

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

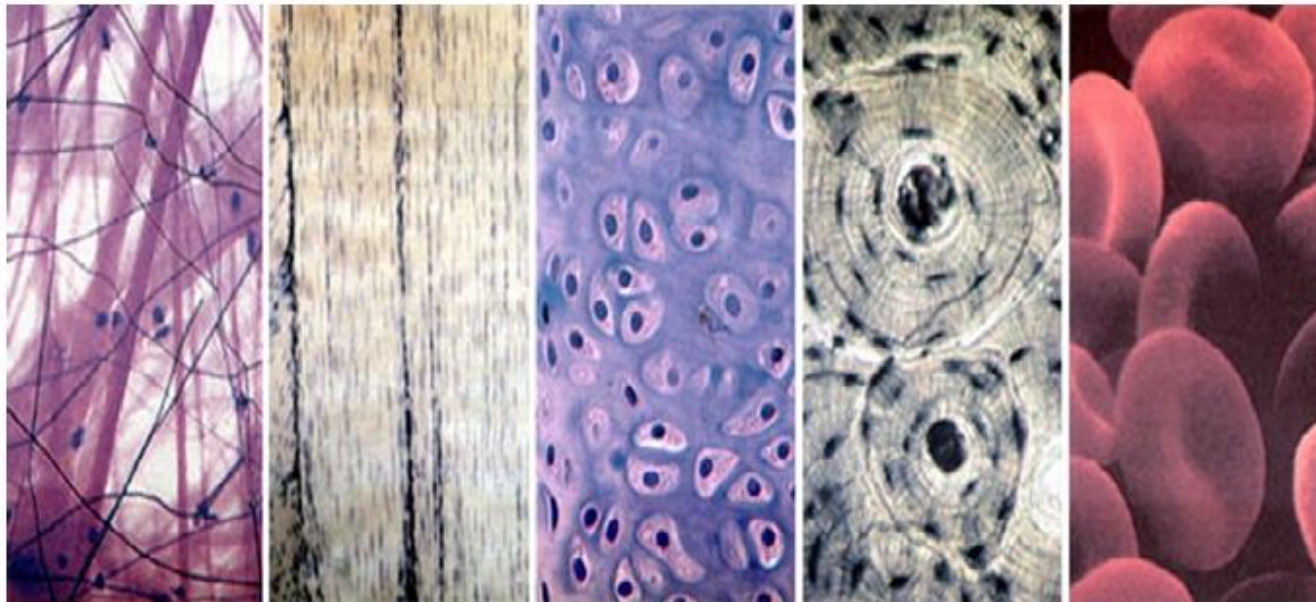
1. Определение,
2. Функции,
3. Классификация,
4. Гистогенез соединительных тканей,
5. Принципы организации

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ:

1. внутреннее расположение в организме;
2. преобладание межклеточного вещества над клетками;
3. многообразие клеточных форм;
4. общий источник происхождения — **мезенхима.**

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

- **Состоят из клеток, волокон и основного вещества.**
- **Она составляет скелет, соединяет между собой различные ткани и органы, окружает некоторые органы, защищая их от повреждения.**





А.А. Заварзин



Alexander Maximov



И.И. Мечников

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

- В изучение функций и структуры соединительной ткани большой вклад внесли:
**А.А. Заварзин,
А. А. Максимов,
И.И. Мечников, Л.
Ашов.**

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ



А.А. Богомолец

Особая заслуга принадлежит А.А. Богомольцу, который дал определение соединительной ткани как «физиологической системы».

Наиболее характерными признаками этой системы являются:

Универсальность;

Гетерогенность;

Высокая приспособляемость (А.В. Шехтер).



А.В. Шехтер

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ



СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

- **Универсальность** – определяется широким распространением соединительной ткани в организме:
- она образует строму внутренних органов, основу кожи, серозных и синовиальных оболочек, связки, сухожилия, апоневрозы, оболочки мышц и нервов, участвуют в образовании сосудистой стенки.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

- **Гетерогенность** обусловлена разнообразными проявлениями особенностей клеток и межклеточных компонентов соединительной ткани.
- **Три типа клеток** и волокнистых структур, несколько типов **гликозамингликанов** – все это делает бесконечным количество комбинаций, которые могут возникнуть при патологии соединительной ткани.
- Кроме того, все клетки соединительной ткани способны к клонированию и дифференцировке, что обуславливает наличие в тканях клеток различной степени зрелости и функциональной активности.
- С гетерогенностью соединительной ткани сочетается разнообразие её функций. А.А. Богомолец различал – пластическую, защитную, трофическую и опорную функции. Позже к ним прибавилась еще одна – **Морфогенетическая**.

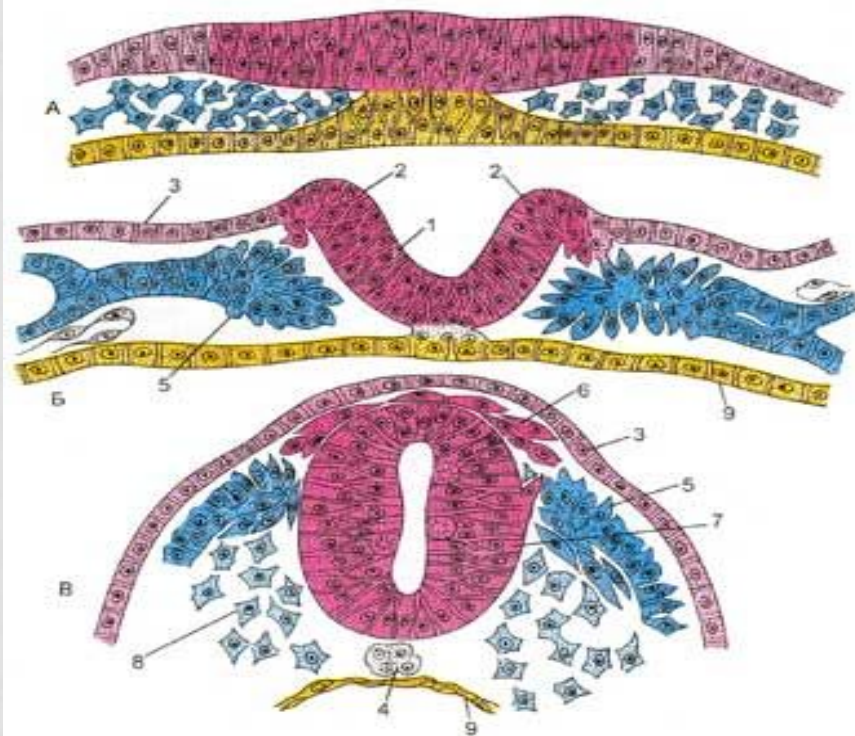
ФУНКЦИИ

- *Соединительные ткани выполняют различные функции:*
- **трофическую,**
- **защитную,**
- **опорную (биомеханическую),**
- **пластическую,**
- **морфогенетическую.**

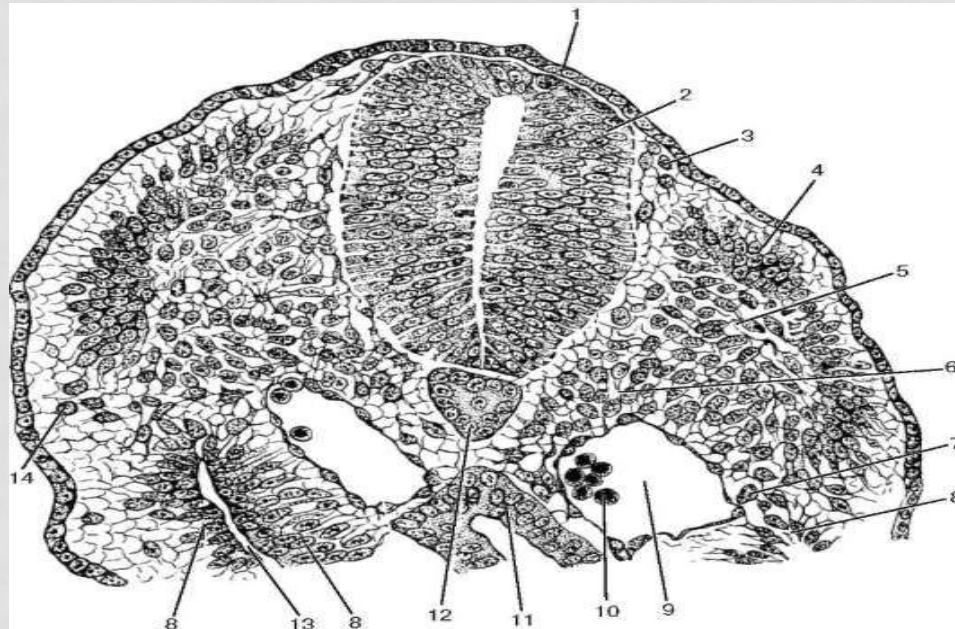
ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ГИСТОГЕНЕЗ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ.

- **Различают:**
- Эмбриональный и
- Постэмбриогенальный гистогенез соединительных тканей.
- **В процессе эмбрионального гистогенеза** мезенхима приобретает черты тканевого строения раньше закладки других тканей.
- Этот процесс в различных органах и системах происходит неодинаково и зависит от их физиологической значимости на различных этапах эмбриогенеза.

РАЗВИТИЕ



- 1 - нервный желобок;
- 2 - нервный валик;
- 3 - кожная эктодерма;
- 4 - хорда;
- 5 - сомитная мезодерма;
- 6 - нервный гребень (ганглиозная пластинка);
- 7 - нервная трубка;
- 8 - мезенхима;
- 9 - энтодерма

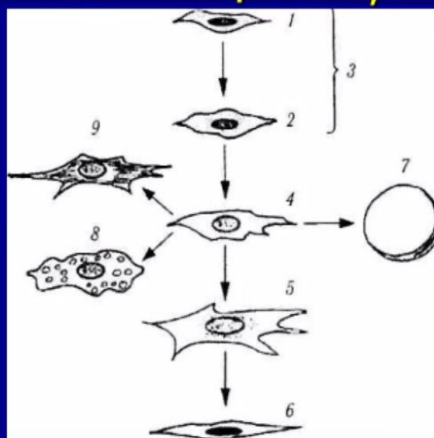
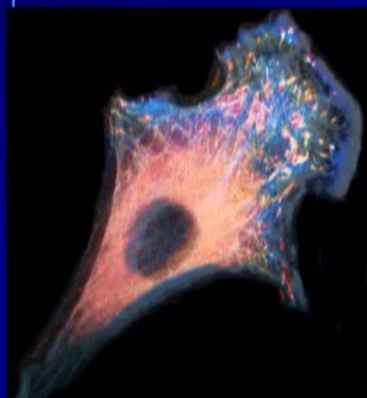


- Локализация эмбриональных зачатков тканей и органов в теле зародыша (срез зародыша в стадии 12 сомитов, по А. А. Максиму, с изменениями):
- 1 - кожная эктодерма;
 - 2 - нервная трубка;
 - 3 - нейральный гребень;
 - 4 - дерматом;
 - 5 - миотом;
 - 6 - склеротом;
 - 7 - сегментная ножка;
 - 8 - выстилка целома;
 - 9 - аорта, выстланная эндотелием;
 - 10 - клетки крови;
 - 11 - кишечная трубка;
 - 12 - хорда;
 - 13 - полость целома;
 - 14 - мигрирующие клетки, образующие мезенхиму

КЛЕТКИ **РВСТ** - СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОЧНЫХ ТИПОВ НА РАЗНОЙ СТАДИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ:

Фибробласт

- образует межклеточное вещество;



Дифферон (по Быкову В.Л., 1999): 1 – стволовая клетка, 2 – полустволовая клетка, 3 -адвентициальная клетка, 4 – юный фибробласт, 5 – зрелый фибробласт, 6 – фиброцит, 7 – жировая клетка, 8 – фиброкласт, 9 - миофибробласт

1. стволовая клетка (из мезенхимы);
2. полустволовая клетка – т. к. у взрослого человека нет мезенхимы, то роль стволовой клетки исполняют – адвентициальные клетки,
4. юный фибробласт - может дифференцироваться в - жировую клетку - в фиброкласт и - миофибробласт
6. зрелый фибробласт
7. фиброцит

ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ГИСТОГЕНЕЗ

- в нормальных физиологических условиях происходит **медленнее** и направлен на **поддержание тканевого гомеостаза**, пролиферацию **малодифференцированных клеток** и замену ими **отмирающих клеток**.
- Существенную роль в этих процессах играют **межклеточные внутритканевые** взаимодействия, индуцирующие и ингибирующие факторы (**интегрины, межклеточные адгезивные факторы, функциональные нагрузки, гормоны, оксигенация, наличие малодифференцированных клеток**).

ДИФФЕРОННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТКАНЕЙ

- **Дифферон** - это ряд родственных клеток, составляющих преемственную линию дифференцировки от наименее зрелых (*стволовых*), до высокоспециализированных функционирующих
- **Гистогенетический ряд:**
 - 1. Стволовые клетки (*некомитированные*)
 - 2. Клетки – предшественники (*камбиальные*)
 - 3. Дифференцированные клетки

ДИФФЕРОННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТКАНЕЙ

- ССК-стволовая стромальная клетка (гистогенный дифферон)
- СКК-стволовая клетка крови (гематогенный дифферон)
- СНЕК-стволовая нейроэктодермальная клетка (нейрогенный дифферон)
-
- Локализация в организме
-
- Строма паренхиматозных органов
- Оболочки полых внутренних органов
- Оболочки сосудов и сердца
- Дерма кожи
- Оболочки глаза
- Оболочки спинного и головного мозга
- Оболочки мышц и нервов

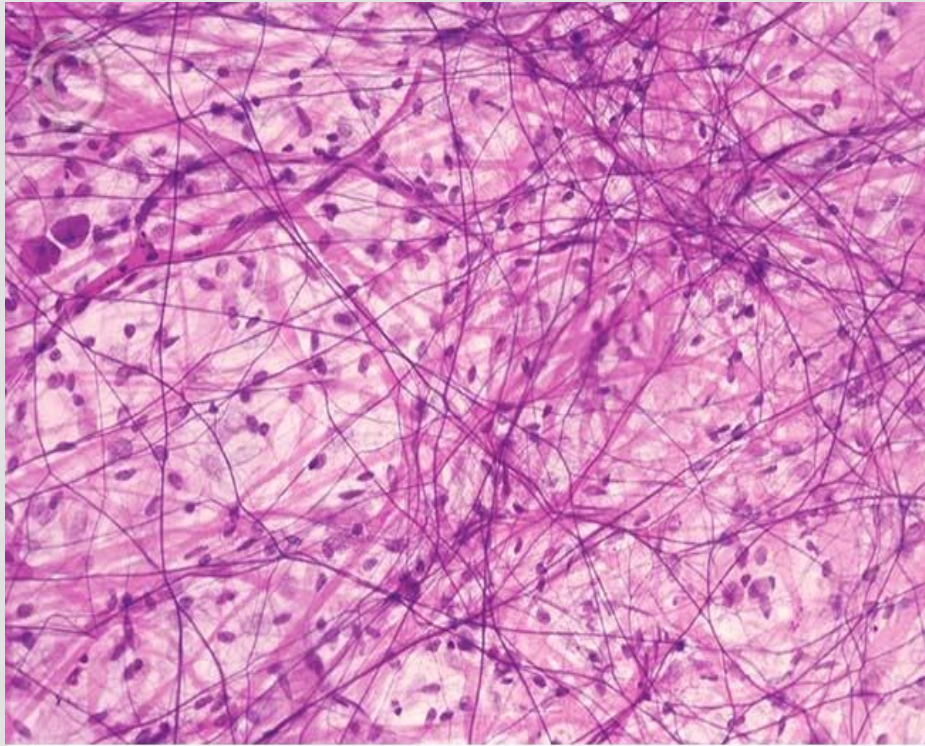
СОБСТВЕННО СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ ВКЛЮЧАЕТ:

- Рыхлую волокнистую соединительную ткань (межтканевые прослойки в органах, вокруг сосудов и нервов); **РВСТ**
 - 2. Плотную неоформленную соединительную ткань (сетчатый слой дермы); **ПВНСТ**
 - 3. Скелетную соединительную ткань - плотная оформленная **ПВОСТ** (сухожилия, связки, апоневрозы)
 - 4. Соединительные ткани со специальными свойствами (ретикулярную, жировую, слизистую)
-

РЫХЛАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ (РВСТ)

1. Взаимодействует с другими тканями (эпителий, железистыми клетками);
2. Поддерживает гомеостаз - защитные реакции;
РВСТ – клетка (**фибробласт**) + межклеточное вещество + аморфное вещество
3. **Содержит 10 типов клеток;**
4. Межклеточное вещество:
волокна (**коллагеновые, эластические**) и аморфное вещество (**гликозаминогликаны**)

РЫХЛАЯ ВОЛОКНИСТАЯ НЕОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ



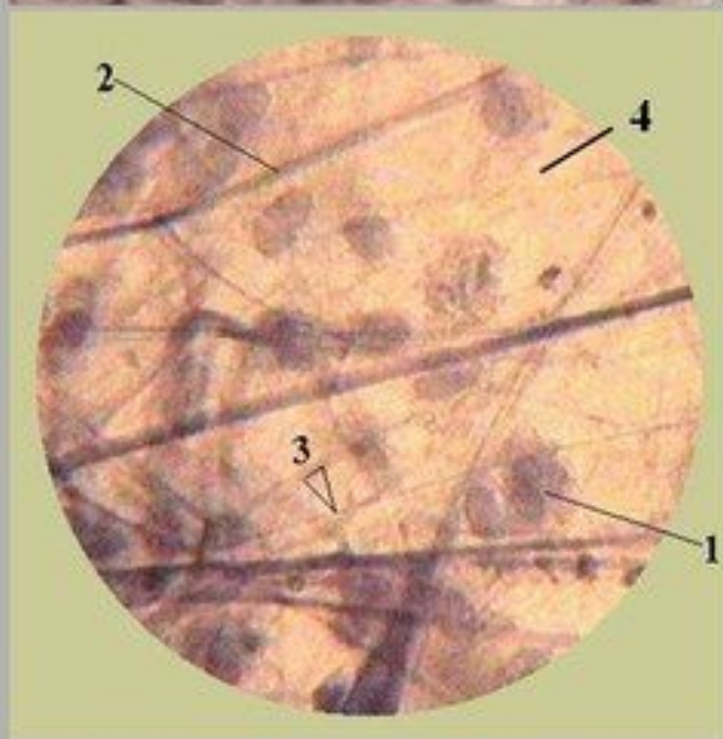
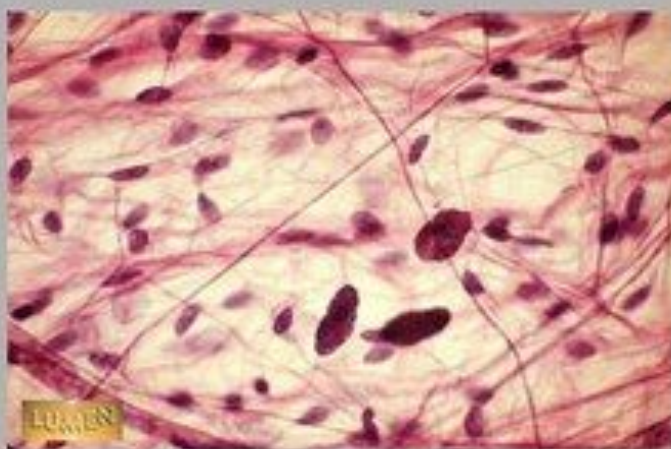
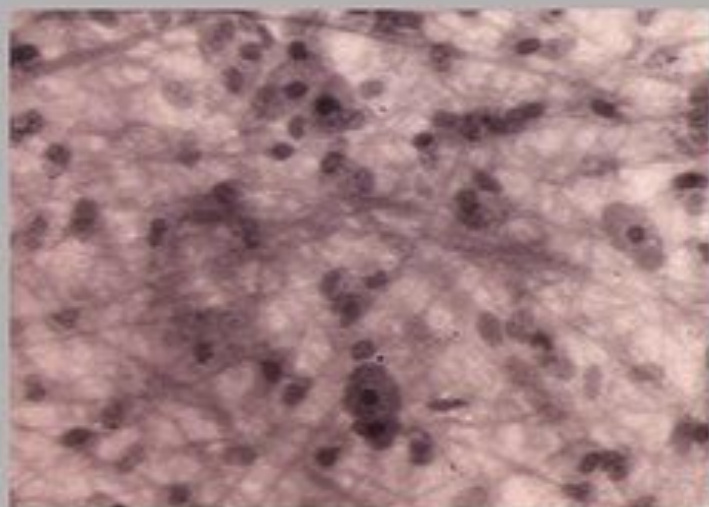
3F5543 [RM] © www.visualphotos.com

Рыхлая соединительная ткань (*textus connectivus collagenosus*) обнаруживается во всех органах, т.к. она сопровождает кровеносные и лимфатические сосуды и образует строму многих органов.

Основными клетками **РВСТ** являются **фибробласты** (семейство фибриллообразующих клеток), **макрофаги**, **тучные клетки**, **плазматические клетки**.

адвентициальные клетки, **перициты**, **жировые клетки**, а также **лейкоциты**, мигрирующие из крови, иногда **пигментные клетки**..

Рыхлая неоформленная соединительная ткань



- 1 - ФИБРОБЛАСТ
- 2 - КОЛЛАГЕНОВОЕ ВОЛОКНО
- 3 - ЭЛАСТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО
- 4 - АМОРФНОЕ (ОСНОВНОЕ) ВЕЩЕСТВО
- 5 - ТУЧНАЯ КЛЕТКА (БАЗОФИЛЬНЫЙ ГРАНУЛОЦИТ)
- 6 - МАКРОФАГ
- 7 - ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА

СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОЧНЫХ ТИПОВ НА РАЗНОЙ СТАДИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ:

Фибробласты – (от лат., fibra – волокно, греч., blastos – росток. зачаток) - клетки, синтезирующие компоненты межклеточного вещества: белки (например – **коллаген, эластин**), **протеогликаны, гликопротеины**.

С главной функцией фибробластов связаны образование основного вещества и волокон, что проявляется например, при заживлении ран, развитии рубцовой ткани, образование соединительнотканевой капсулы вокруг инородного тела. Морфологически можно идентифицировать только клетки, начиная с малоспециализированного фибробласта.

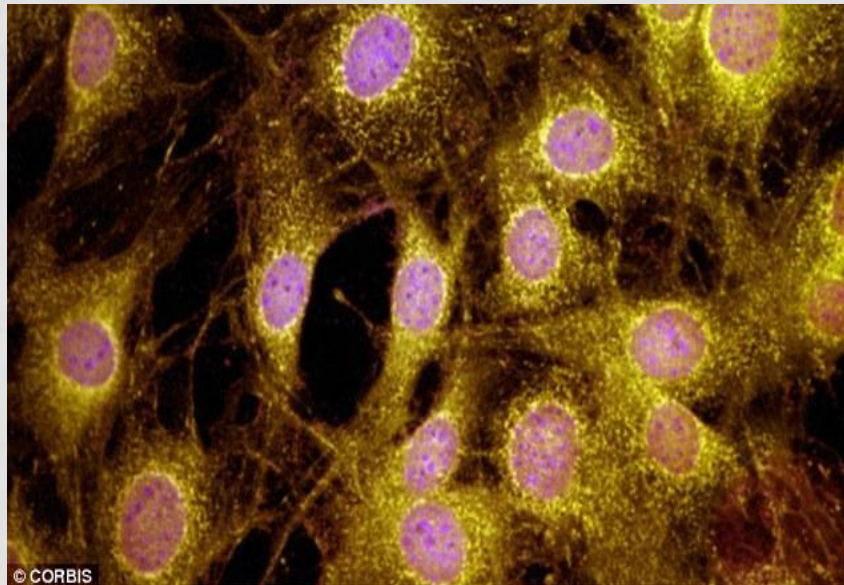
Малоспециализированные фибробласты – это малоотросчатые клетки с округлым или овальным ядром и небольшим ядрышком, базофильной цитоплазмой, богатой РНК, размер клетки не превышает – 20-25 мкм.

В цитоплазме этих клеток обнаруживается большое количество рибосом. ЭПС митохондрии слабо развиты. Аппарат Гольджи представлен скоплениями коротких трубочек и пузырьков.

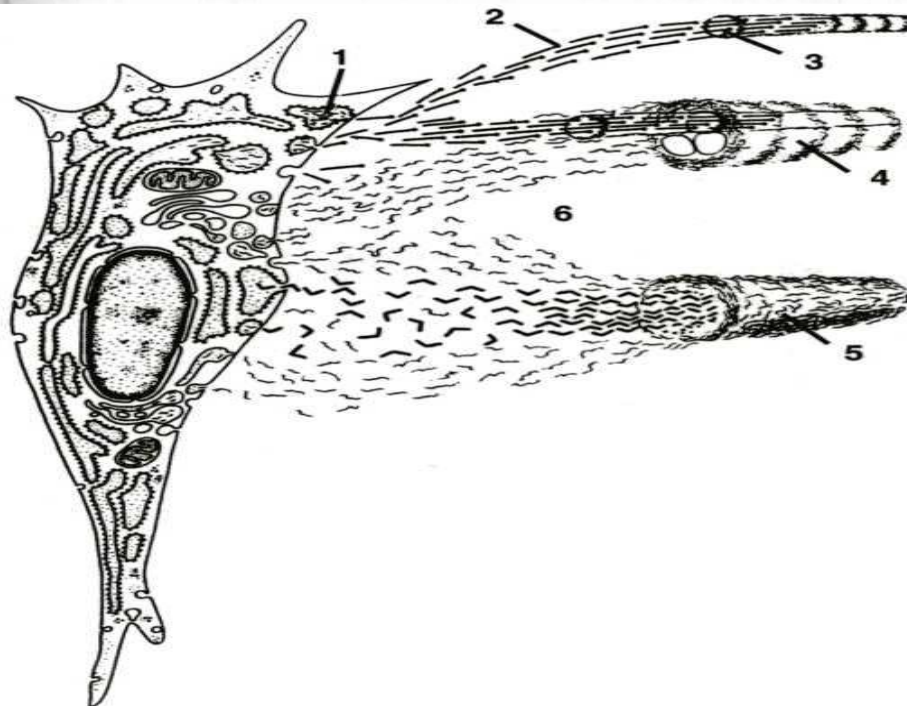


СТАДИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ:

Дифференцированные зрелые Фибробласты - крупные по размеру и в распластанном виде на пленочных препаратах могут достигать 40-50 мкм и более. Это активно – функционирующие клетки. Ядро у них светлое, овальное, содержит 1-2 крупных ядрышка, цитоплазма базофильна, с хорошо развитой грЭПС, аппарат Гольджи распределен в виде цистерн и пузырьков по всей клетке. Митохондрии и лизосомы развиты умеренно.



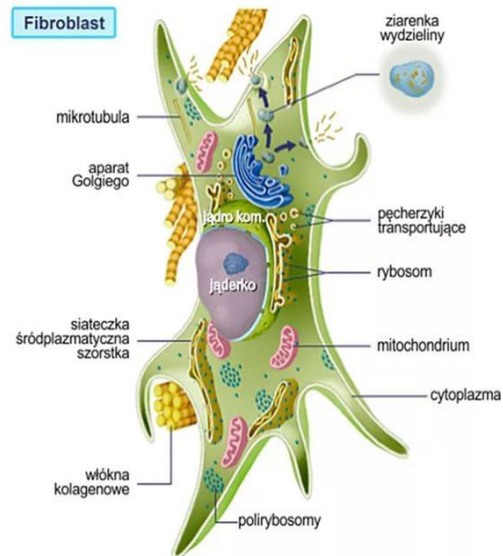
ФИБРОБЛАСТ



БИОСИНТЕЗ

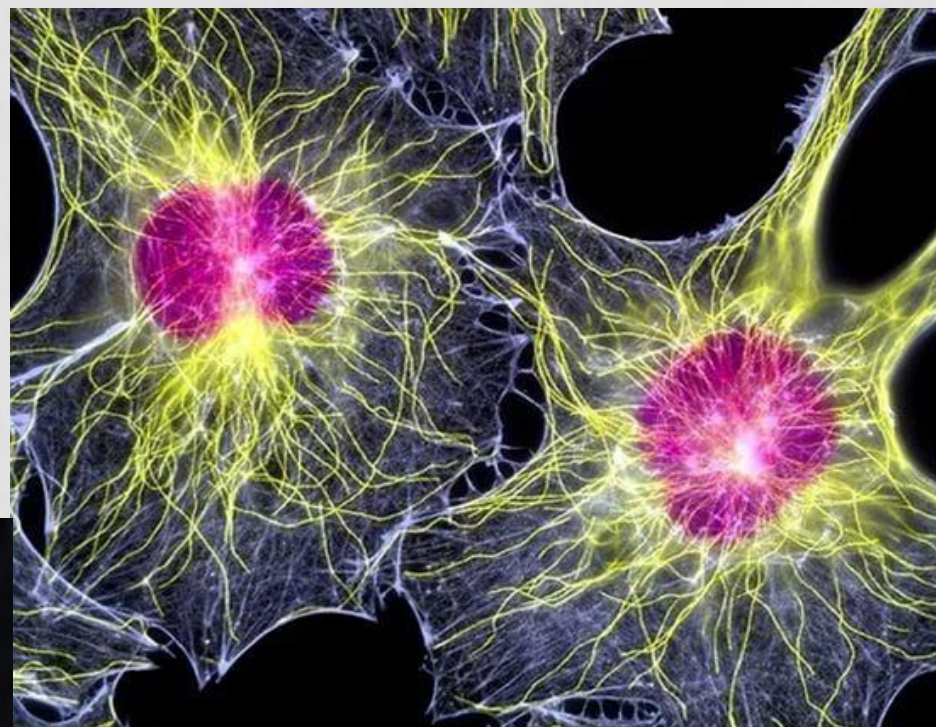
Бисинтез коллагеновых, эластических белков, протеогликанов, необходимых для формирования основного вещества и волокон в зрелых фибробластах осуществляется довольно интенсивно, особенно в условиях пониженной концентрации кислорода.

Стимулирующими факторами биосинтеза коллагена являются – ионы Fe, Cu, Cr, аскорбиновой кислоты. Рисунок: 1-проколлагеновые цепи; 2-молекулы тропоколлагена; 3-протофибриллы; 4-фибриллы и (далее-волокна); 5-эластические волокна; и 6-основное аморфное вещество. Плазмолемма фибробластов является важной рецепторной зоной, которая опосредует воздействие различных регуляторных факторов.

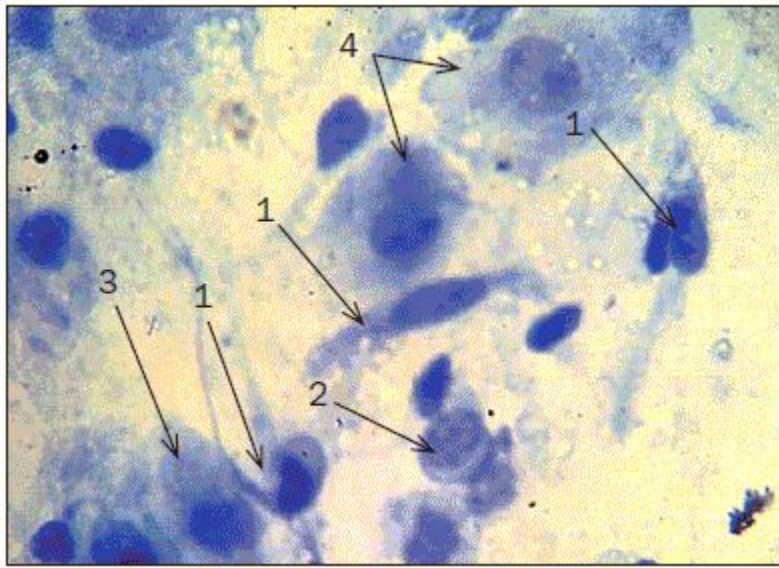



NovAGE

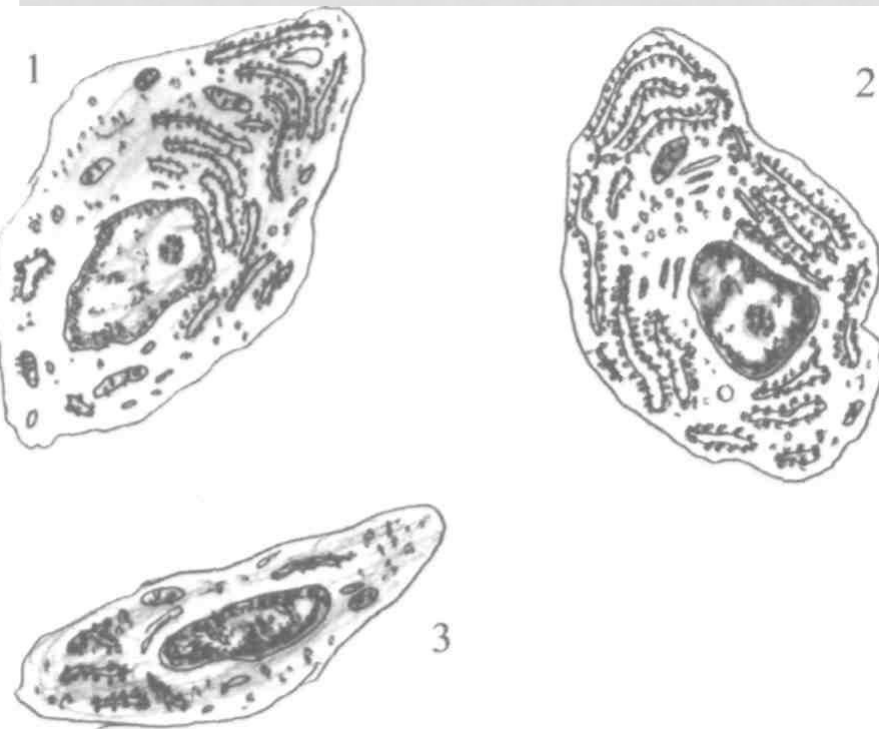
Фибробласты молодой кожи очень гибкие и вырабатывают достаточно эластина..



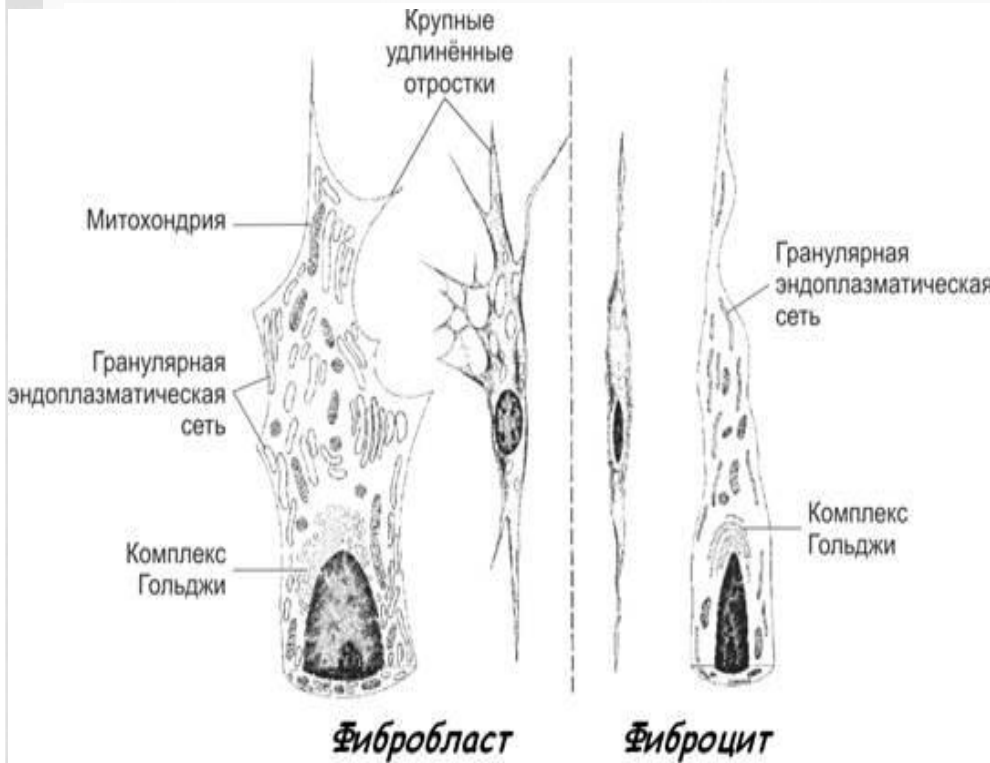
ФИБРОЦИТЫ



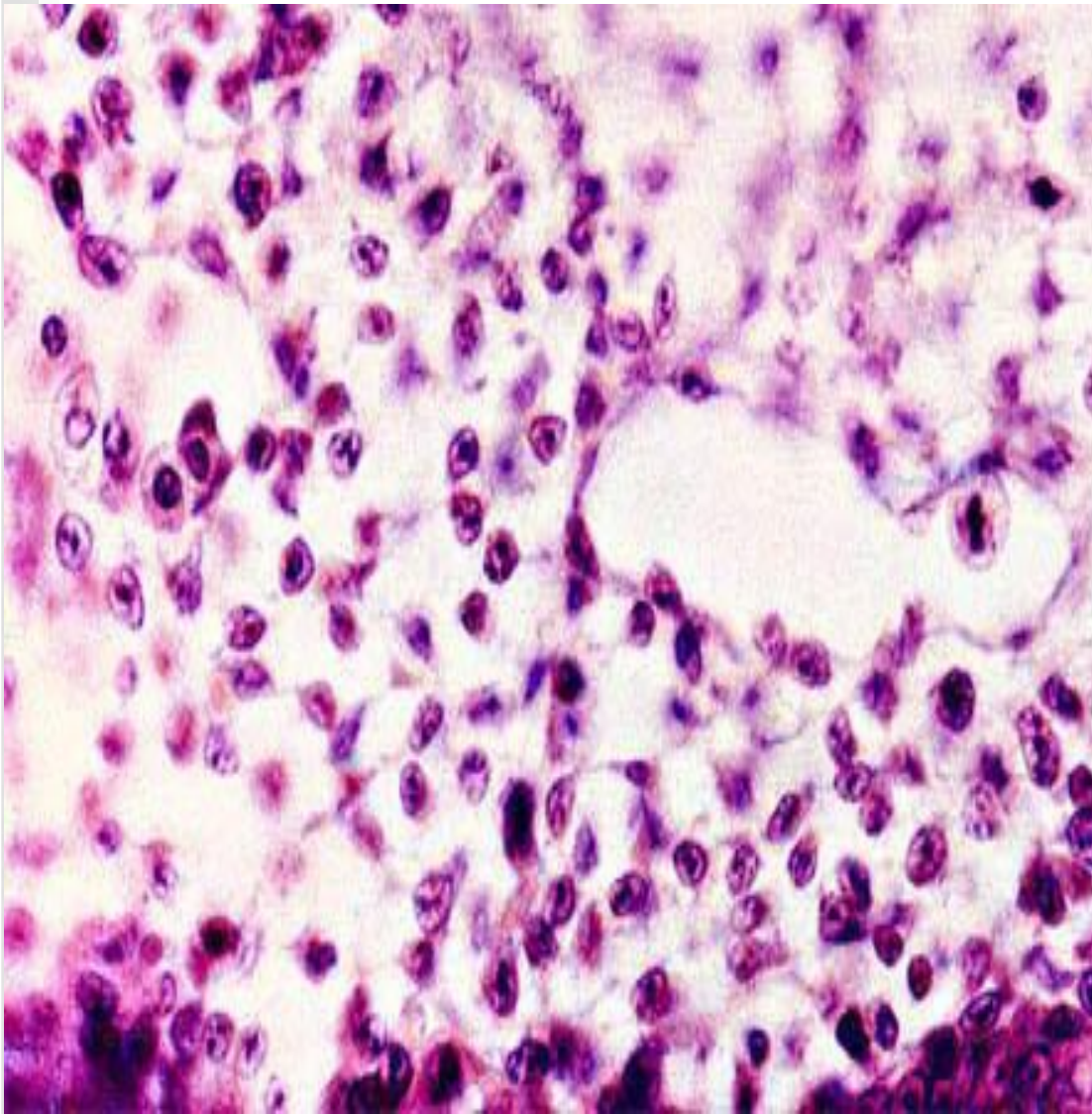
- 1 - фиброцит; 2 - лимфоцит; 3 - клетка реснитчатого эпителия;
- **Фиброциты** – конечные формы развития фибробластов.



ФИБРОЦИТЫ

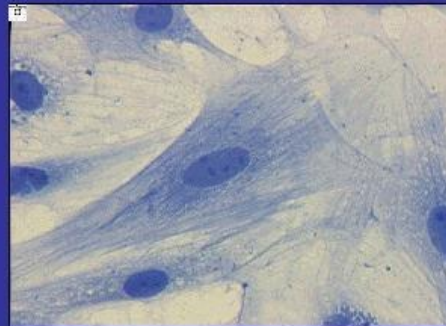


- Это веретенообразные клетки с крыловидными отростками. Они содержат небольшое количество органелл, вакуолей, липидов и гликогена. Синтез коллагена и других веществ в фиброцитах резко снижен.



ФИБРОКЛАСТЫ

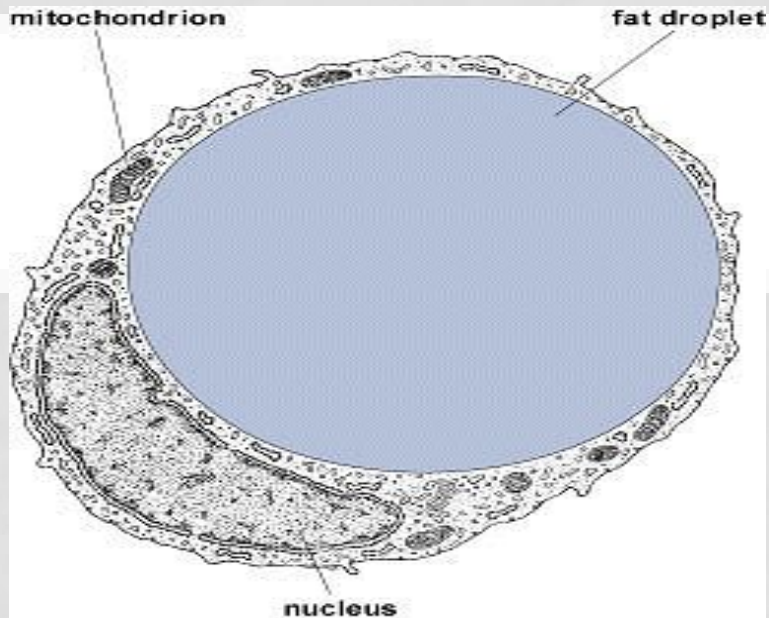
- **фиброкласты** - характерно содержание в цитоплазме большого числа **лизосом**.
- Эти клетки способны выделять лизосомальные ферменты в межклеточную среду и с их помощью **расщеплять коллагеновые или эластические волокна на фрагменты**, а затем фагоцитировать и расщеплять эти ферменты внутриклеточно.
- **Функция фибробластов** – перестройка сети коллагеновых и эластических волокон во время репаративной регенерации нарушенных структур.



МИОФИБРОБЛАСТЫ

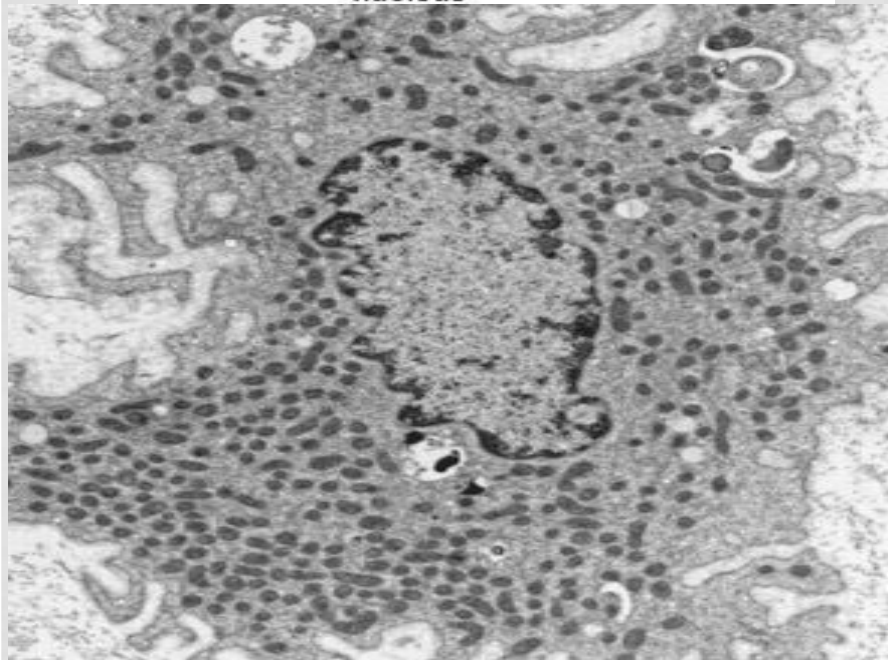
Миофибробласты - клетки, морфологически сходные с фибробластами, сочетающие в себе способность к синтезу не только коллагена, но и сократительных белков в значительном количестве. Такие клетки наблюдаются в грануляционной ткани в условиях регенерации раневого процесса и в матке при развитии беременности.

Миофибробласты клетки с высокой фагоцитарной и гидролитической активностью, принимают участие в «рассасывании» межклеточного вещества в период инволюции органов (например, матки после окончания беременности).



АДИПОЦИТЫ

Жировые клетки –липоциты. Так называются клетки, которые обладают способностью накапливать в большом количестве жир, принимающий в большом количестве резервный жир, принимающий участие в трофике, энергообразовании и метаболизме воды. Адипоциты располагаются группами, реже поодиночке, и как правило около кровеносных сосудов. Накапливаясь в большом количестве эти клетки образуют жировую ткань.

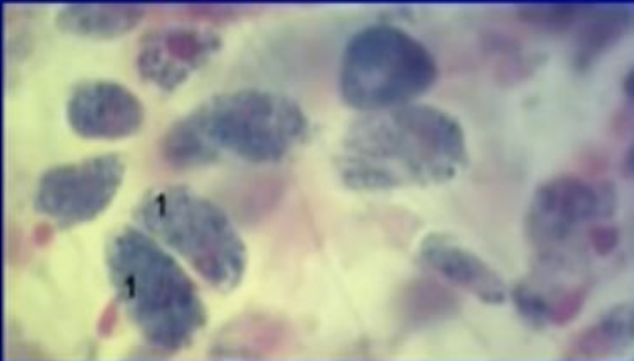




Мечников И.И. – Нобелевский лауреат по физиологии и медицине в 1908 г.
Впервые описал фагоцитоз

Основоположник учения о цитофизиологии макрофагов

Макрофаги



- Участие в защитной воспалительной реакции
- Участие в иммунологических реакциях, как антигенпредставляющая клетка
- Фагоцитоз микроорганизмов, антигенов
- Участие в эритрообразовании в красном костном мозге

МАКРОФАГИ ОТ ГРЕЧ. **MAKROS** - БОЛЬШОЙ, ДЛИННЫЙ, **FAGOS** - ПОЖИРАЮЩИЙ

фиксированные (резидентные) макрофаги:

- костного мозга, костной и хрящевой тканей (**остеокласты, хондрокласты**),

макрофаги:

- селезенки, лимфатических узлов (**дендритные макрофаги**),

макрофаги:

- внутриэпидермальные (**клетки Лангерганса**),

- макрофаги:

- ворсин плаценты (**клетки Хофбауэра**),

- макрофаги:

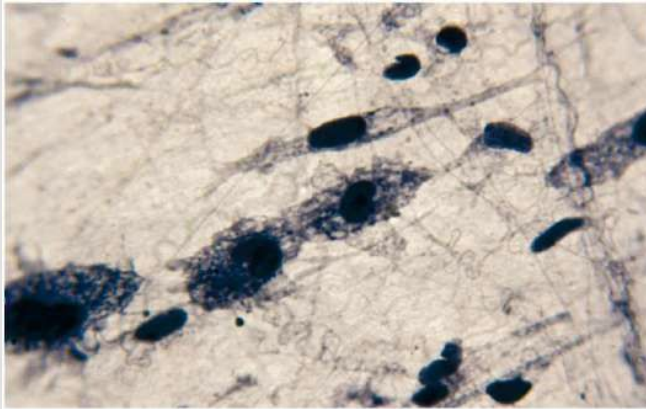
- ЦНС (**микроглия**).

МАКРОФАГИ - СВОБОДНЫЕ

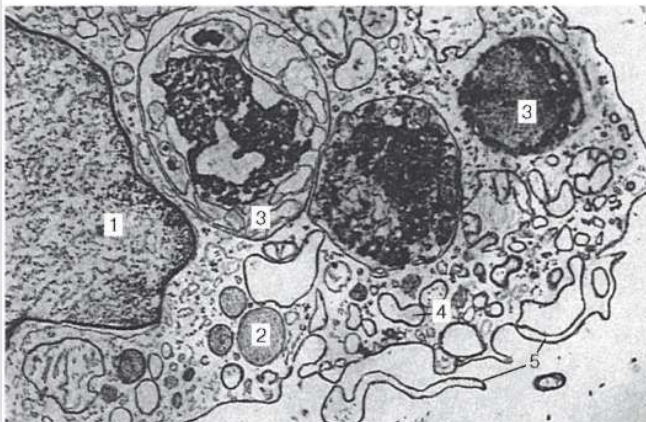
- К свободным макрофагам - или **гистиоциты** относятся:
- Макрофаги - серозных полостей;
- Макрофаги - воспалительных экссудатов; альвеолярные макрофаги легких.

Макрофаги способны перемещаться в организме.

МАКРОФАГИ



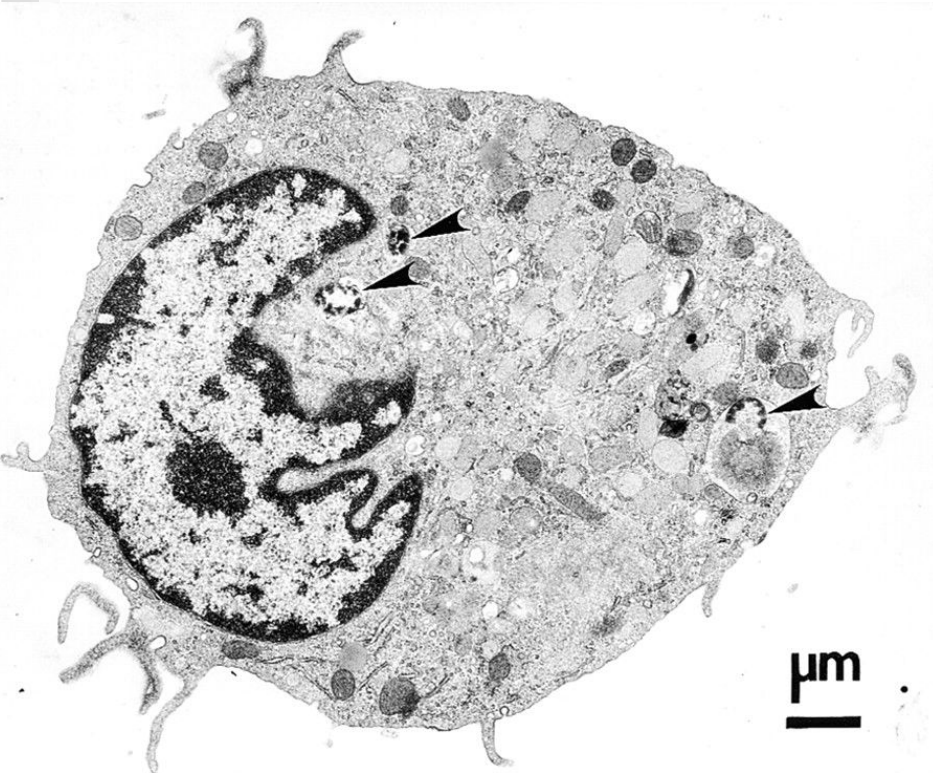
а



б

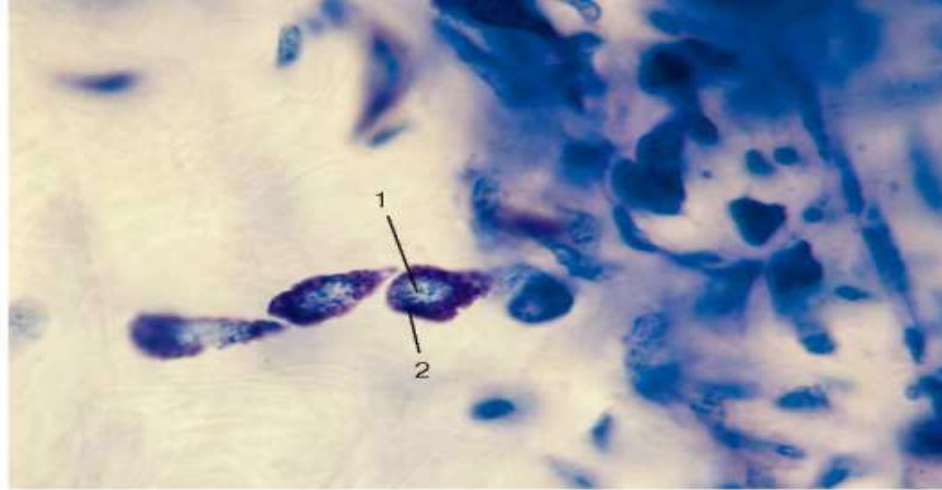
- **а** - макрофаги подкожной соединительной ткани крысы (микрофотография, окраска - железный гематоксилин);
- **б** - макрофаг (электронная микрофотография; препарат А. И. Радостиной, увеличение 18 000):
 - **1** - ядро;
 - **2** - первичные лизосомы;
 - **3** - вторичные лизосомы;
 - **4** - профили канальцев эндоплазматической сети;
 - **5** - микровыросты периферического слоя цитоплазмы

ТУЧНАЯ КЛЕТКА

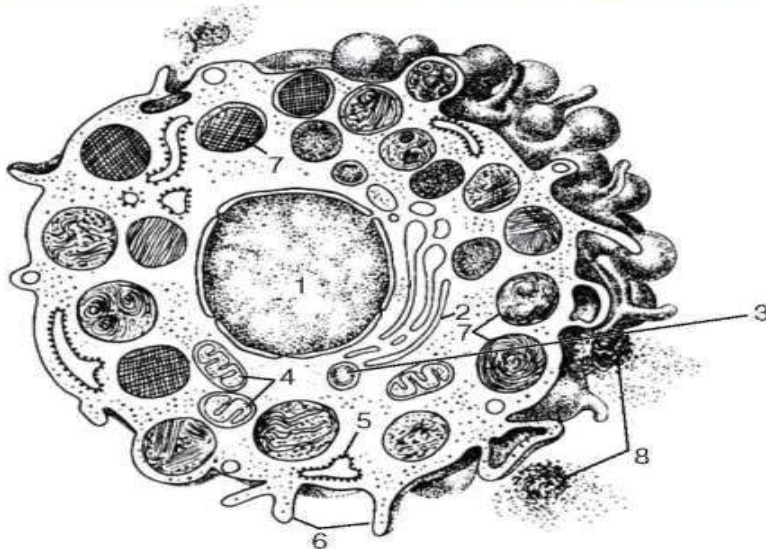


- Форма округлая или овальная
- Ядро округлое, в центре, умеренно гиперхромное
- Органелл мало
- Большое количество метакромных гранул (содержит гепарин, гистамин, серотонин; способны к выбросу из клетки - *дегрануляция* и обратному захвату - *регрануляция*)
- Функция Синтез, накопление и выделение БАВ (гепарина, гистамина, серотонина, катехоламинов)
- Регуляция сосудистой проницаемости
- Участие в воспалительных и иммунных реакциях

ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ (МАСТОЦИТЫ, ТКАНЕВЫЕ БАЗОФИЛЫ, ЛАБРОЦИТЫ).



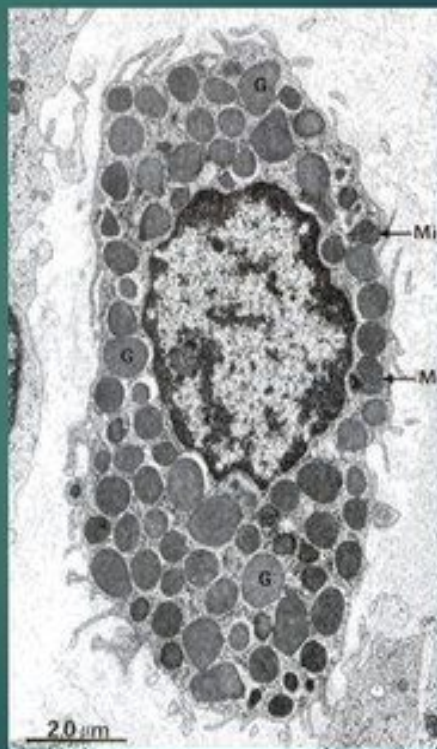
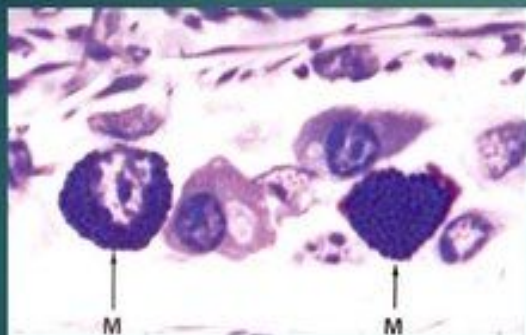
а



б

- Тучные клетки:
- а - в подкожной
- соединительной ткани (микрофотография):
- 1 - ядро;
- 2 - мета-хроматические гранулы в цитоплазме;
- б - схема ультрамикроскопического строения (по Ю. И. Афанасьеву):
- 1 - ядро;
- 2 - комплекс Гольджи;
- 3 - лизосома;
- 4 - митохондрии;
- 5 - эндоплазматическая сеть;
- 6 - микроворсинки;
- 7 - гетерогенные гранулы;
- 8 - секреторные гранулы в межклеточном веществе

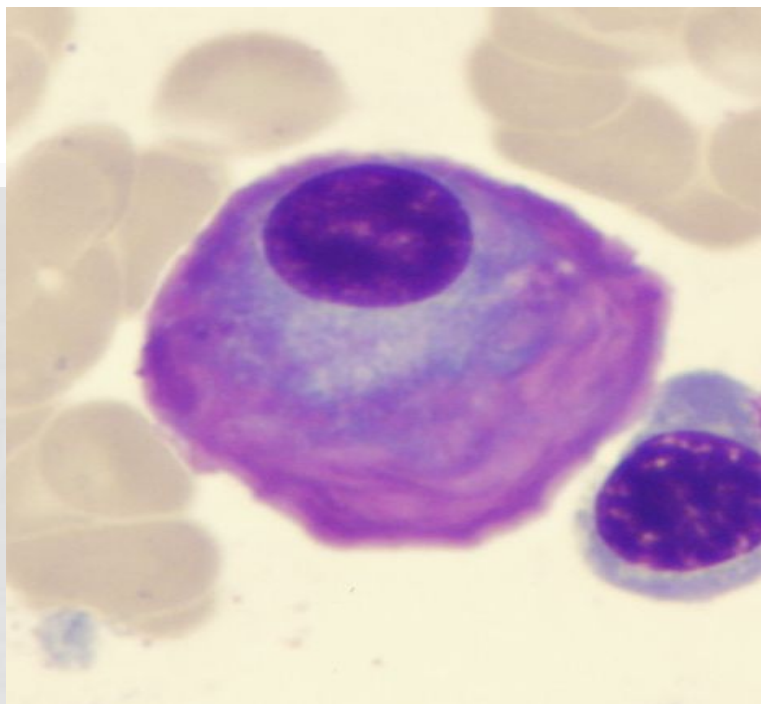
РВСТ: тучные клетки строение



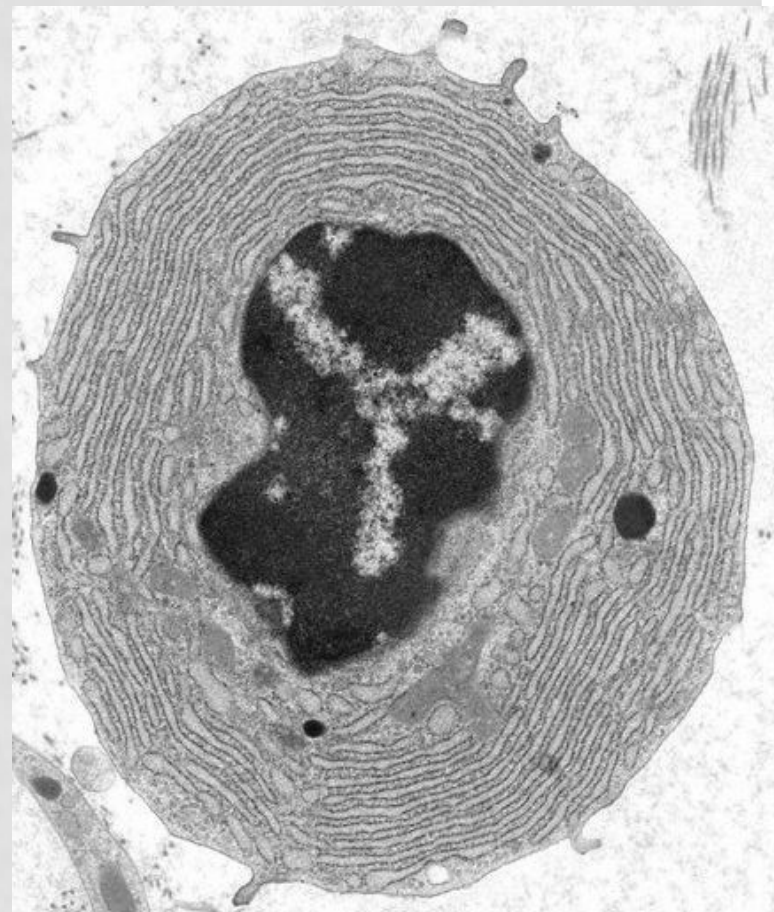
ТУЧНАЯ КЛЕТКА

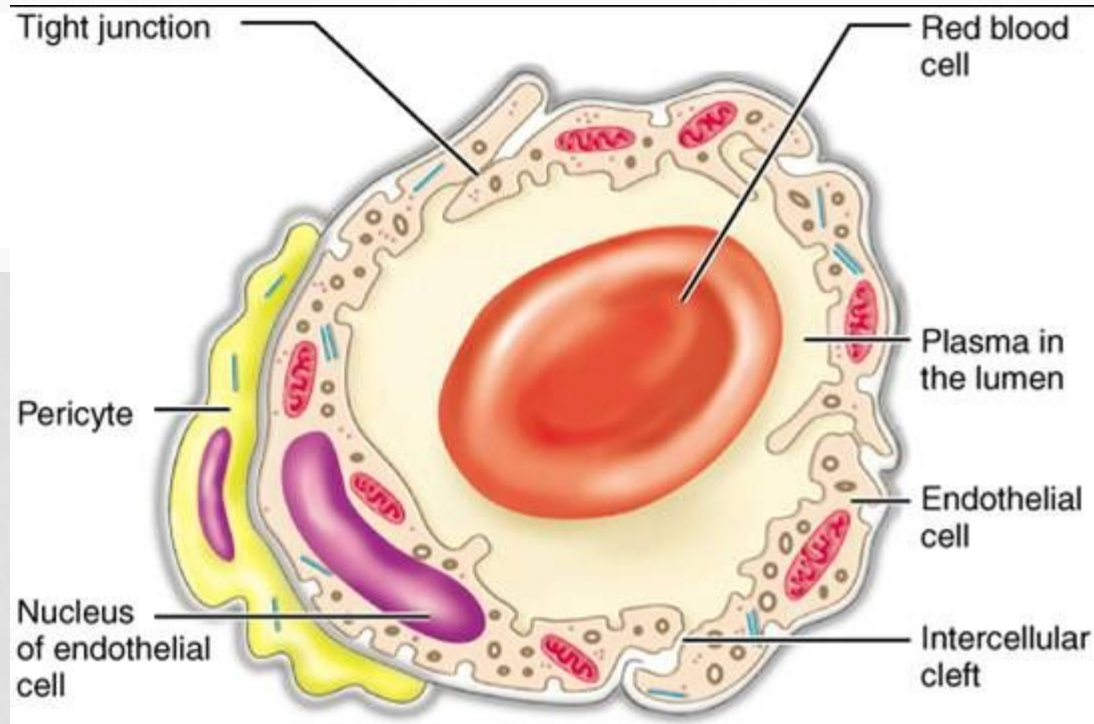
- **Эффекты веществ:**
- 1) **Гистамин** увеличивает **проницаемость капилляров**, вызывает сокращения **ГМК бронхов**, повышает чувствительность к боли;
- 2) **Гепарин** как антикоагулянт (связывает **антитромбин III**), уменьшает проницаемость **межклеточного вещества РВСТ**.
- **Дегрануляция** – это процесс **выхода веществ из гранул** путём **экзоцитоза**.

ПЛАЗМАТИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ



это иммунологически активированные **В-лимфоциты**, имеют овальную или округлую форму, **эксцентрично расположенное ядро**, хорошо **развитую гр.ЭПС**, область комплекса Гольджи слабо окрашивается (светлый дворик). Клетка специализируется на выработке **иммуноглобулинов (Ig)** – специфических белков, которые являются антителами, инактивирующих антигены (чужеродные белки). **Функции:** 1) **защитная:** участие в иммунных реакциях гуморального типа, являясь эффекторной клеткой, поскольку иммуноглобулины являются антителами, которые связываются со своим антигеном, обеспечивая специфический иммунитет





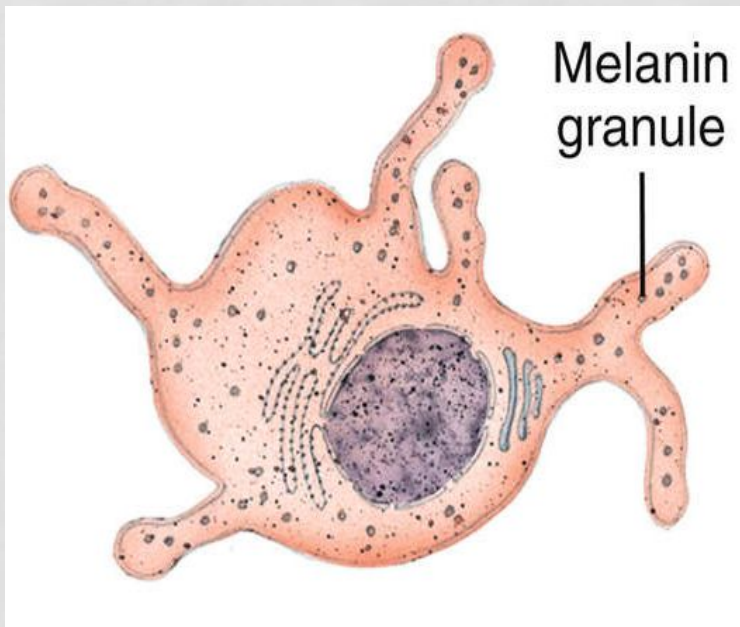
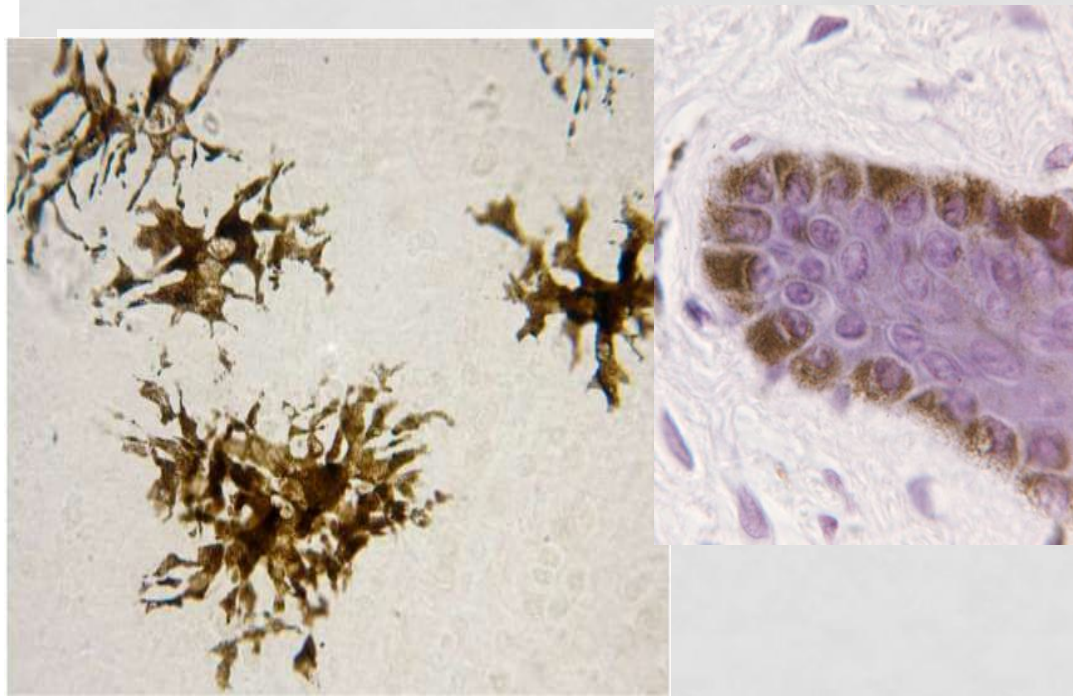
Эндотелиальные и адвентициальные клетки, перициты

АДВЕНТИЦИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ

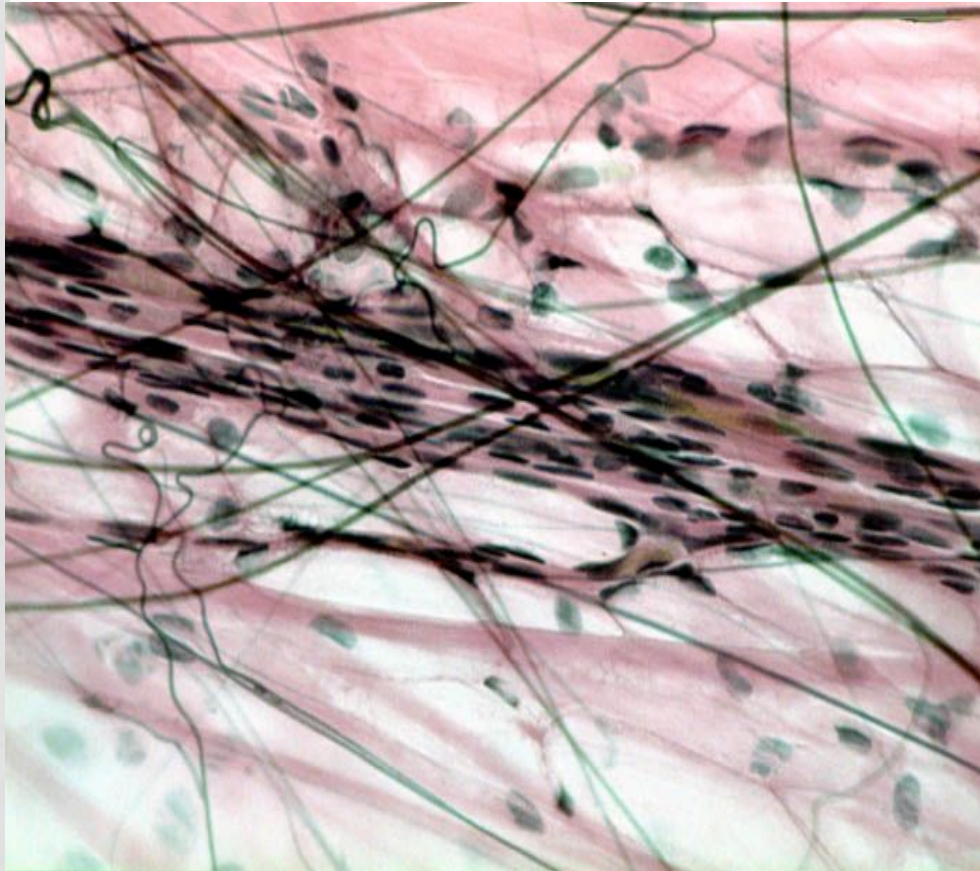
- Это малодифференцированные (**камбиальные**) клетки, сопровождающие мелкие кровеносные сосуды. Они имеют уплощенную или веретенообразную форму со слабобазофильной цитоплазмой, овальным ядром и небольшим числом органелл. Эти клетки путем дивергентной дифференцировки дают начало различным клеточным дифферонам (**фибробластическому, миофибробластическому, адипоцитарному и др.**).
- **Перициты** - клетки, окружающие кровеносные капилляры и входящие в состав их стенки.
- Клетки соединительной ткани функционально связаны в единую систему благодаря многочисленным факторам взаимодействия, особенно в процессах воспаления и посттравматической регенерации, при нарушении

ПИГМЕНТНЫЕ КЛЕТКИ

(Пигментоциты, меланоциты) вытянутые или отростчатые клетки с гранулами меланина (меланосом) в цитоплазме. Развиваются из нервного гребня. Их много в родимых пятнах. А также в соединительной ткани людей черной и желтой расы. Пигментоциты – имеют короткие, непостоянной формы отростки, большое количество меланосом (гранул меланина) размером 15-20нм. и рибосом. Часть меланосом из меланоцитов кожи мигрируют в другие клетки эпидермиса.



МЕЖКЛЕТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО РЫХЛОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ



Межклеточное вещество рыхлой волокнистой соединительной ткани ИЛИ матрикс - соединительной ткани состоит из **коллагеновых и эластических волокон** а также из **основного (аморфного) вещества**.

Межклеточное вещество образуется с одной стороны – путем **секреции**, осуществляемой **соединительнотканными клетками**, с другой стороны из **плазмы крови**, поступающей в **межклеточное пространство**.

МЕЖКЛЕТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО

В эмбриогенезе человека образование межклеточного вещества происходит начина с 1- 2-х месяцев внутриутробного развития.

В течение жизни межклеточное вещество постоянно обновляется – резорбируется и восстанавливается.

Коллагеновые структуры, входящие в состав соединительных тканей организма человека и животных, являются наиболее представительными её компонентами, образующими сложную организационную иерархию.

Основу всей группы коллагеновых структур составляет волокнистый белок – коллаген, который определяет свойства коллагеновых структур.

МЕЖКЛЕТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО

Межклеточное вещество рыхлой соединительной ткани составляет значительную её часть.

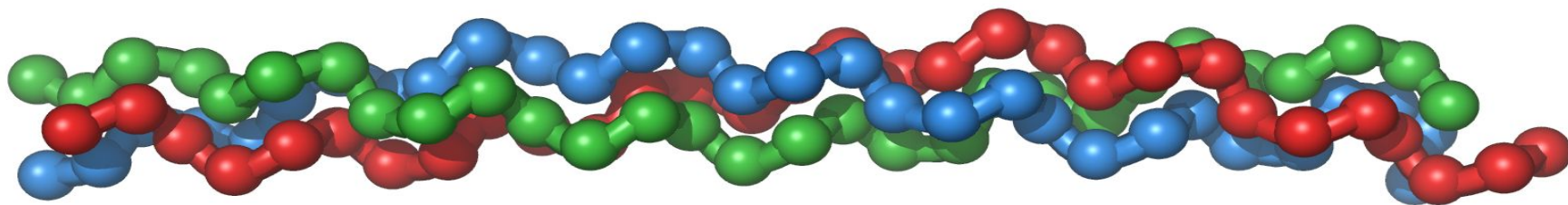
Представлено оно

коллагеновыми и

эластическими волокнами и

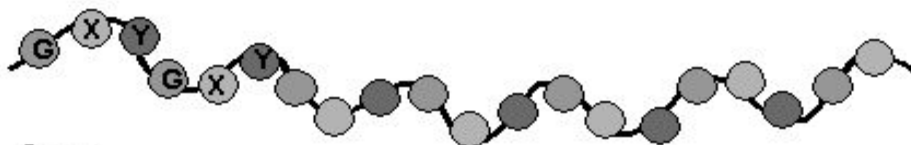
основным (аморфным) веществом.

Коллагеновые волокна в составе разных видов соединительной ткани определяет их прочность. **В РВНСТ** – они располагаются в различных направлениях, в виде волнообразно изогнутых, спиралевидно скрученных, округлых или уплощенных в сечении тяжей толщиной 1-3 мкм и более. Длина их различна. Внутренняя структура коллагенового волокна определяется фибриллярным белком – **коллагеном**, который синтезируется на **рибосомах гр.ЭПС фибробластов.**



образование коллаген

Первичная структура альфа-цепи коллагена



G - Глицин

X - Пролин или другая аминокислота

Y - Гидроксипролин или другая аминокислота

G-X-Y-повторяющиеся триплеты аминокислот



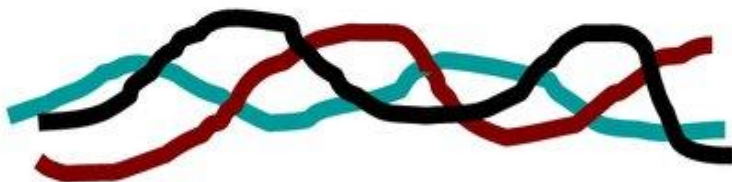
Молекула коллагена имеет длину 280 нм и ширину 1.4 нм, они построены **из триплетов** - трех полипептидных **альфа – цепочек**, предшественника коллагена – **проколлагена**, свивающего еще в клетке в единую спираль.

а

Коллаген. Строение

Молекула коллагена (**тропоколлаген**) представляет спираль из 3 про- α -цепей, **одинаковой** длины.

про- **α -цепь** – необычная полипептидная цепь, построенная из последовательных **триплетов** **гли- X – Y**, где «X» и «Y» - **любые аминок-ты**, (как правило, заменимые), **но чаще «X» - это пролин** (1/4 от всех аминокислот), «Y» - **оксипролин или оксилизин**.

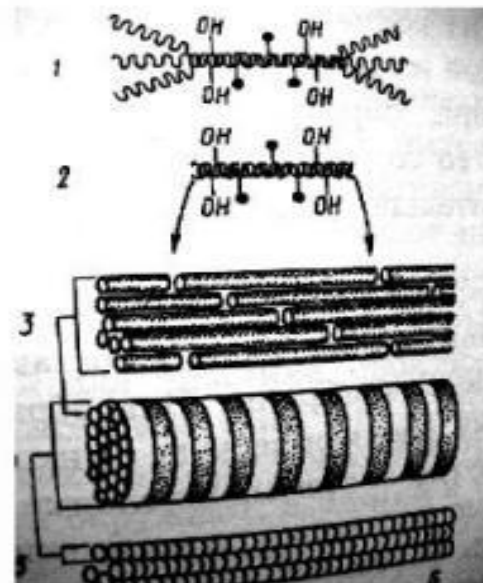


В матриксе молекулы коллагена образуют **фибриллы**, обладающие огромной прочностью и практически не растяжимы. Необычайные механические свойства коллагена связаны с его **первичной и**

КОЛЛАГЕНОВЫЕ ВОЛОКНА

Уровни структурной организации коллагенового волокна

- Молекулярный
(молекулы коллагена)
- Надмолекулярный
(протофибриллы,
микрофибриллы – 10 нм)
- Фибриллярный
(пучки микрофибрилл –
50 - 100 нм)
- Волокнистый
(волокно - 1-10 мкм)



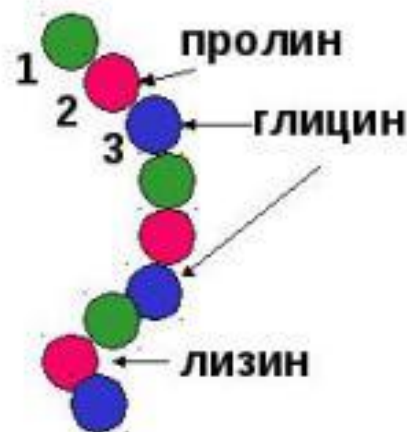
Молекулярный уровень организации коллагенового волокна

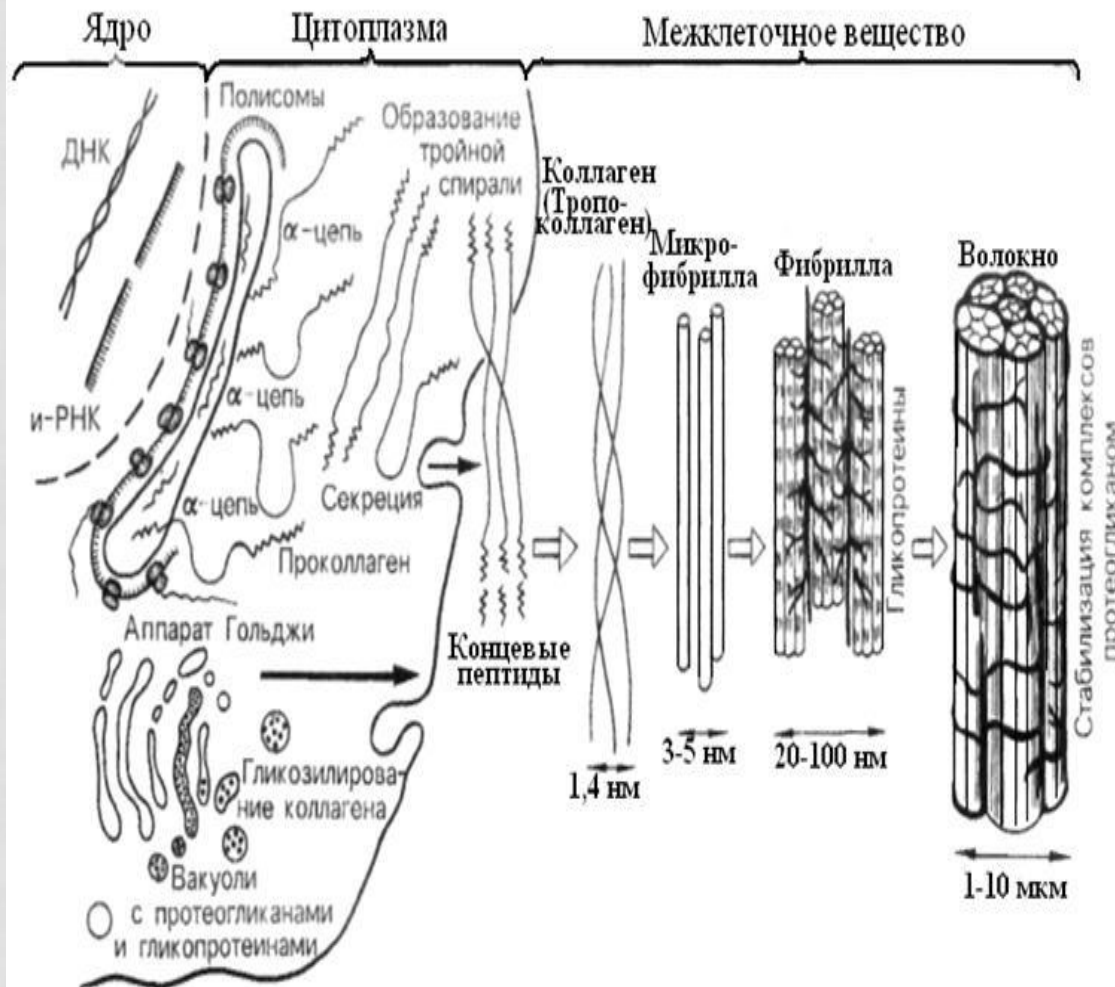
- Молекула фибриллярного белка коллагена состоит из 3-х α -полипептидных цепей проколлагена
- Молекула проколлагена состоит из триплетов аминокислот:

1- любая из 20 аминокислот

2 – пролин или лизин

3 - всегда глицин



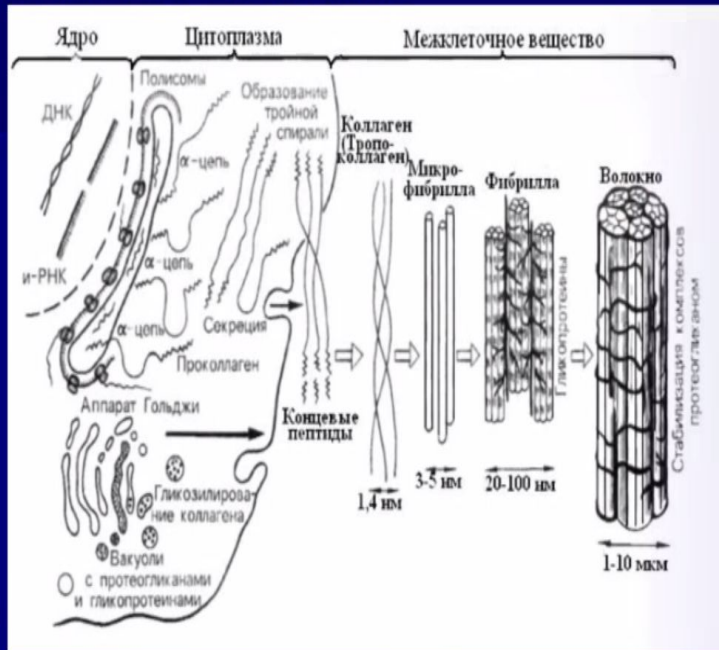


ОБРАЗОВАНИЕ КОЛЛАГЕНОВЫХ ВОЛОКОН

внутриклеточном (молекулярный, уровень)

организации коллагенового волокна - происходит - **образование полипептидных цепочек** и формирование из них молекул **проколлагена**, которые выделяются **экзоцитозом** в **межклеточное пространство**.

Межклеточное вещество: Коллагеновые волокна



5 уровней организации:

- 1) полипептидная цепь,
- 2) молекула коллагена: включает 3 полипептидные цепи;
- 3) микрофибрилла – несколько молекул коллагена, сшитые ковалентными связями;
- 4) фибрилла – их образуют несколько микрофибрилл;
- 5) волокно – образовано пучками фибрилл

сайт <http://cytohistology.ru>

14

КОЛЛАГЕНОВЫЕ ВОЛОКНА

Второй, внеклеточный или надмолекулярный, уровень - представляют собой агрегированные в длину и поперечно связанные с помощью водородных связей молекулы **тропоколлагена**, образующиеся путем отщепления **концевых пептидов** **проколлагена**. Сначала образуются **протофибриллы**, а **5-6** протофибрилл, скрепленных между собой боковыми связями, составляют **микрофибриллы** толщиной около **5 нм**.

КОЛЛАГЕНОВЫЕ ВОЛОКНА

- **Четвертый, волоконный, уровень организации.** Коллагеновое волокно, образующееся путем агрегации фибрилл, имеет толщину **1-10 мкм** (в зависимости от топографии). В него **входит** различное количество фибрилл - от единичных до нескольких десятков. Волокна могут складываться в пучки толщиной до **150 мкм**).
- **Коллагеновые волокна отличаются малой растяжимостью и большой прочностью на разрыв.**
- В воде толщина сухожилия в результате набухания увеличивается на **50 %**, а в разбавленных кислотах и щелочах - в **10 раз**, но при этом волокно укорачивается на **30 %**.
- **Способность к набуханию больше выражена у молодых волокон.** При термической обработке в воде коллагеновые волокна образуют клейкое вещество (греч. kolla - клей), что и дало название этим волокнам.

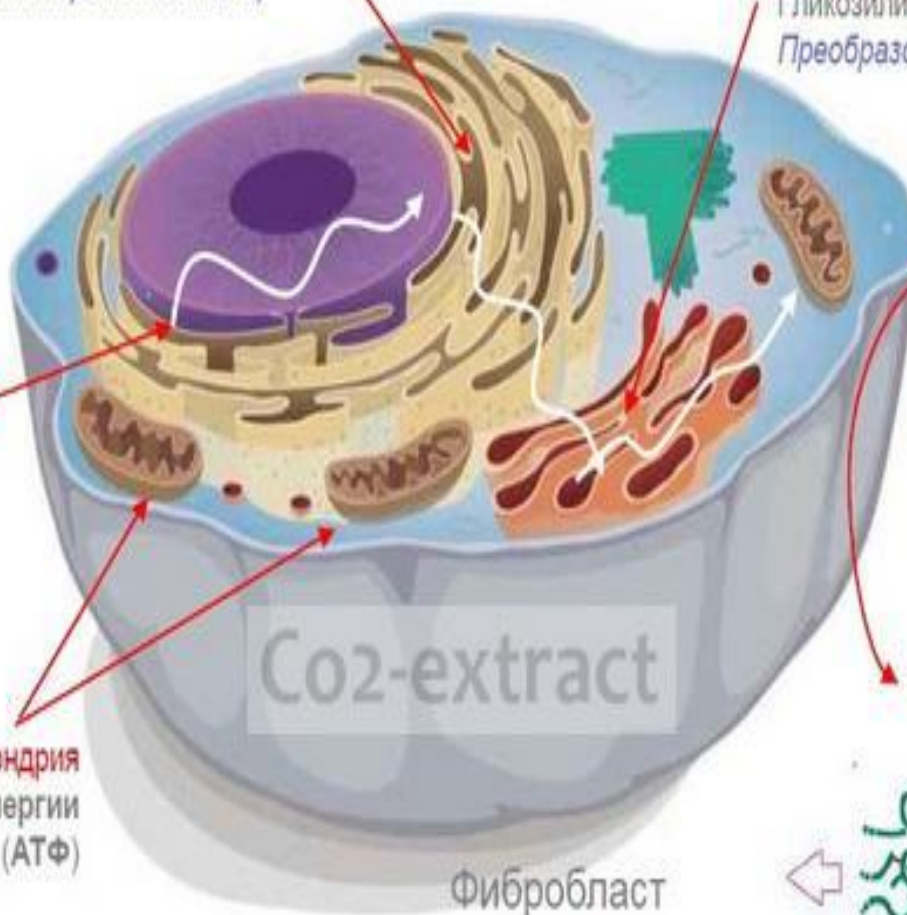
Шаг 2: Эндоплазматический ретикулум
Аминокислоты участвуют в синтезе и сборке
Проколлагена (предшественника коллагена)
а также в синтезе **Прозластина**
(предшественника тропозластина)

Шаг 3: Аппарат Гольджи
Гликозилирование проколлагена
Преобразование прозластина в тропозластин

Шаг 4: Межклеточный матрикс
Сшивка проколлагеновых и эластиновых
фибрилл с участием Лизилоксидазы
(медьсодержащий белок)
→ Зрелый коллаген
→ Функциональный эластин

Шаг 1: Ядро
Экспрессия мРНК
Коллагеновые гены
Эластиновый ген

Митохондрия
Выработка энергии
(АТФ)

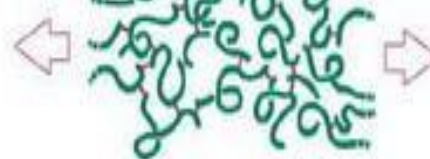
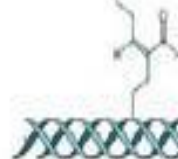


Фибробласт

Коллагеновая фибрилла



Эластин



АМОРФНЫЙ КОМПОНЕНТ

Клетки и волокна соединительной ткани заключены в аморфный компонент или основное вещество . Это гелеобразная субстанция представляет собой метаболическую многокомпонентную среду, которая окружает клеточные и волокнистые структуры соединительной ткани, нервные и сосудистые элементы. В состав компонентов основного вещества входят - белки плазмы крови, вода, неорганические ионы, продукты метаболизма паренхиматозных клеток, растворимые предшественники коллагена и эластина, протеогликаны, гликопротеины и комплексы, образованные ими.

АМОРФНЫЙ КОМПОНЕНТ

Белково-полисахаридные комплексы:

Гликозаминогликаны (=мукополисахариды (старое название), ГАГ – полисахаридные соединения, содержащие обычно гексуроновую кислоту с аminosахарами. Молекулы ГАГ содержат много гидроксильных, карбоксильных и сульфатных групп, имеющих отрицательный заряд, легко присоединяют молекулы воды и ионы, в частности Na^+ и поэтому определяют гидрофильные свойства ткани. ГАГ – участвуют в формировании волокнистых структур Соед. ткани и их механических свойствах, репаративных процессах Соед.тк., в регуляции роста и дифференцировки клеток. Среди этих соединений наиболее распространена в соединительной ткани: **Гиолуроновая к-та**

-А также сульфатированные

-хондроитин -4-сульфат, хондоитин-6-сульфат -

–в хряще, коже, роговице.

--дерматансульфат - в коже, сухожилиях, в стенке кровеносных сосудов;

- Кераттансульфат, гепарин сульфата, гепарин в составе базальных мембран.

Гликопротеины (ГП), Фибриллин, Ламинин.

ГЛИКОПРОТЕИНЫ (ГП)

Гликопротеины – (ГП) – класс соединения белков с олигосахаридами (гексоамины, гексозы, фруктозы, сиаловые кислоты), входящие в состав как волокон, так и аморфного вещества. **Гликопротеины** играют большую роль в формировании структуры межклеточного вещества соединительной ткани и определяют его функциональные особенности (**примеры ГП:**

фибронектин, хондронектин, фибриллин, ламинин др.).

Фибриноктин – главный поверхностный гликопротеин фибробласта, полагают, что он обуславливает липкость, подвижность, рост и специализацию клеток.

Фибриллин – формирует микрофибриллы, усиливает связь между внеклеточными компонентами.

Ламинин – компонент базальной мембраны, состоящий из 3-х полипептидных цепочек, связанных между собой дисульфидными соединениями, а также с коллагеном V типа и поверхностными рецепторами клеток.

ТИПЫ КОЛЛАГЕНОВ

- **коллаген I типа** встречается главным образом в соединительной ткани кожи, сухожилиях, кости, роговице глаза, склере, стенке артерий;
- **коллаген II типа** входит в состав гиалиновых и фиброзных хрящей, стекловидного тела, роговицы;
- **коллаген III типа** находится в дерме кожи плода, в стенках крупных кровеносных сосудов, в ретикулярных волокнах органов кроветворения;
- **IV типа** - в базальных мембранах, капсуле хрусталика;
- **V тип коллагена** присутствует в хорионе, амнионе, эндомизии, перимизии, коже, вокруг клеток (фибробластов, эндотелиальных, гладкомышечных), синтезирующих коллаген

ЭЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Основой является - *глобулярный гликопротеин - эластин*, синтезируемый *фибробластами* и гладкими мышечными клетками

Клеточный этап - синтез в фибробластах, ветвящаяся нить до **1** мкм толщиной

Основой - эластин, в середине волокна.

Вокруг - микрофибриллярный белок

Есть сходство в строении с коллагеном (*глицин, пролин*), отличие – *десмозин и изодесмозин*) позволяющие растягиваться в Э.В. в двух направлениях.

ЭЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

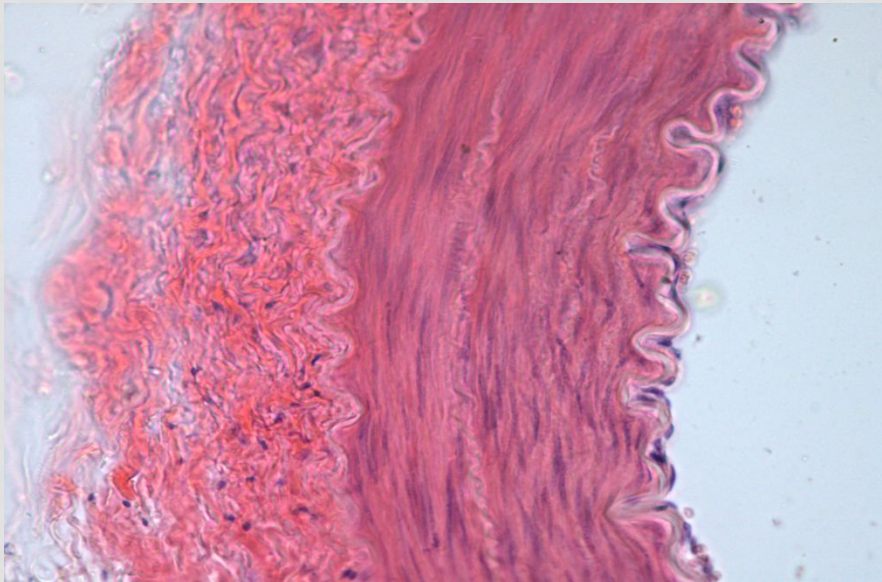
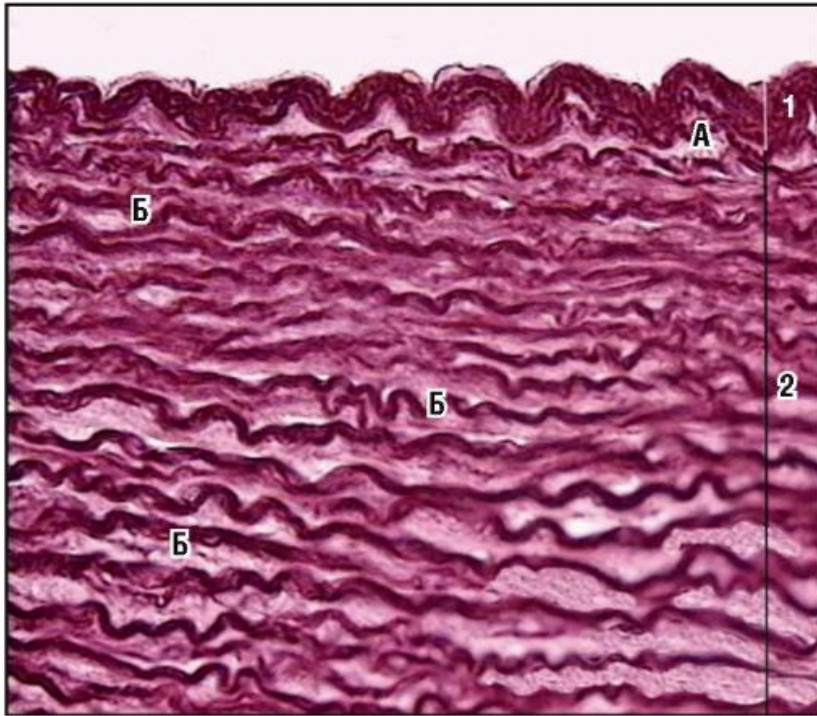
Эластические структуры во внутренней и средней оболочках (окраска орсеином, большое увеличение): 1 - внутренняя оболочка:

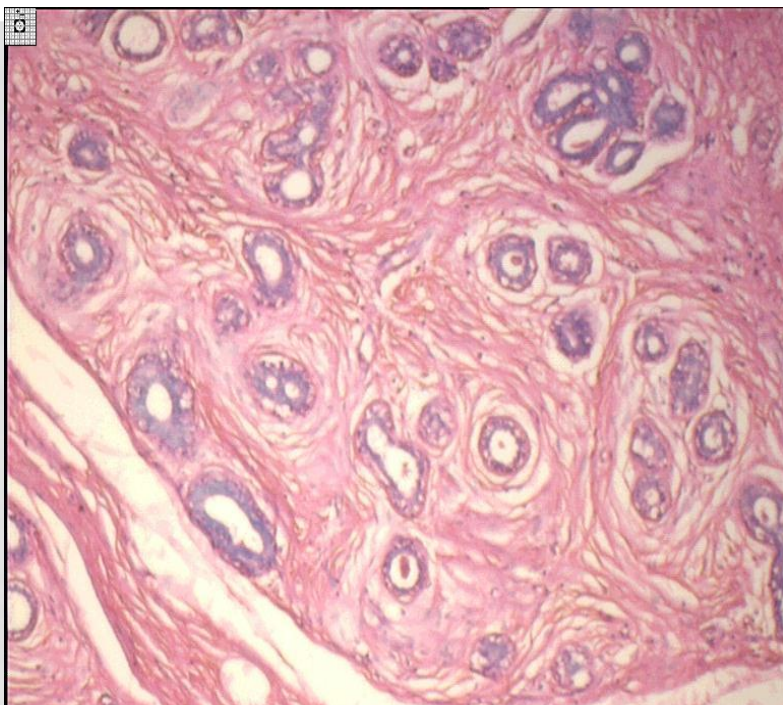
А - сплетение эластических волокон на границе со средней оболочкой;

2 - средняя оболочка:

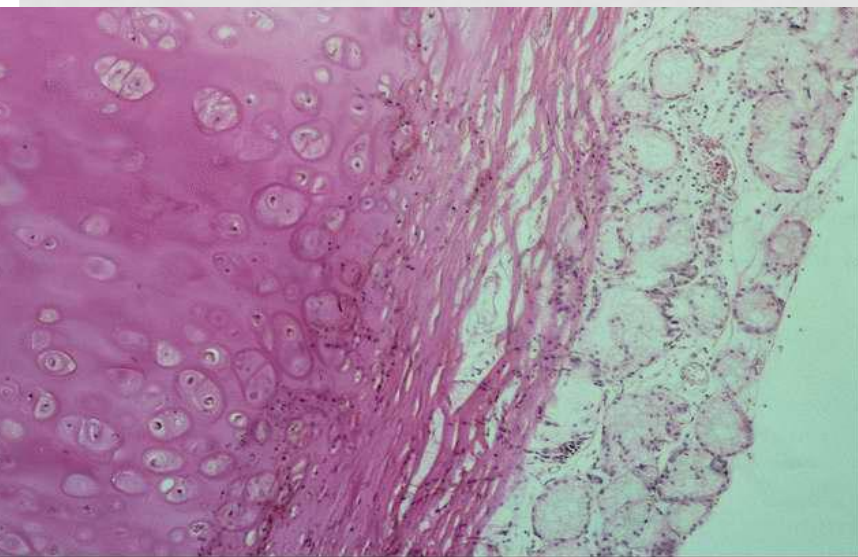
Б - эластические окончатые мембраны и эластические волокна

Наличие эластических волокон (**fibra elasticae**) в соединительной ткани **определяет** ее **эластичность и растяжимость**. По **прочности** эластические волокна **уступают коллагеновым**. Форма поперечного разреза волокон **округлая и уплощенная**. В рыхлой соединительной ткани они широко **анастомозируют друг с другом**. **Толщина эластических волокон обычно меньше коллагеновых (0,2-1 мкм)**, но может достигать нескольких микрометров (например, в вейной связке). В составе эластических волокон различают **микрофибриллярный и аморфный компоненты**.





разрастание внутридольковой соединительной ткани вокруг протоков.



ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Возрастные изменения - уменьшение воды, и отношения основного вещества /волокон, т.к. увеличивается коллаген, снижается концентрация ГАГ (гликозоаминокислот).

С возрастом изменяется физико-химические сво-ва коллагена-

Коллагеназа- повреждение волокон, клеток, основного вещества, (ревматизм, красная волчанка, гиперплазия соединительной ткани. Цинга - нарушение гидросилирования коллагена (дефицит вит С).

При гиалинозе происходит набухание и гомогенизация коллагеновых **волокон**, соединительной ткани

ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Плотные волокнистые соединительные ткани (*textus connectivus collagenosus compactus*) характеризуется относительно большим количеством плотно расположенных волокон и незначительным количеством клеточных элементов и основного аморфного вещества между ними.

В зависимости от характера расположения волокнистых структур эта ткань подразделяется :

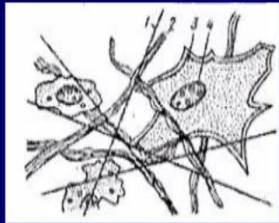
- 1.ПВОСТ** – плотно волокнистая оформленная соединительная ткань
- 2.ПВНСТ** –плотная волокнистая неоформленная соединительная ткань

ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ

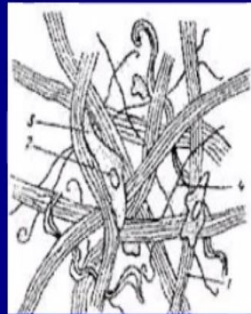
СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ:

клетки + межклеточное вещество
(волокна и аморфное вещество)

- В межклеточном веществе преобладают волокна (а не аморфное вещество как в РВСТ)
- Клетки – фиброциты (в РВСТ – до 10 типов клеток)



РВСТ



ПВНСТ

ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Строение: клетки **фиброциты** +
межклеточное вещество: **коллагеновые**
волокна и **аморфное вещество**.

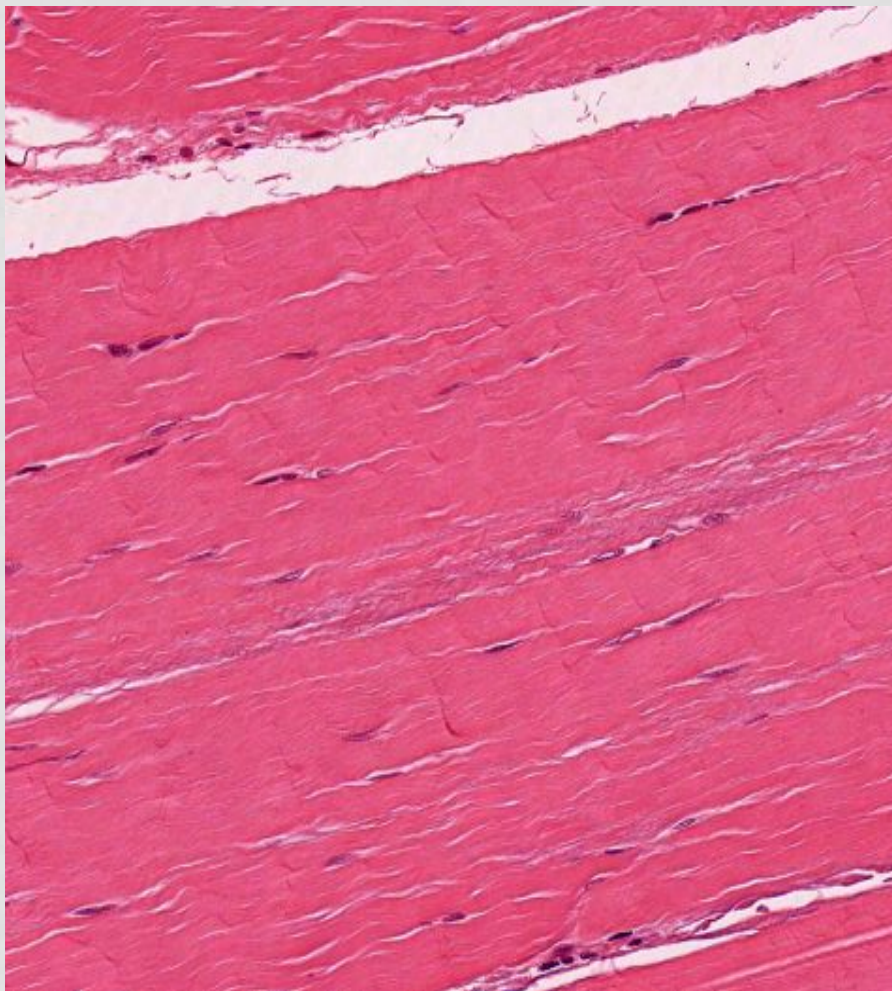
Волокна имеют упорядоченное
расположение – собраны в пучки.

Аморфное вещество:
гликозаминогликаны и протеоглики
в небольшом количестве.

ПВОСТ входит в состав сухожилия.
локализуется в сухожилиях, связках,
капсулах, фасциях, фиброзных
мембранах

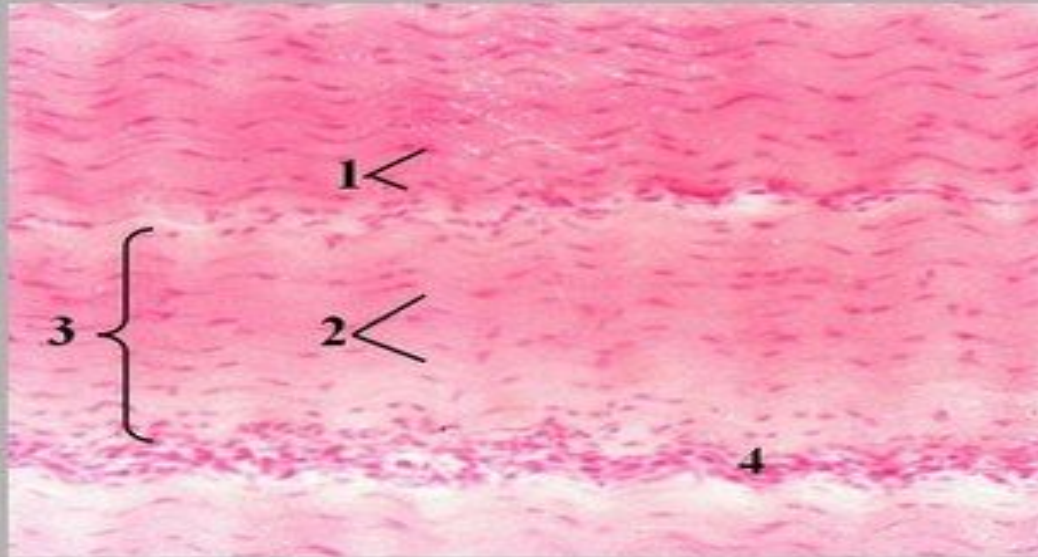
ПВОСТ (textus connectivus collagenosus
compactus) характеризуются
относительно **большим количеством**
плотно расположенных **волокон** и
незначительным количеством
клеточных элементов и **основного**
аморфного вещества между ними.

ПЛОТНАЯ ОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ



- **Сухожилия** – удлинённые образования, которые связывают поперечнополосатую соматическую мышцу с костью. Сухожилия являются органами, поскольку состоят из нескольких видов тканей, в частности ПВОСТ и РВСТ. В просветах фибробласты клетки, активируются сразу после повреждения

**Плотная оформленная
соединительная ткань.
Сухожилие. Продольный срез**



- 1 - ФИБРОЦИТЫ
- 2 - ПУЧКИ 1-ГО ПОРЯДКА
(КОЛЛАГЕНОВЫЕ ВОЛОКНА)
- 3 - ПУЧОК 2-ГО ПОРЯДКА
- 4 - ЭНДОТЕНОНИЙ

**ПЛОТНАЯ
ОФОРМЛЕННАЯ
СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ
ТКАНЬ**

Строение сухожилия как органа:

пучки коллагеновых волокон 1 порядка входят в состав пучков 2 порядка и разделены фиброцитами (сухожильные клетки).

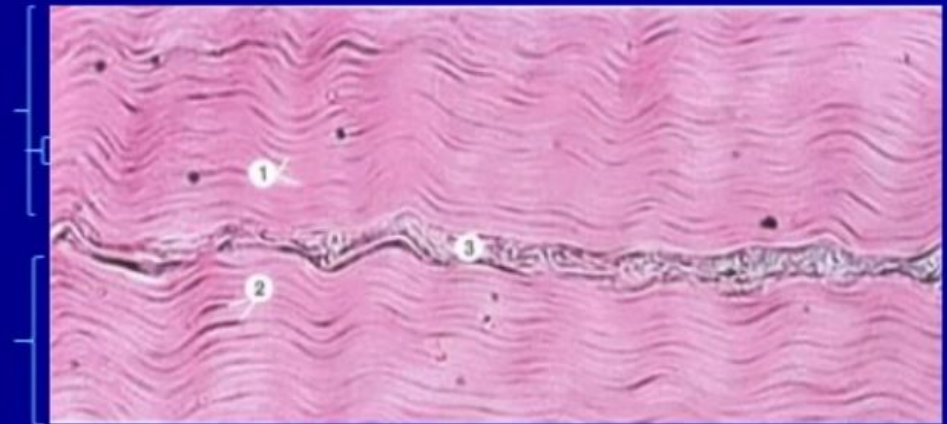
Пучки 2 порядка, состоящие из десятков пучков 1 порядка, отделены друг от друга прослойками РВСТ (эндотеноний).

Пучки 3 порядка состоят из нескольких пучков 2 порядка и окружены перитенонием – оболочкой из ПВНСТ, отдающей вглубь сухожилия прослойки эндотенония. Снаружи сухожилие окружено эпитенонием.

ПВОСТ

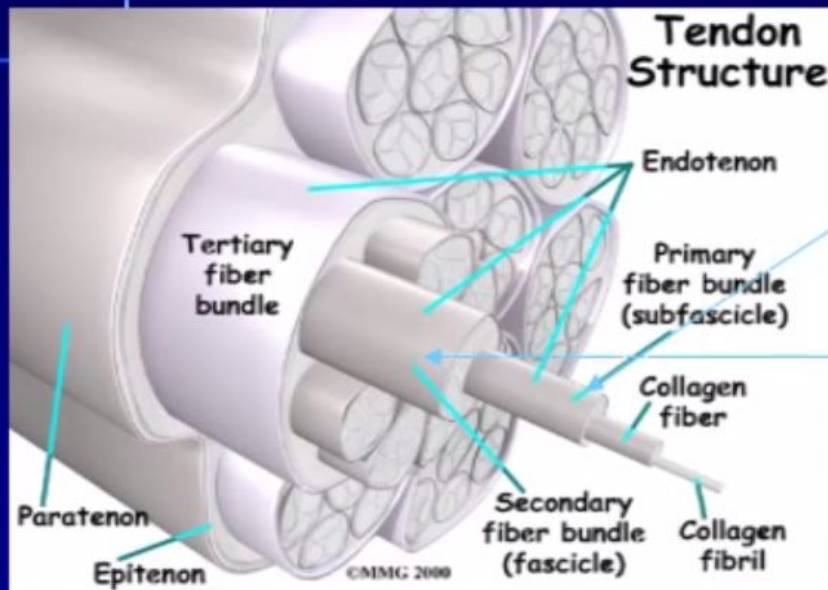


Фиброциты+межклеточное вещество: коллагеновые волокна (много) упорядоченно и аморфное вещество (очень мало)



Пучки 1-го порядка – из коллагеновых волокон
Пучки 2-го порядка – из пучков 1-го порядка

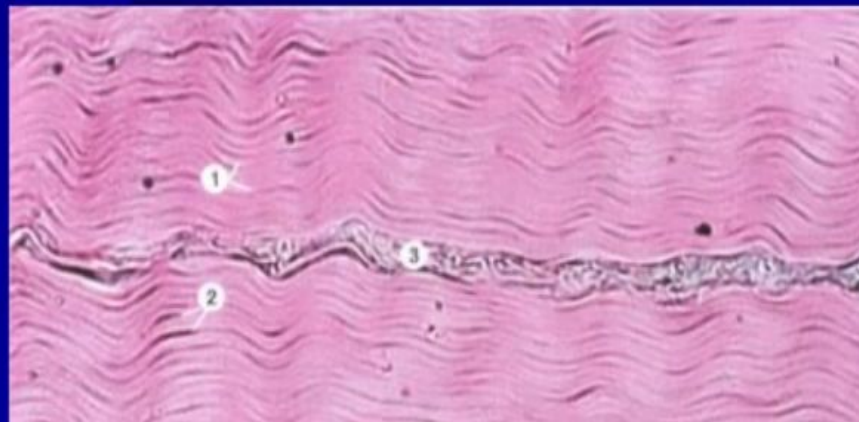
Связки как орган: ПВОСТ + РВСТ



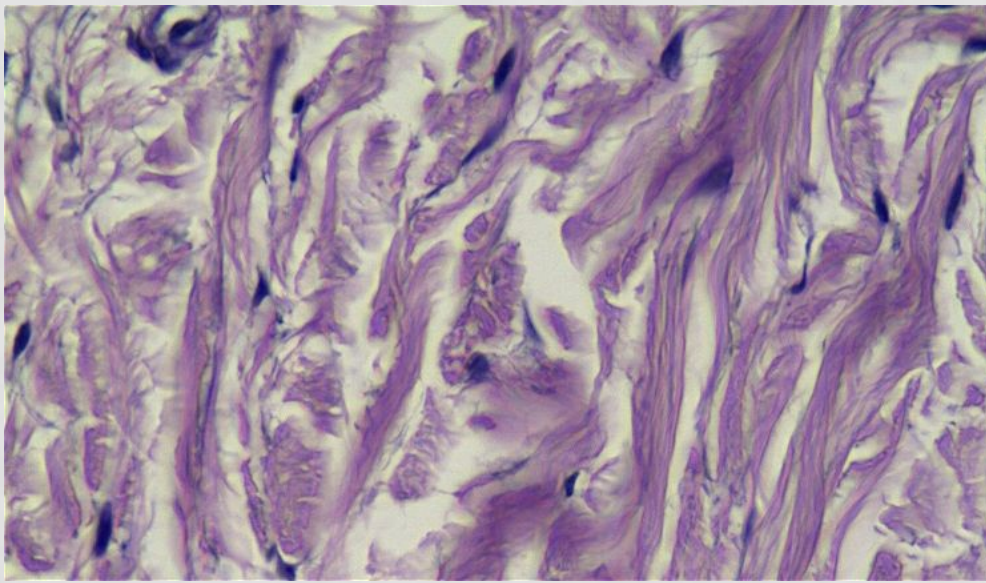
Коллагеновые волокна – образуют пучок 1-го порядка

Несколько пучков 1-го – пучок 2-го

Несколько пучков 2 – пучок 3

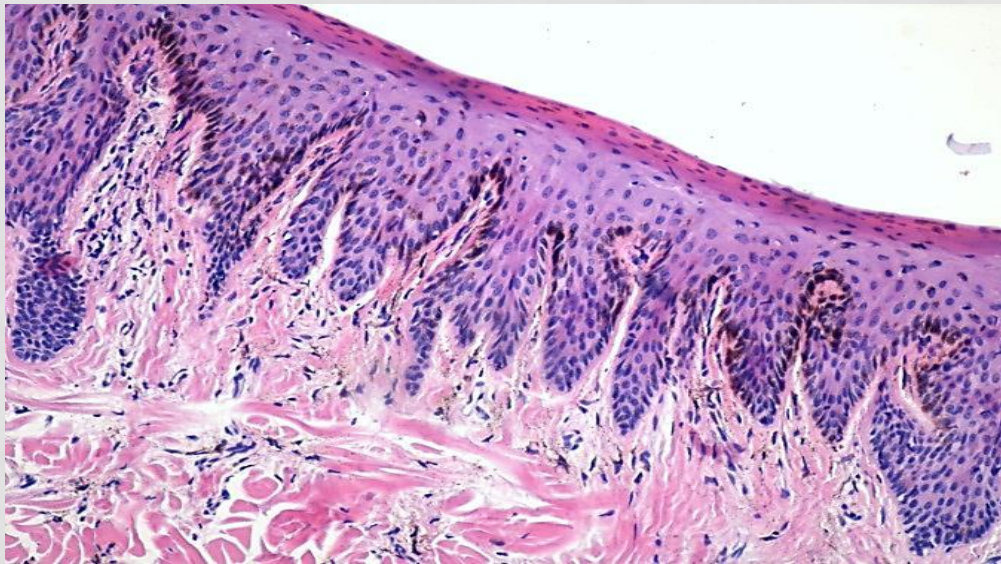


Между пучками – РВСТ:
ЭНДОТЕНОНИЙ, перитеноний,
ЭПИТЕНОНИЙ



ПЛОТНАЯ НЕОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

- **Строение:** клетки **фиброциты** + межклеточное вещество: коллагеновые волокна и **аморфное вещество**. Пучки коллагеновых волокон разнонаправлены, их ориентация соответствует направлению действия сил, вызывающих деформацию ткани.
- **Аморфное вещество:** **гликозаминогликаны и протеоглики** в небольшом количестве.
- **Плотная волокнистая неоформленная соединительная ткань (ПВНСТ)** локализуется в сетчатом слое дермы, надкостнице, надхрящнице, капсулах паренхиматозных органов



РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ

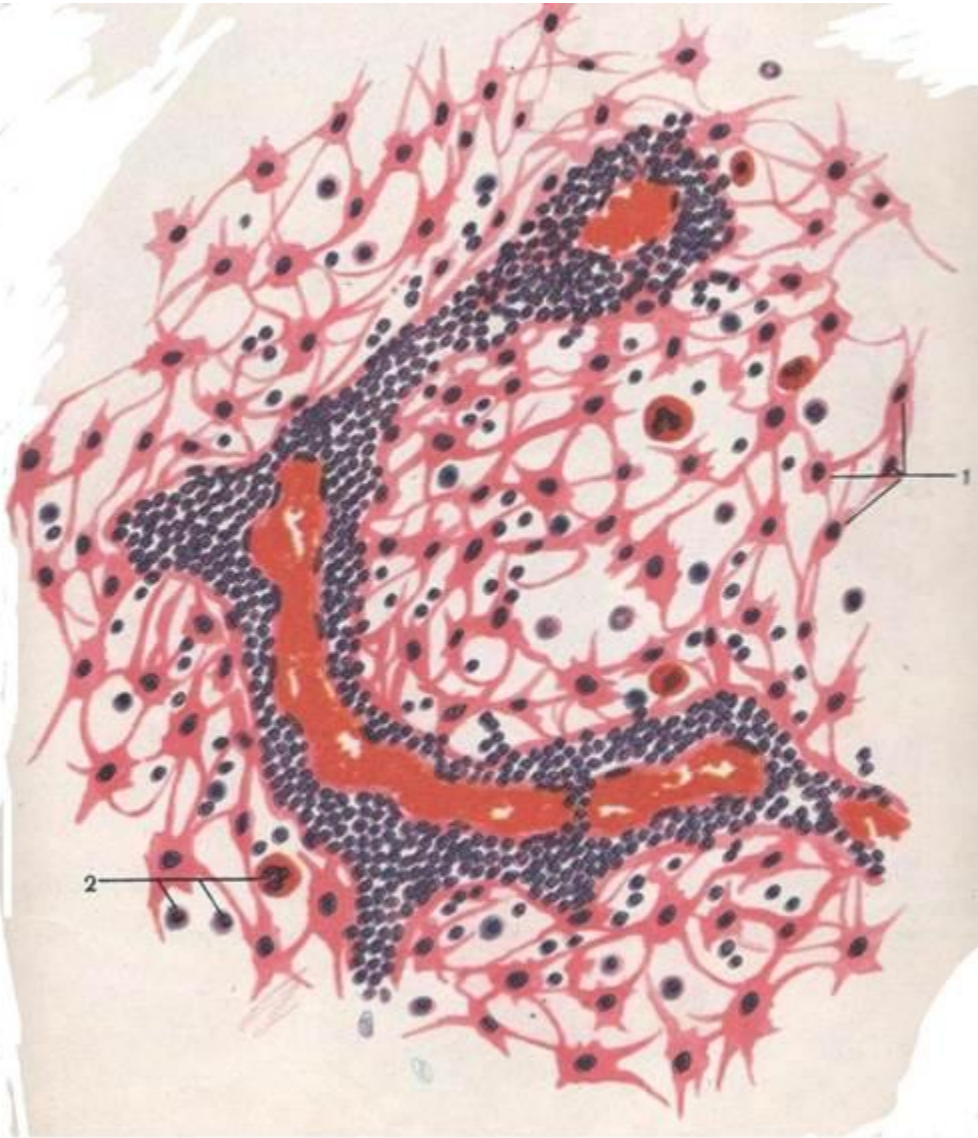
- Строение – **клетка** (ретикулярная) + межклеточное вещество (волокна ретикулярные) **коллаген типа III**. Образуют трофику клеток. Ретикулярная ткань (textus reticularis Сеточка) является разновидностью соединительной ткани, **имеет сетевидное строение** и состоит из отростчатых **ретикулярных клеток** и ретикулярных (**аргирофильных**) волокон. Большинство ретикулярных клеток связаны с ретикулярными волокнами и стыкуются друг с другом отростками, образуя трехмерную сеть. Ретикулярная ткань **образует строму** кроветворных органов и **микроокружение** для развивающихся в них клеток крови

РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ

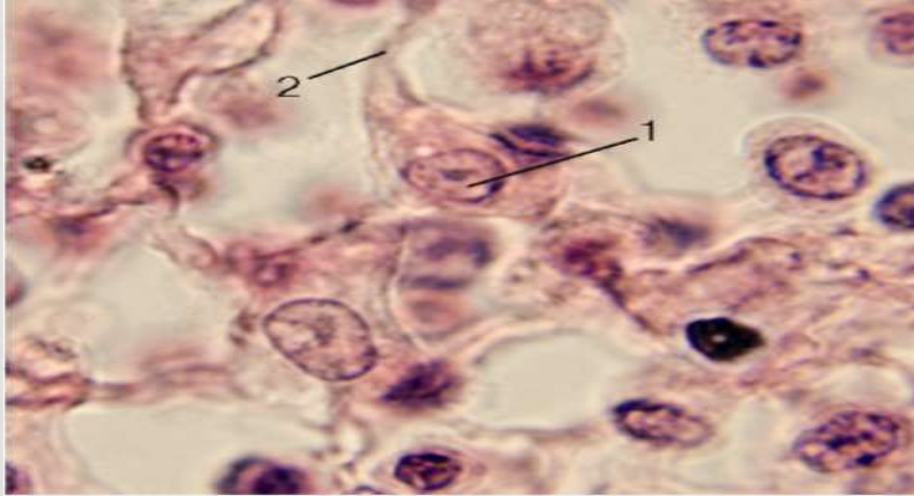
В ретикулярных клетках органоиды, в том числе эндоплазматическая сеть, митохондрии и аппарат Гольджи, развиты хорошо.

Эти клетки секретируют преколлаген, проэластин и гликозаминогликаны.

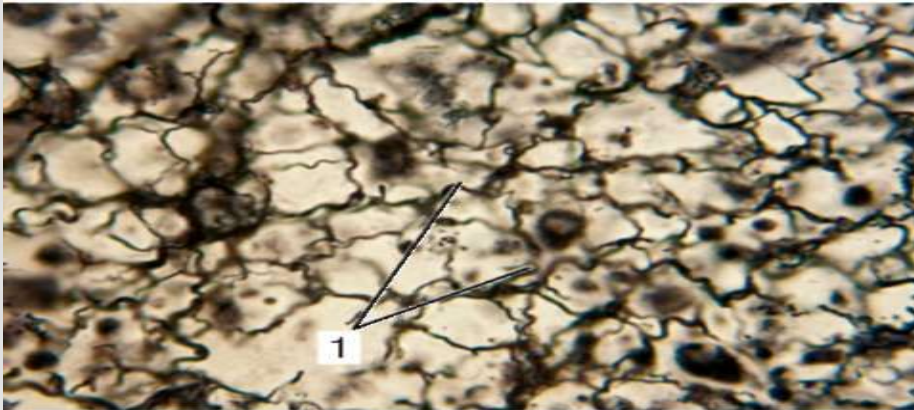
Эти клетки являются самыми многочисленными, в связи с этим они выполняют еще механическую (стромальную) функцию.



РЕТИКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ



а



б

Ретикулярная ткань:

а - микрофотография ретикулярных клеток:

1 - ядро ретикулярной клетки;

2 - отростки цитоплазмы; б -

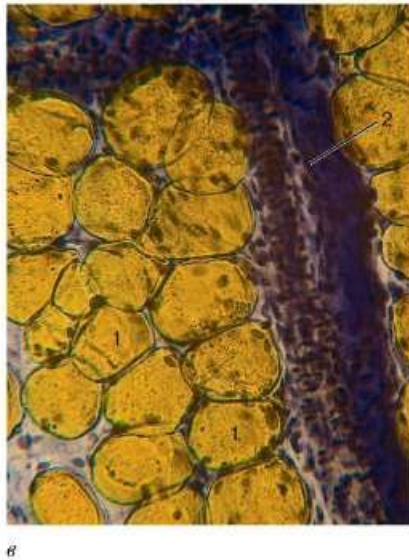
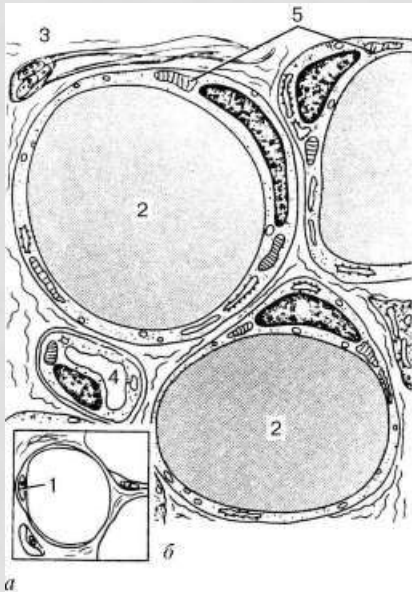
Импрегнация нитратом серебра

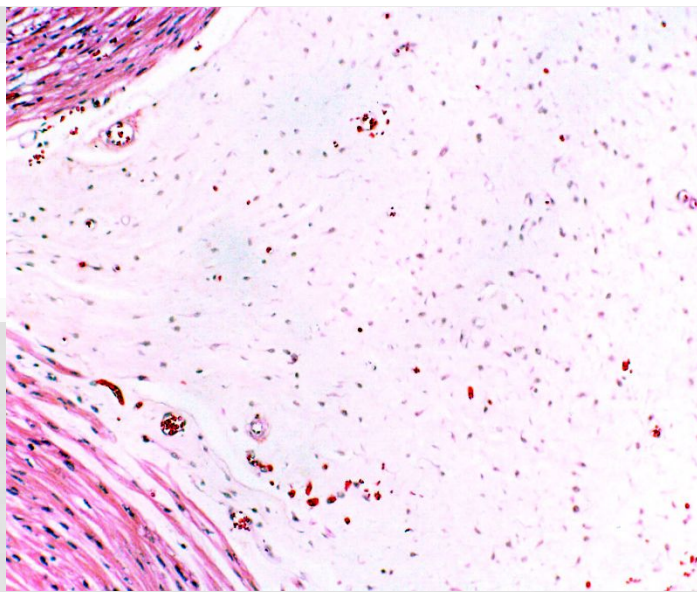
1 - ретикулярные волокна.

СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ: ЖИРОВАЯ, СЛИЗИСТАЯ



- **ЖИРОВАЯ ТКАНЬ**- это скопления жировых клеток, встречающихся во многих органах
- Классификация жировой ткани:
- 1) белая и
- 2) бурая.
- **Строение** – клетка (адипоцит) + **межклеточное вещество** (слабо развито) + аморфное вещество -30млрд.. жирных клеток.
- Бурая жировая ткань –встречается у новорожденных и у некоторых животных (грызунов и зимоспящих) в течении всей жизни.
- **Функция** – теплопродукция, регуляция термогенеза.

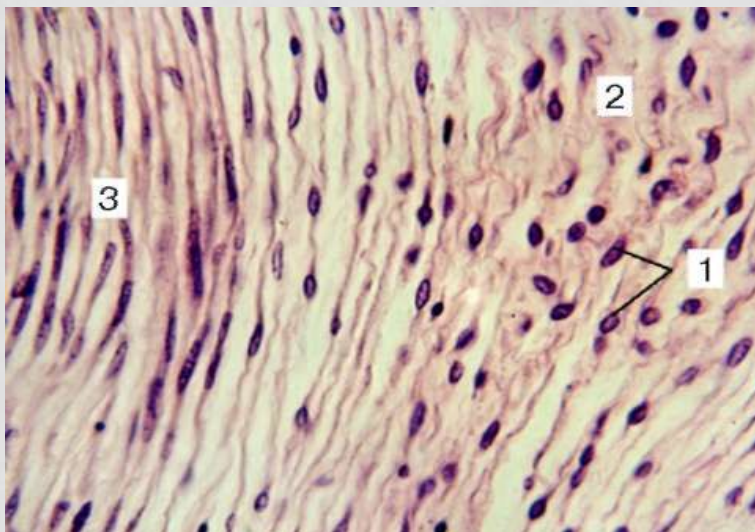




СЛИЗИСТАЯ ТКАНЬ

СЛИЗИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ - это видоизменённая **РВСТ**. с небольшим количеством клеток и высокой концентрацией **гиалуроновой кислоты в аморфном веществе**. Мало коллагеновых волокон.

Строение: клетки (малодифференцированные **фибробласты**) + межклеточное вещество (**волокна и аморфное вещество**). Локализация: пупочный канатик (**вартонов студень**) – синтезирует коллаген типа IV



- 1 - **мукоциты;**
- 2 - **межклеточное вещество;**
- 3 - **стенка кровеносного сосуда**

НАРУШЕНИЕ ФИБРИЛЛОГЕНЕЗА

- **Лежит в основе системных заболеваний соединительной ткани – коллагенозов.**
- **Причина – связана с мутациями генов, кодирующих молекулы коллагена или эластина.**
- **Синтез коллагена может быть нарушен на фоне дефицита витамина С, который включен в биохимическую цепь синтеза.**
- **Внеклеточная сборка волокон может быть нарушена под влиянием токсинов микробов, иммунных реакций.**

ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ КОЛЛАГЕНА

Основные типы болезней:

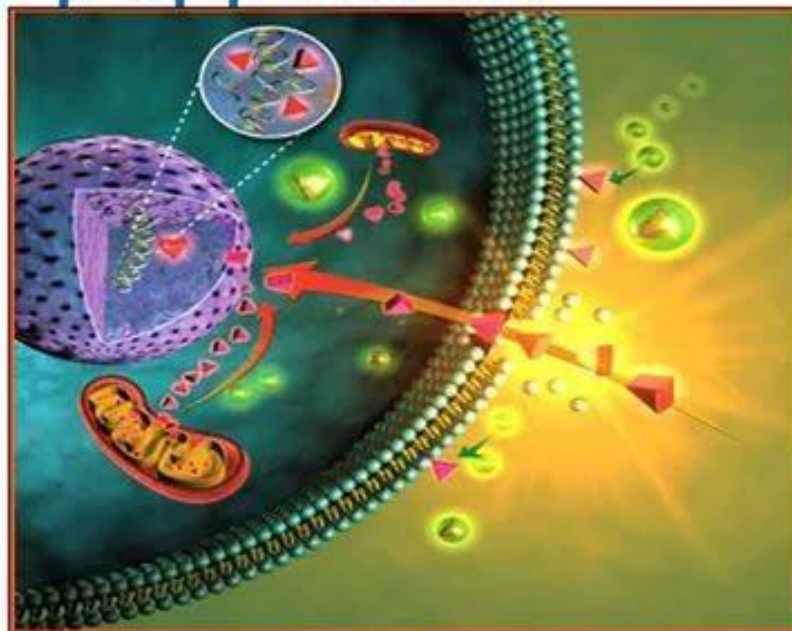
Неполное окостенение - это синдром который вызван точечной мутацией в гене, кодирующий синтез коллагена I типа. У лиц, страдающих этой патологией в анамнезе часто переломы костей после небольших травм и повреждений.

Синдром Элерса – Данло характеризуется ненормальным растяжением кожи и слабостью суставов, ведущих к повторяющимся вывихам. Синдром развивается в большинстве случаев в результате нарушения коллагена I типа

Свободные радикалы

Вступают в реакции взаимодействия с различными белками, нуклеиновыми кислотами, липидами (последнее особенно пагубно), повреждая их структуру и нарушая их функции.

В коже все это приводит к повреждению молекул коллагена



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

