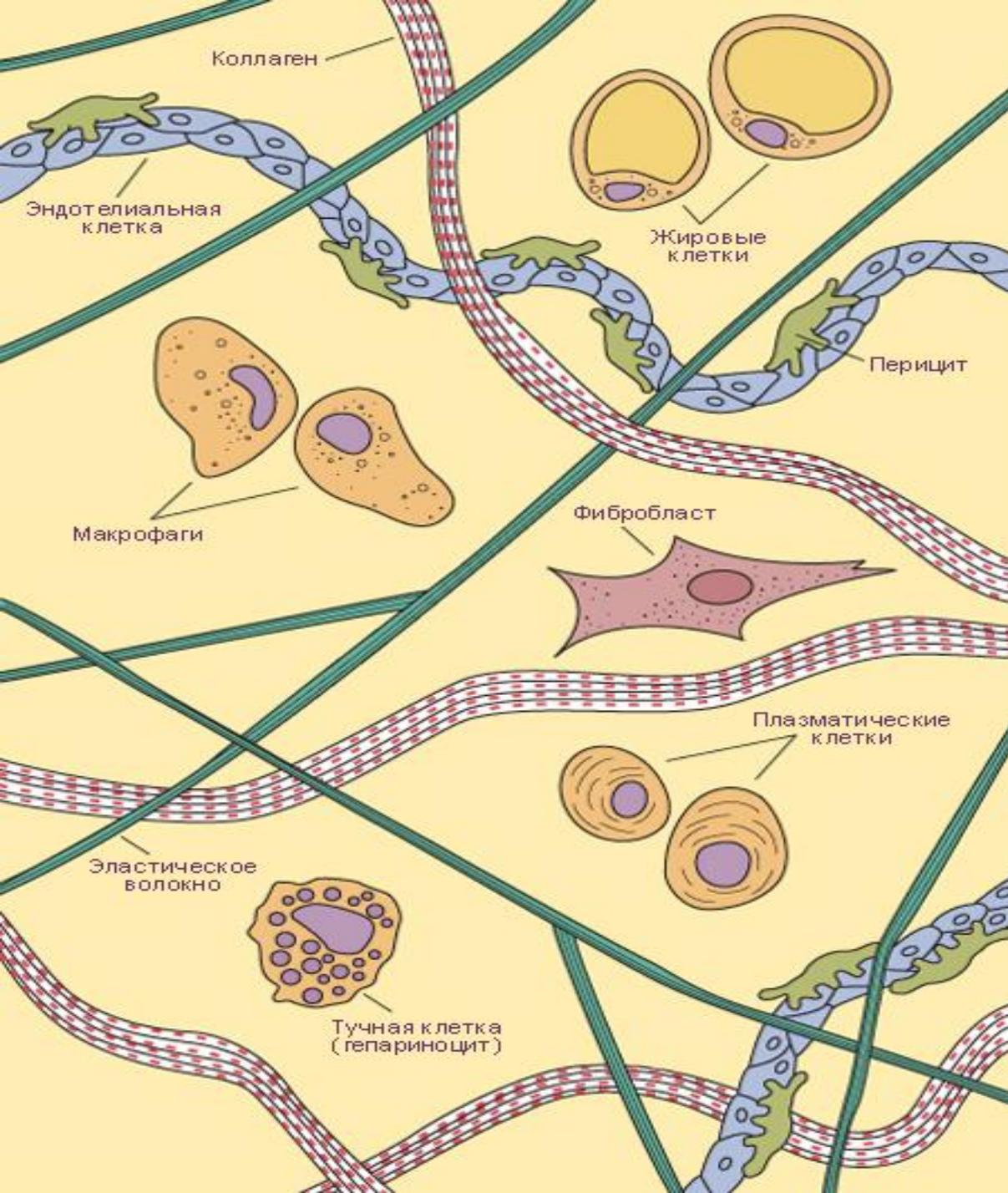
## Волокнистая рыхлая соединительная ткань

- Сопровождает кровеносные сосуды, образует строму многих органов;
- Функции: опорная, трофическая, обмен веществ между кровью и другими тканями;
- Обладает меньшим количеством волокон, но большим количеством разнообразных клеток и основного аморфного вещества;
- Основное аморфное вещество представляет собой коллоидный раствор <sup>7</sup>

# Микрофотография рыхлой соединительной ткани (лёгочная альвеола).



Световой микроскоп,  
увеличение  $\times 132$ . С  
- коллагеновые волокна, Е -  
эластические волокна.  
Видны некоторые клетки,  
характерные для рыхлой  
соединительной ткани



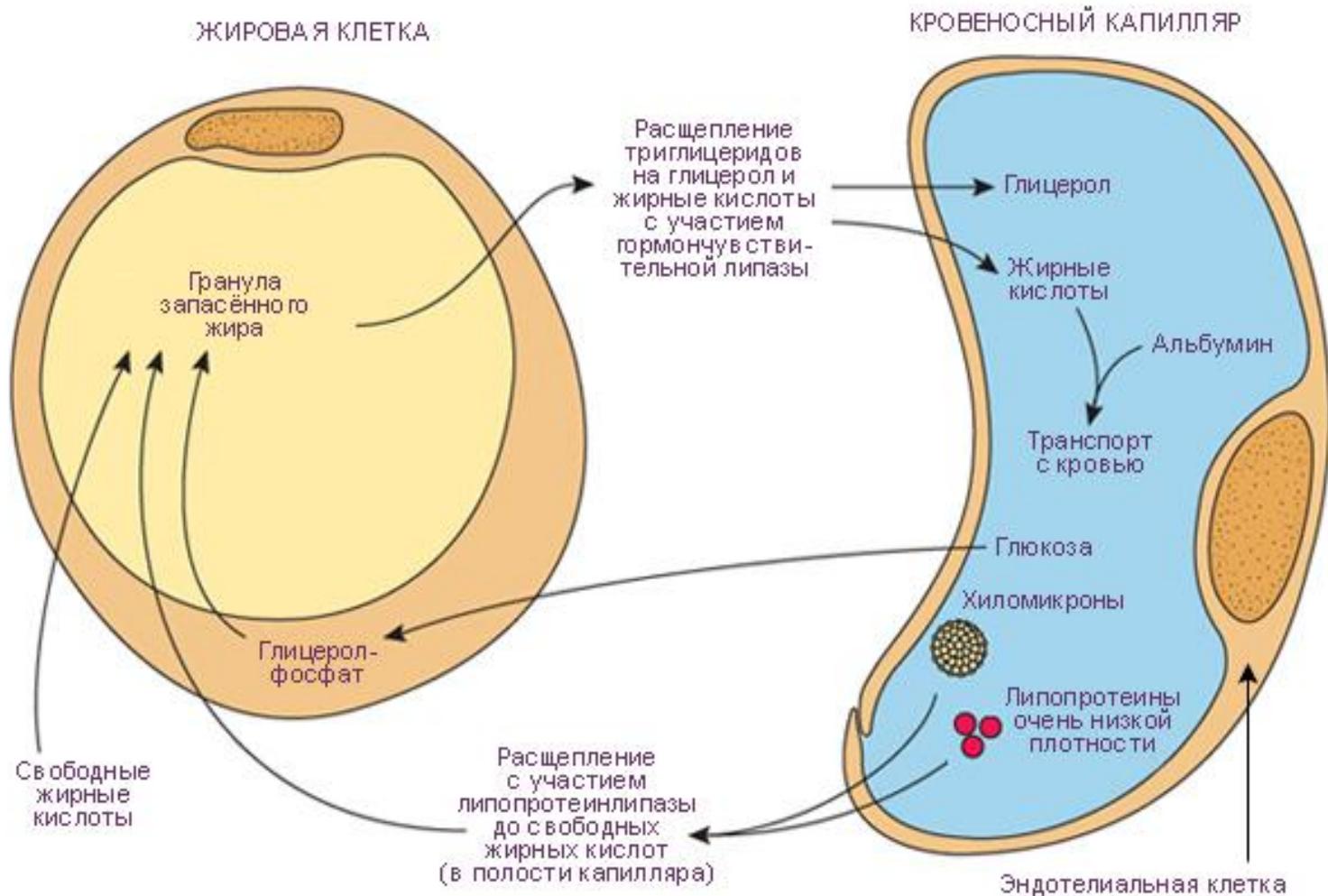
## Типы клеток и волокон рыхлой соединительной ткани

# Плотная волокнистая соединительная ткань

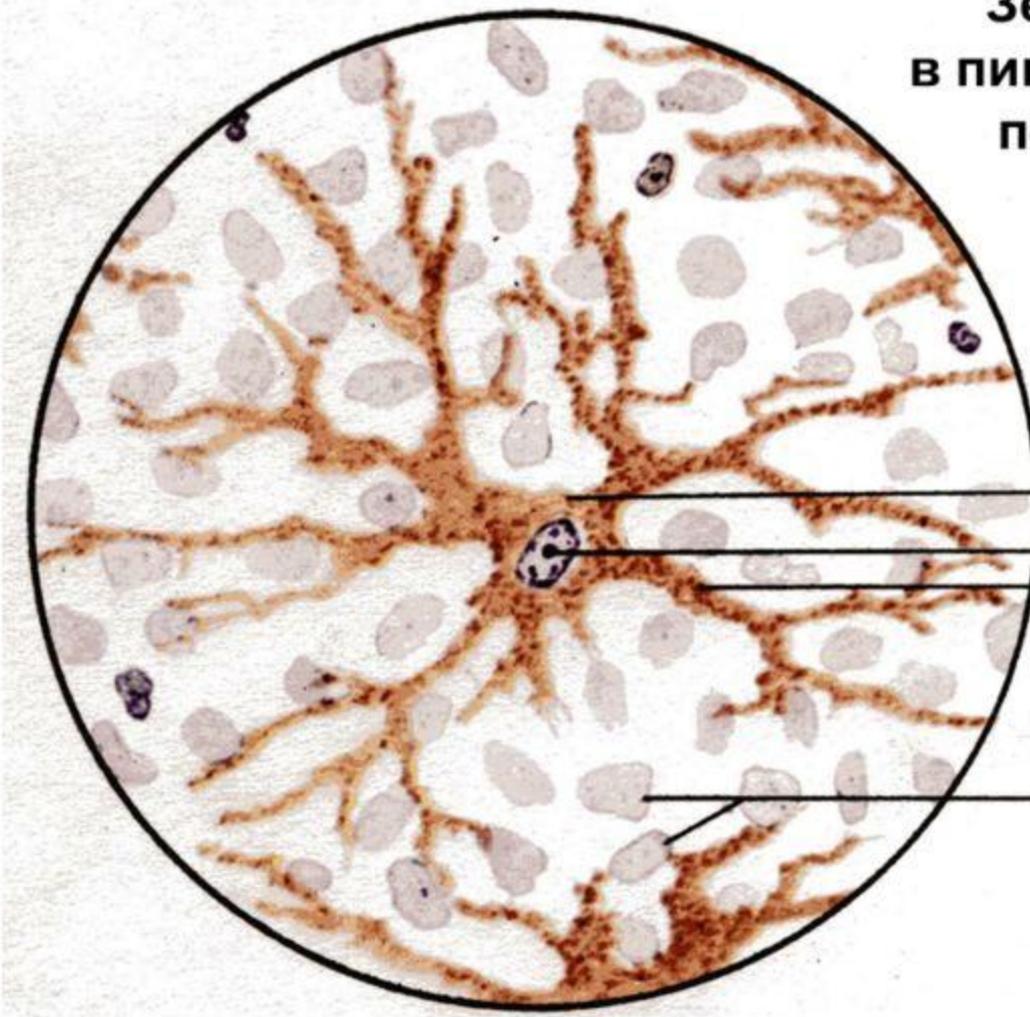
- Содержит большое количество плотно расположенных волокон;
- Основного аморфного вещества и клеток в ней мало;
- Выделяют 2 вида:
  1. **Плотная неоформленная волокнистая ткань** (образует основу кожи). В ней коллагеновые и эластические волокна переплетаются и идут в разных направлениях
  2. **Плотная оформленная волокнистая ткань** (сухожилия, связки, фасции и т. Д.). Волокна плотно прилегают друг к другу и имеют определенное направление

- **Жировая** – скопление жировых клеток (сальник, подкожный жировой слой, на брыжейке кишки и т.д.)
- **Пигментная** – содержит много пигментных клеток – меланоцитов (родимые пятна, участки кожи в области сосков, сосудистая оболочка и радужка глаза)
- **Ретикулярная** – содержит ретикулярные волокна и ретикулярные клетки с отростками, которые образуют сеть. (костный мозг, лимфатические узлы, селезенку, почки и др.). Клетки способны превращаться в другие виды клеток (макрофаги, кроветворные и др.)

# Обмен липидами между кровеносным капилляром и адипоцитом



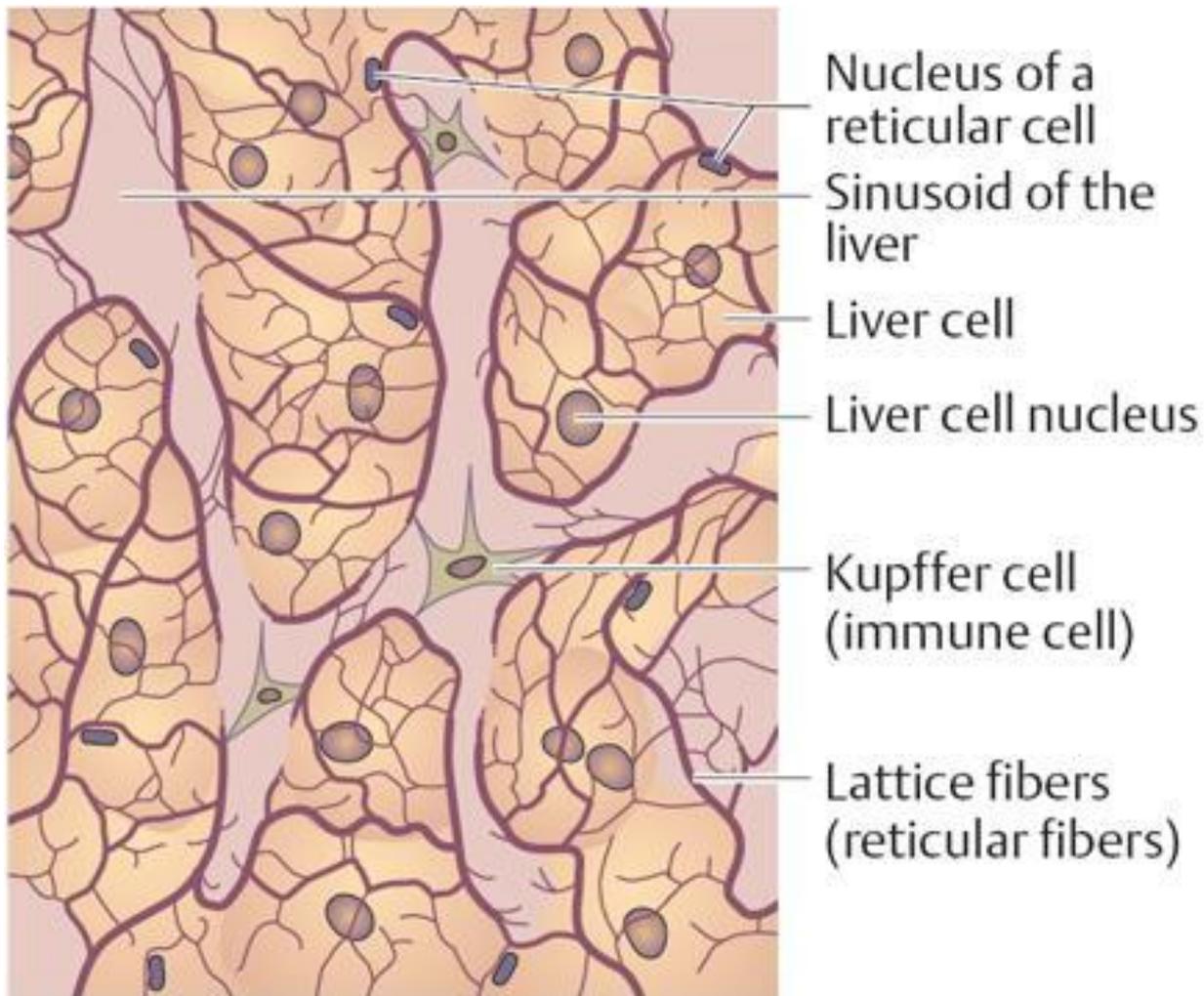
**Зерна меланина  
в пигментных клетках  
печени лягушки**



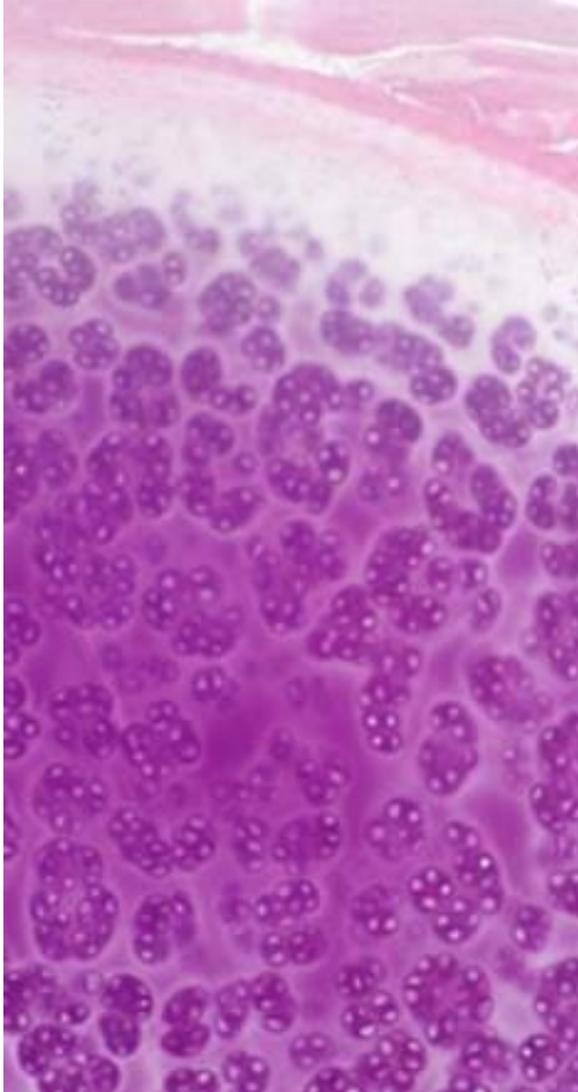
Пигментная клетка  
Ядро  
Отростки

Гепатоциты

# Ретикулярные соединительнотканые волокна в ткани печени



# Хрящевая ткань



- Не имеет кровеносных сосудов, питание осуществляется диффузно из надхрящницы (у коллагенового хряща из надкостницы);
- Межклеточного вещества по массе значительно больше клеток;
- Основное межклеточное вещество образовано хондромукоидом (хондриатинсерная кислота с белком);
- Виды хрящей отличаются по устройству межклеточного вещества;
- Различают три вида хрящей: гиалиновый, эластический, коллагеновый.
- Клетки во всех разновидностях хряща однотипны.

# Клетки хрящевой ткани

## Хондробласты

- Молодые хрящевые клетки;
- Сплюснутые одиночные клетки, встречаются в надхрящнице и наружной поверхности хряща – зоне молодого хряща;
- Функции:
  - размножение* (делятся митозом);
  - секреция межклеточного вещества* (белок и хондриатинсерная кислота)

## Хондроциты

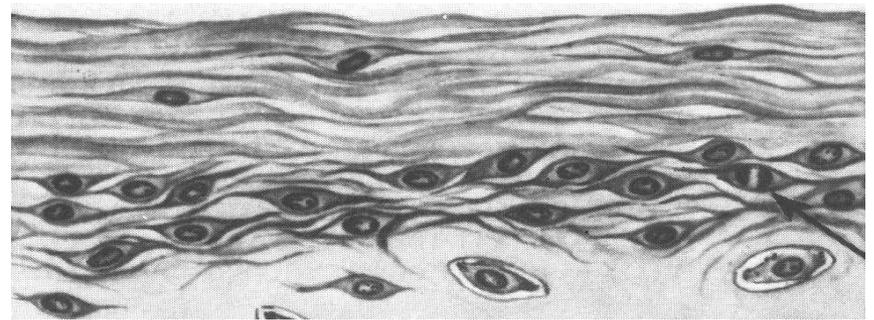
- Клетки зрелого хряща;
- Округлые пузыревидные клетки, лежат группами, т.к. не могут разойтись после деления из-за плотного межклеточного вещества – *изогенная группа клеток*;
- Функция: *секреция межклеточного вещества*;
- Изогенная группа клеток окружена плотным межклеточным веществом – *хрящевая капсула*.

# Надхрящница (перехондрий)



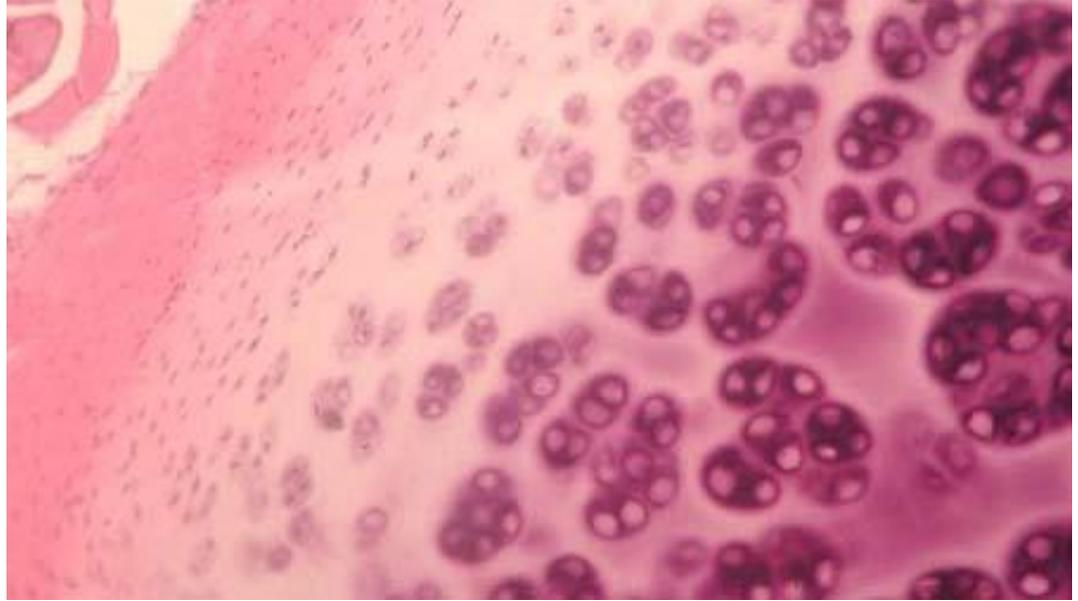
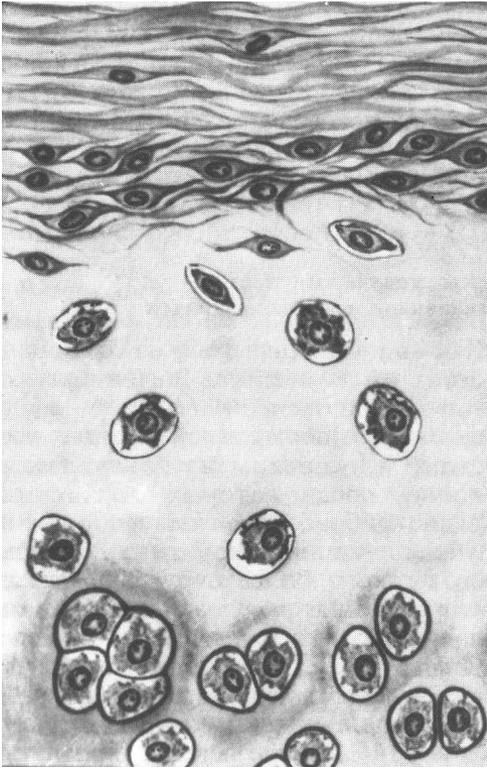
2

1



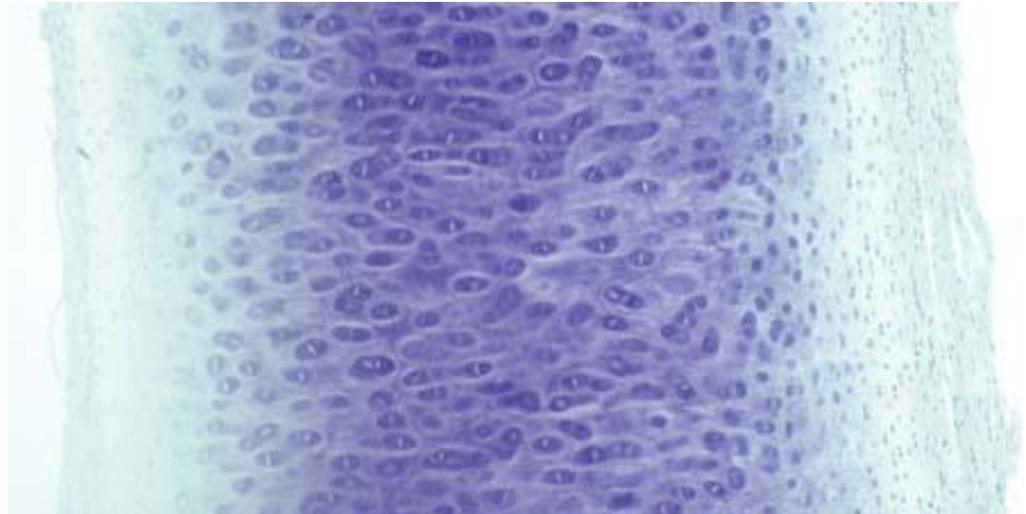
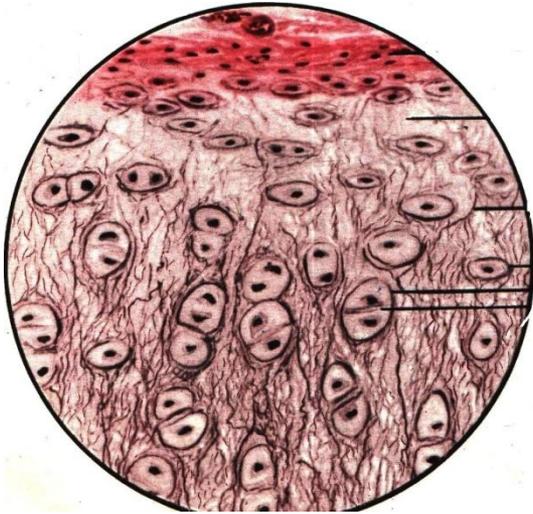
- Плотная оболочка на поверхности гиалинового и эластического хрящей;
- **Хондрогенный слой (2)** – образован малодифференцированными клетками, которые способны дифференцироваться в хрящевые, формируя внешнюю часть хрящевой ткани;
- **Волокнистый слой (1)** – образован коллагеновыми волокнами.
- Функции надкостницы: питание хряща, обновление и рост хряща.

# *Гиалиновый хрящ*



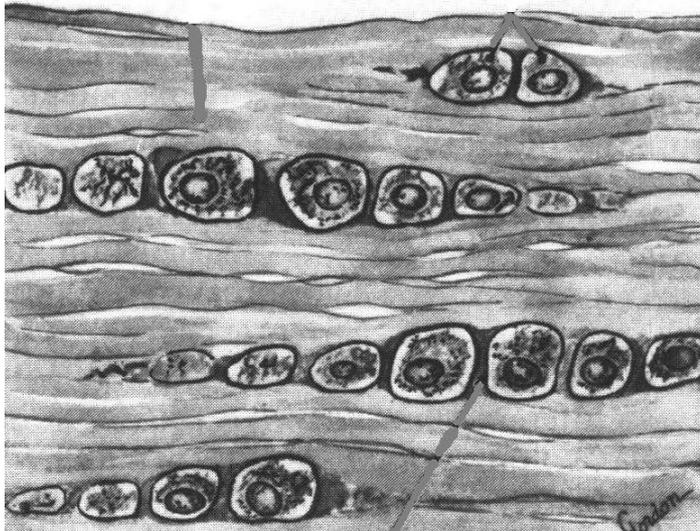
- Стекловидный, беловато-голубого цвета;
- Покрывает суставные поверхности костей, образует кольца трахеи, реберные хрящи;
- Межклеточное вещество образовано хондромукоидом;
- Хрящевые капсулы округлые;
- Может обизвествляться.

# Эластический хрящ



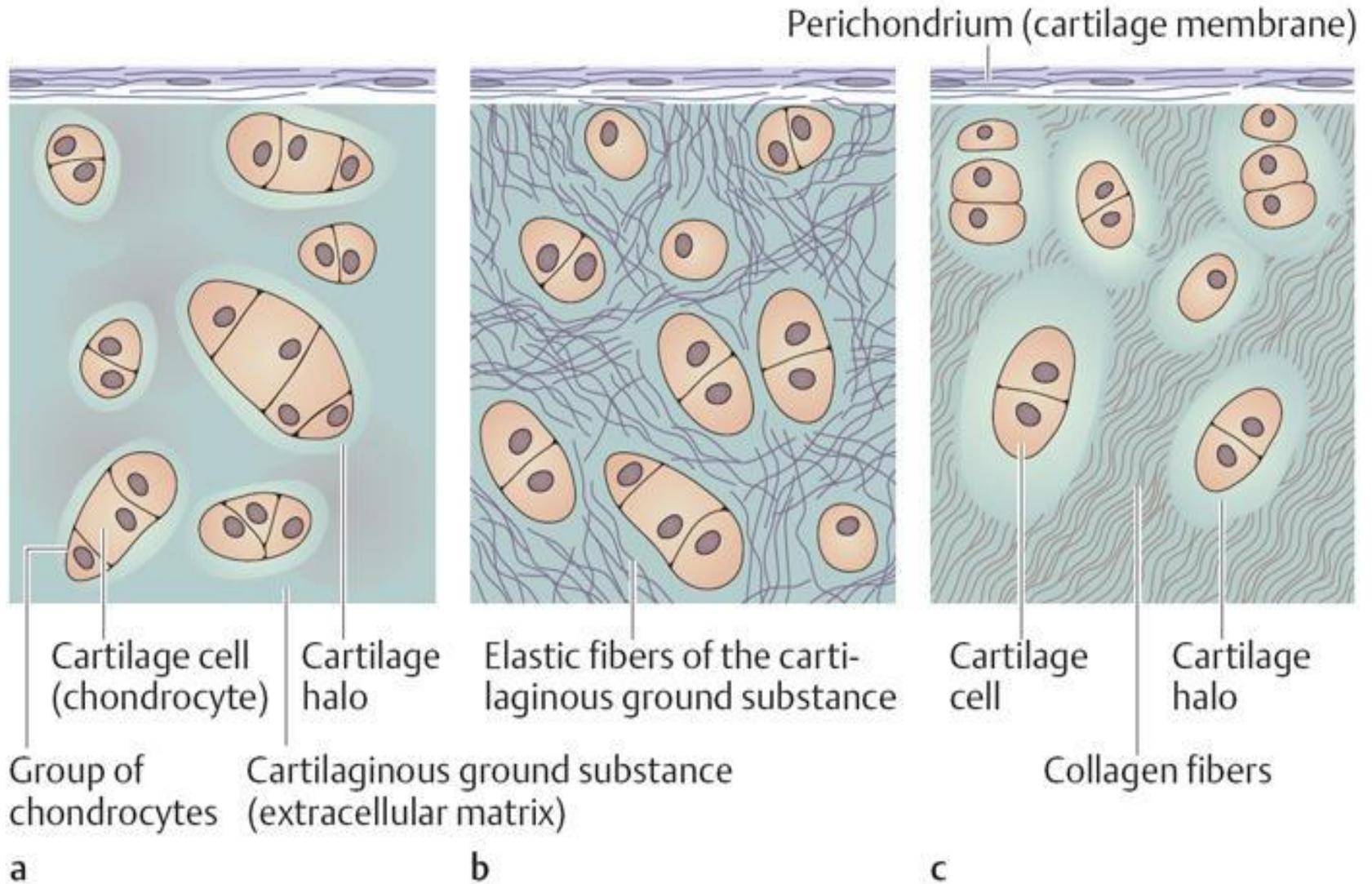
- Желтовато-мутного цвета;
- Образует основу ушной раковины, крылья носа, носовые перегородки, надгортанник;
- Межклеточное вещество образовано хондромукоидом в котором много эластических волокон;
- Хрящевые капсулы столбчатые;
- Не может обизвествляться.

## *Коллагеново- волоконистый хрящ*



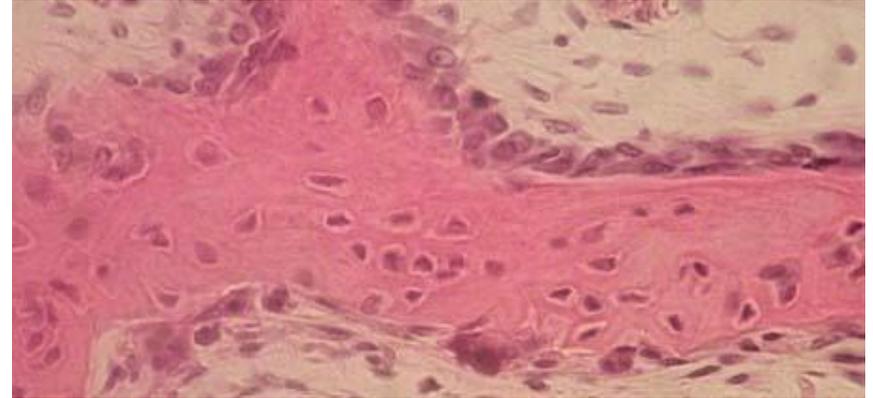
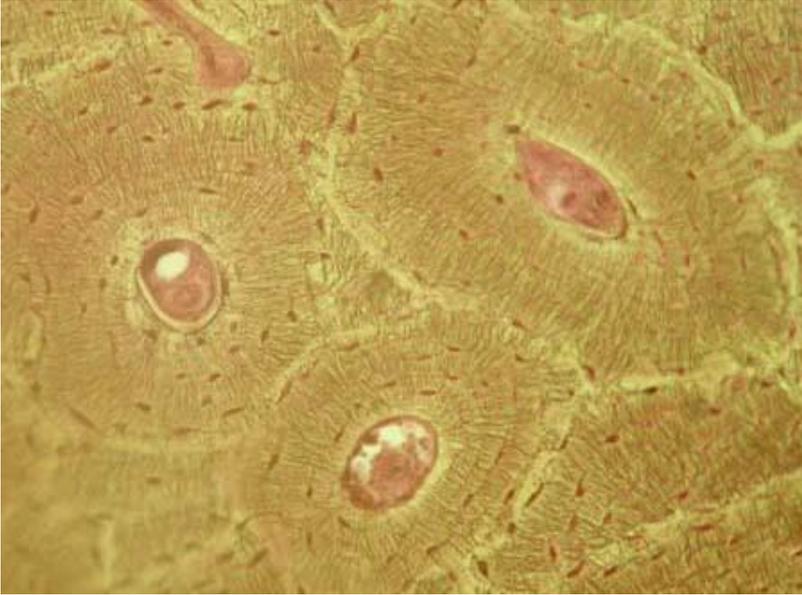
- Беловато-мутного цвета;
- Образует межпозвоночные диски;
- Межклеточное вещество образовано хондромукоидом в котором много грубых коллагеновых волокон;
- Не имеет надхрящницы, питается диффузно из надкостницы;
- Может обизвествляться.





a - Hyaline cartilage; b - elastic cartilage; c - fibrocartilage

# *Костная ткань*

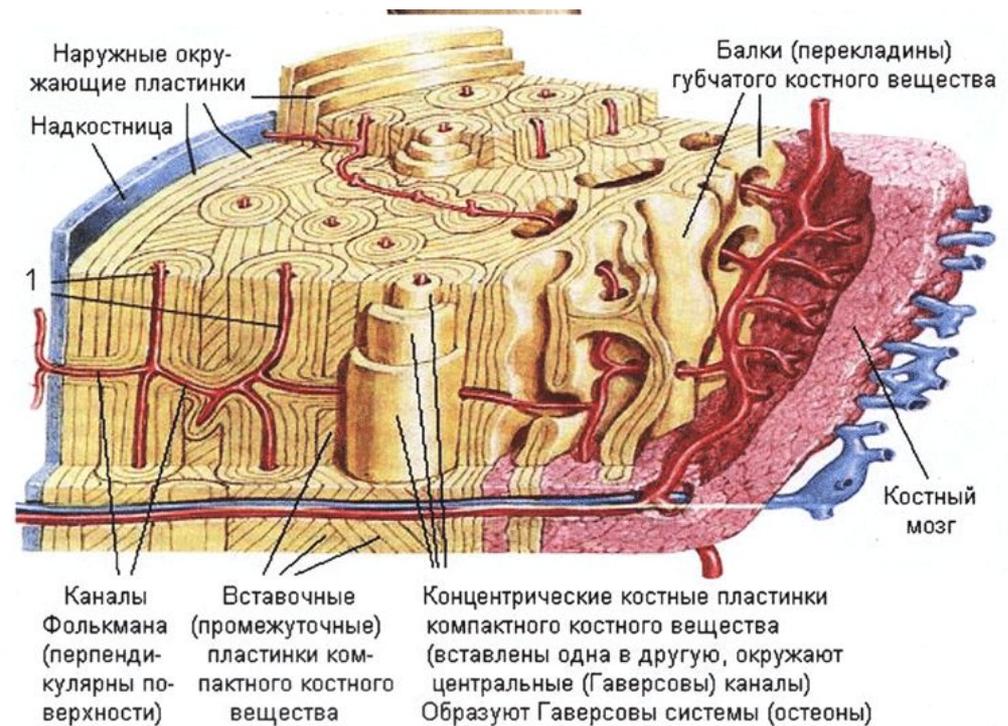
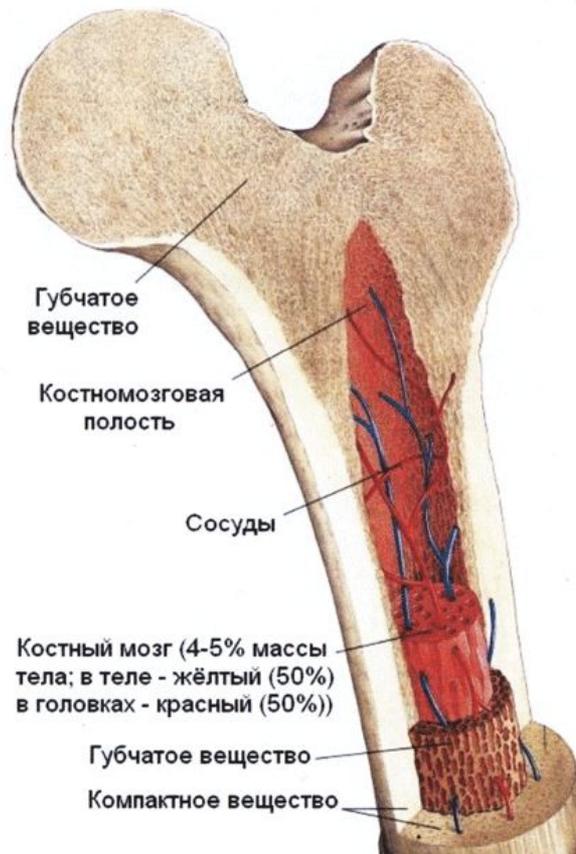


- Самая плотная ткань организма;
- Состоит из клеток и межклеточного вещества (коллагеновых волокон и аморфного вещества);
- Коллагена больше, чем в хряще;
- Поверхность покрыта надкостницей (периостом);
- Содержит капилляры;
- Различают зрелую и незрелую костную ткань.

# КОСТНАЯ ТКАНЬ

- губчатая

- пластинчатая



# Незрелая костная ткань



## Грубоволокнистая

- Присутствуют толстые пучки коллагеновых волокон, лежащие параллельно друг другу с остеоцитами между ними.
- Образует скелет эмбриона, у взрослого – швы черепа, присутствует в костном лабиринте внутреннего уха.

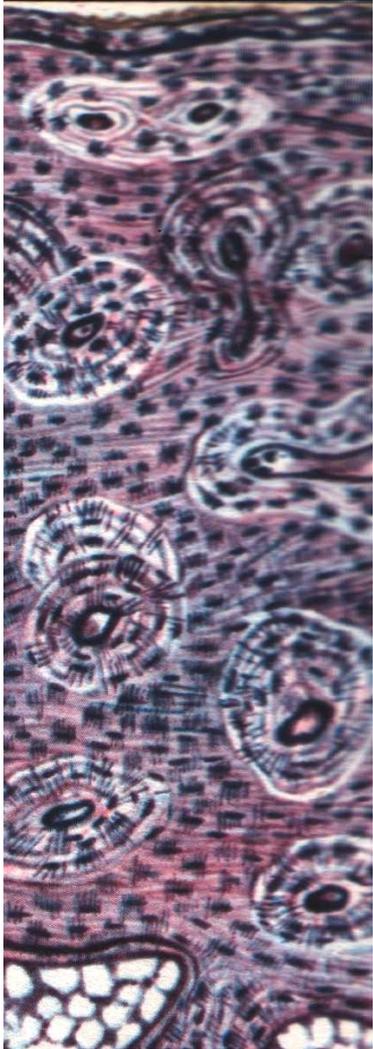


## Сетчатая

- Пучки коллагена лежат в разных направлениях;
- Содержит больше кальция, чем другие типы костной ткани.
- Образует дентин.

- В незрелой кости доля клеток больше, чем в зрелой;
- Почти вся незрелая кость в процессе эмбриогенеза замещается зрелой;
- Незрелая кость часто образуется постнатально при заживлении переломов.

# *Зрелая костная ткань – тонковолокнистая пластинчатая*



- Образует кости;
- Эволюционно более молодая;
- Прочная, легкая и упругая;
- У человека начинает развиваться в конце 2 месяца внутриутробного развития из мезенхимы;
- Затем на месте будущей кости образуются хрящевые зачатки из гиалинового хряща;
- Затем хрящ замещается грубоволокнистой (незрелой) костной тканью, которая вновь разрушается и на ее месте строится тонковолокнистая кость;
- Процесс развития кости у человека идет у ♀ до 20 лет, у ♂ до 25.

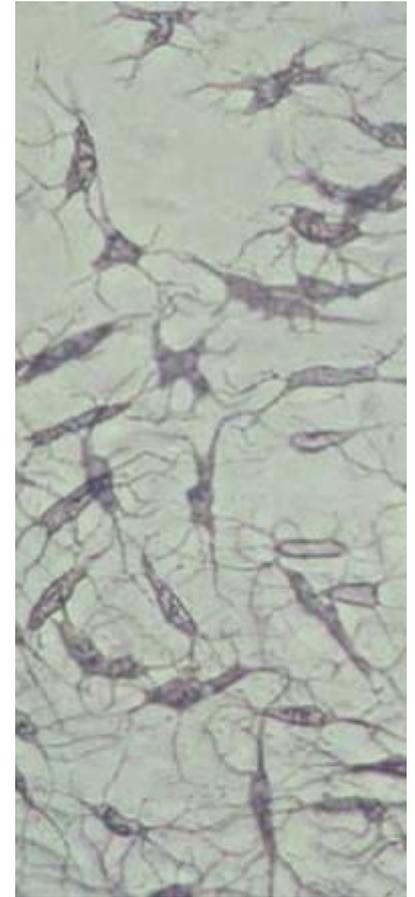
# Клетки костной ткани

## Остеобласты

- Os – кость; blastos – зародыш;
- Образуются из клеток мезенхимы, которые теряют связи, округлые;
- Содержат в цитоплазме много гранулярной ЭПС;
- Функция – секреция белка (для межклеточного вещества).

## Остеоциты

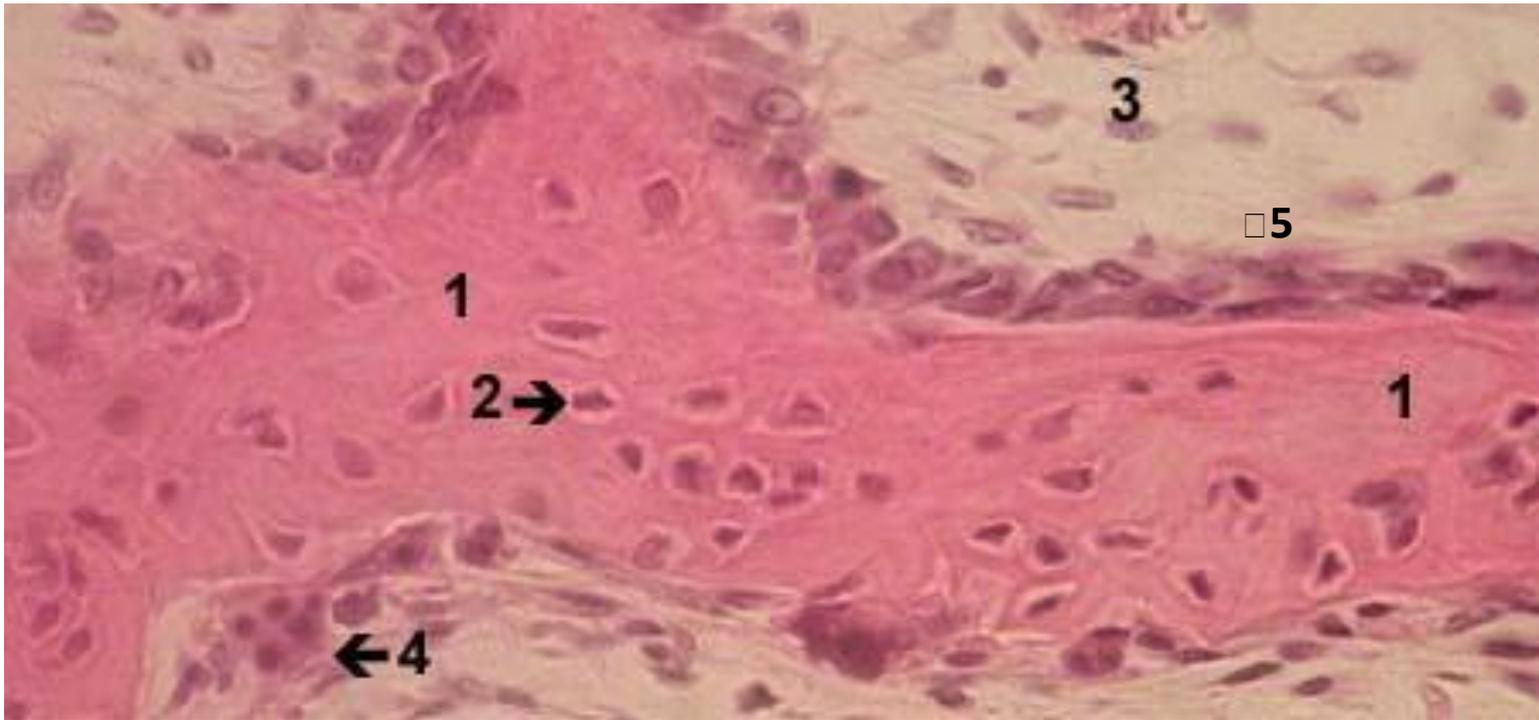
- Клетка неправильной формы, сдавленная межклеточным веществом;
- Не способны секретировать белок;
- Функция – регуляция извлечения солей Ca, P, т.е. обеспечивают минерализацию кости.



## Остеокласты ( *klan* – разрушать)

- Костные макрофаги – гигантские клетки, многоядерные (от 10 до 100 и более ядер);
- Выделяют  $CO_2$  – для декальцинации костного вещества;
- Функция – разрушают старое межклеточное вещество, для построения нового.

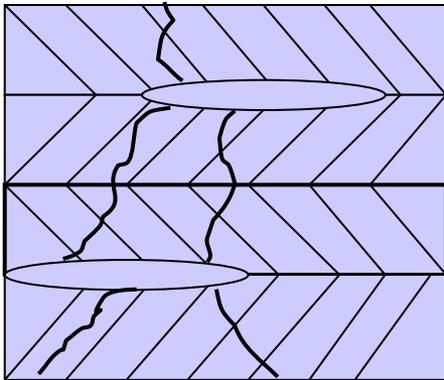
# Развитие костной ткани



- костная трабекула, скелетогенный островок (участок строящейся кости);
- 1 – межклеточное вещество костной ткани;
- 2 – остециты;
- 3 – мезенхима;
- 4 – остеокласт;
- 5 – остеобласты.

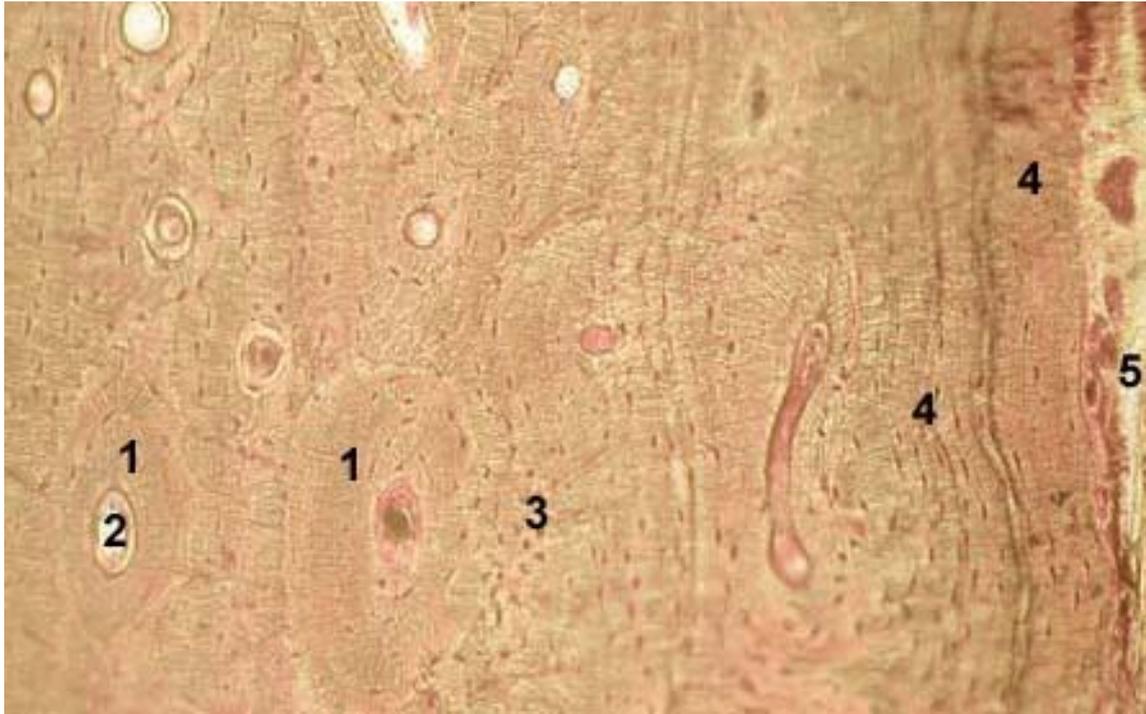
# *Межклеточное вещество костной ткани*

- Некоторое количество аморфного органического вещества;
- Тонкие осеиновые (коллагеновые) волокна;
- Волокна располагаются упорядоченно – параллельно друг другу, образуя костную пластинку;
- Волокна соседних пластинок располагаются под углом  $90^0$  друг к другу и окончания заходят на соседние пластинки образуя костный шов;



- Между костными пластинками есть полости – костные лакуны – в которых помещаются остеоциты;
- Лакуны соединены между собой костными канальцами, в которых проходят отростки остеоцитов.

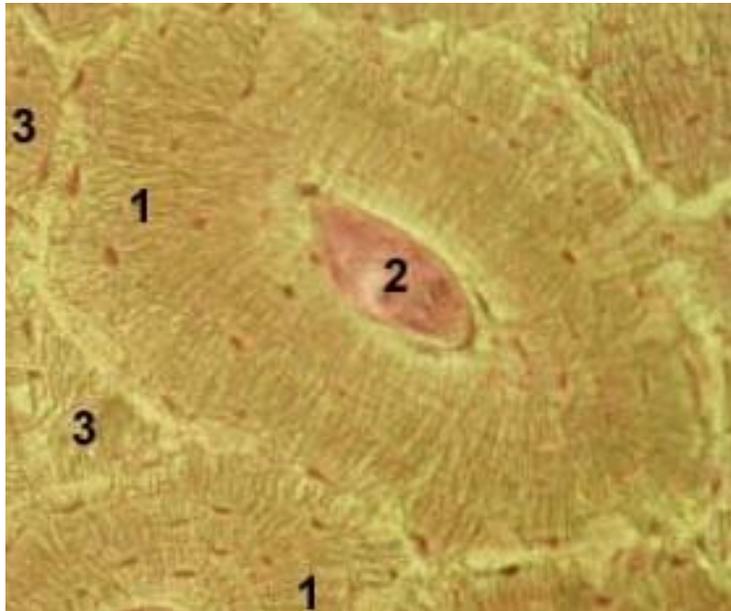
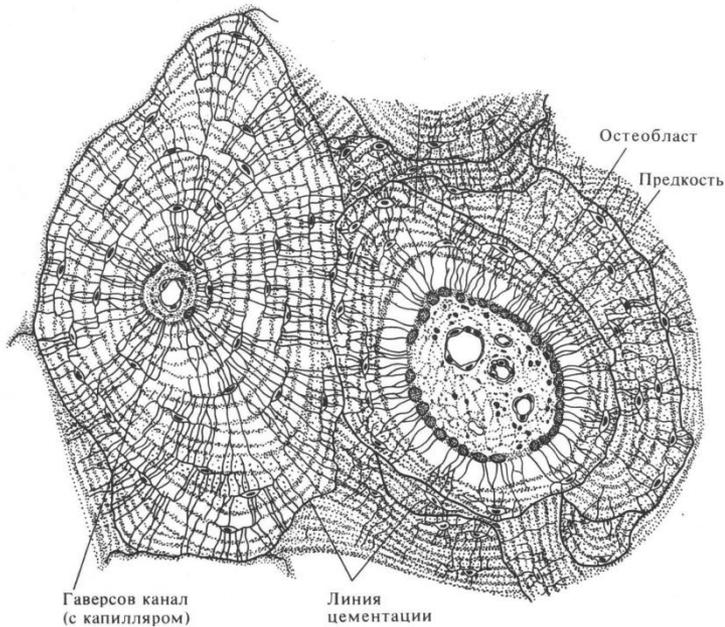
# Расположение пластинок



Анатомически пластинки могут располагаться по-разному:

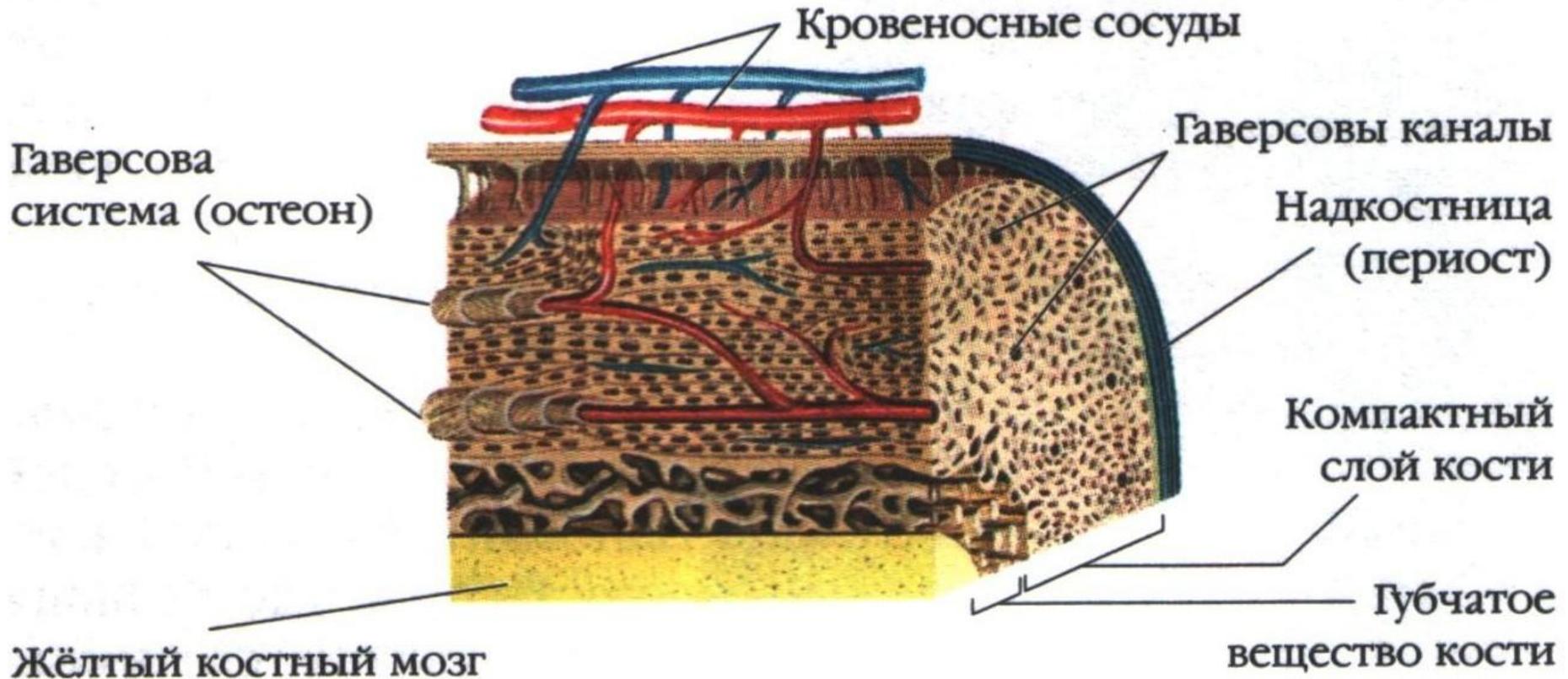
- По направлению сил тяжести, действующих на кость (сетчато), образуя *губчатое* вещество кости;
- Повторяя контур сосудов, в виде цилиндров, вставленных один в другой – остеон, образуя *трубчатое* вещество кости.

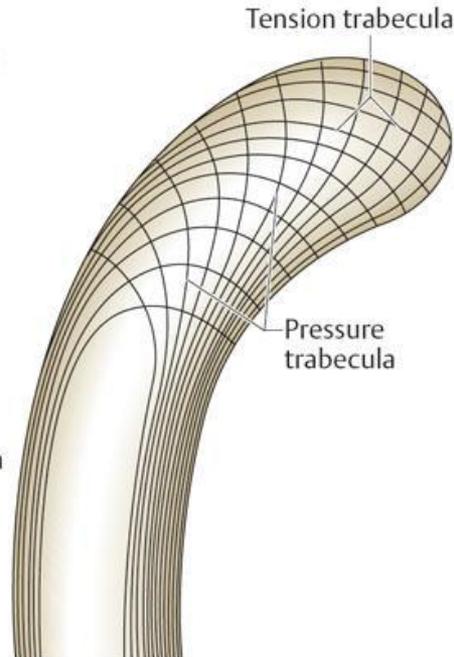
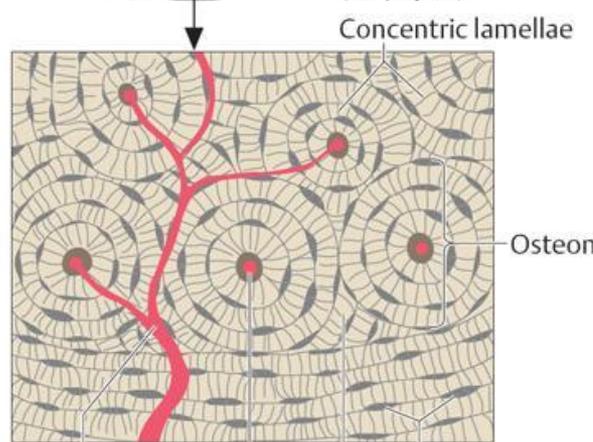
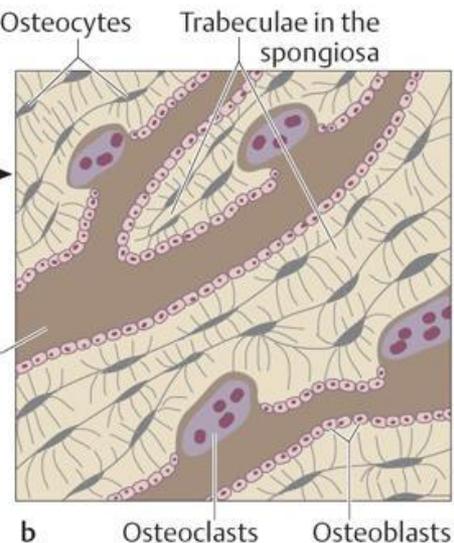
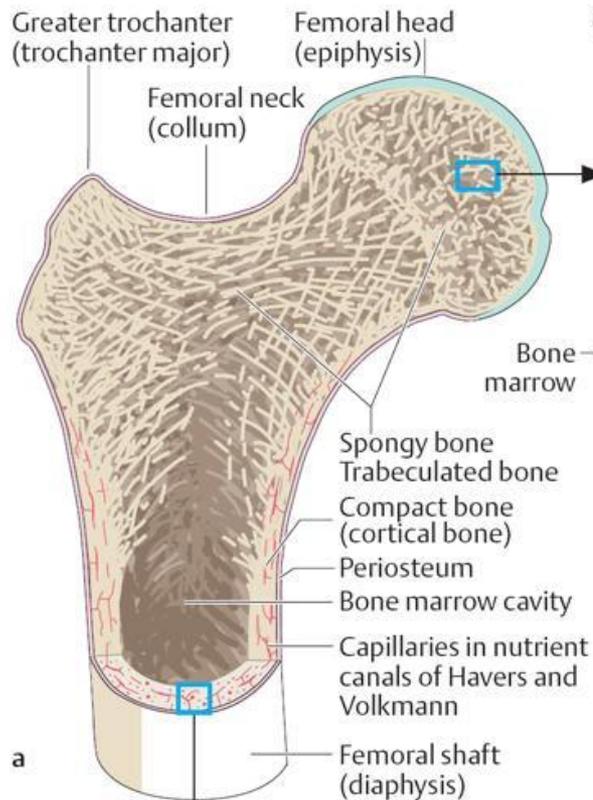
# Остеон (гаверсова система)



- Остеон может возникнуть только на основе туннеля, заполняющегося изнутри концентрическими слоями костной ткани (1);
- Остеон имеет один или два кровеносных сосуда, выполняющих трофическую функцию – гаверов канал (2);
- Щели между остеонами заняты вставочными пластинками (3) – остатками старых остеонов).

# Строение трубчатой кости





**a**

**b**

**c**

**d**