

# ТЕМА: Собственно соединительные ткани

*лектор:* профессор Правоторов Георгий Васильевич

## План лекции:

1. Биологическая роль и эволюционные предпосылки возникновения тканей внутренней среды
2. Принципы строения «собственно соединительных тканей» и их классификация
3. Два типа составных элементов:
  - *Межклеточное вещество*
  - *Клетки*
4. **Строение и состав межклеточного вещества**
5. **Механоциты, макрофаги, тучные клетки.**

# Классификационная схема ТОТ



# Основные *принципы* строения ТОТ:

1. *Рыхлость упаковки клеток* – большое количество межклеточного вещества по сравнению с массой клеток.
2. *Индивидуальная подвижность* или “автономность” клеток.
3. *Неполярность* (аполярность) клеток – но они могут ориентироваться при направленных миграциях.
4. “*Избегание*” тесных контактов между клетками.
5. Клетки сами *нарабатывают* и сами *модифицируют* межклеточное вещество в котором они обитают.

# Основные *функции* ТОТ

(по А.А. Богомольцу):

- а) Опорная и соединяющая** – стабилизация паренхимы органов;
- б) Трофическая** – транспорт *молекул*  
→ питательных, продуктов обмена и регуляторных;
- в) Защитная**
  - **пассивные** → механическая, ионообменная, терморегуляторная,
  - **активные** → иммунитет и воспаление;
- г) Структурообразующая** – индукторы морфогенеза и цитокины;
- д) Пластическая** – замещение дефектов.

**Подгруппа:  
«Соединительные волокнистые ткани»**

**Классификационный ключ:**

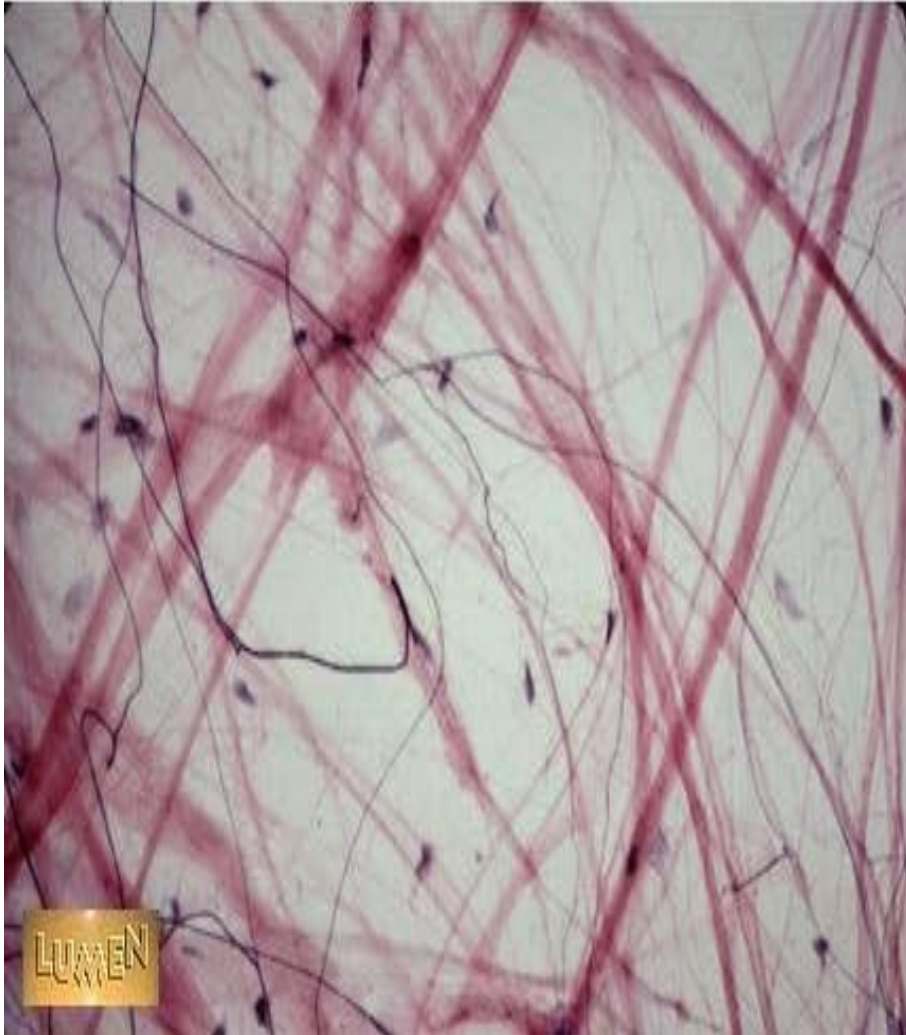
**характеристика волокон**

**в межклеточном в-ве**

1. Насыщенность матрикса волокнами (**рыхлая** или **плотная** ткань);
2. Особенности расположения волокон — «хаотичное» (**неоформленная**) или «однонаправленное» (**оформленная**).

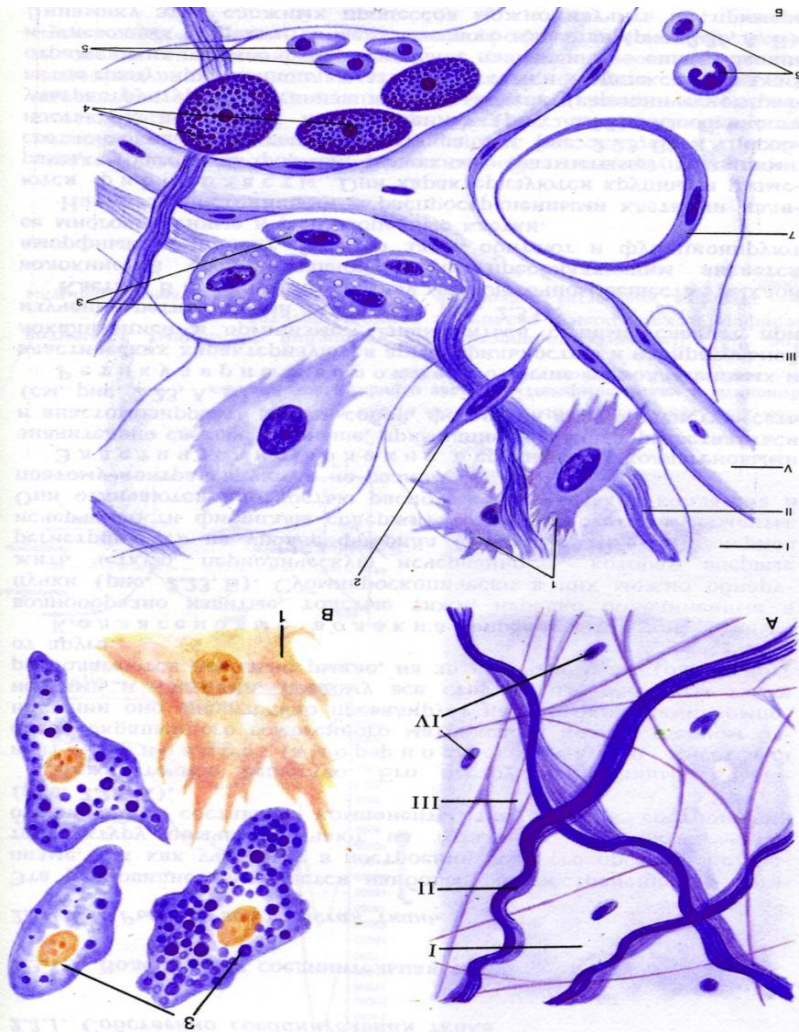
# Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

Histology Lab Part 3: Slide 8



- РСТ есть везде, где находятся сосуды и нервные окончания;
- Организует «обменные пространства» между клетками паренхимы и кровью;
- Формирует «мягкую» опору (*строму*) и «защитные» механические конструкции (*капсулы и трабекулы*) в органах.

# Рыхлая волокнистая соединительная ткань:



В составе РСТ выделяют:

## Матрикс

□ Аморфное (основное) вещество;

□ Волокна

(толстые – коллагеновые и тонкие – эластические и ретикулярные).

## Клетки

□ Фибробласты;

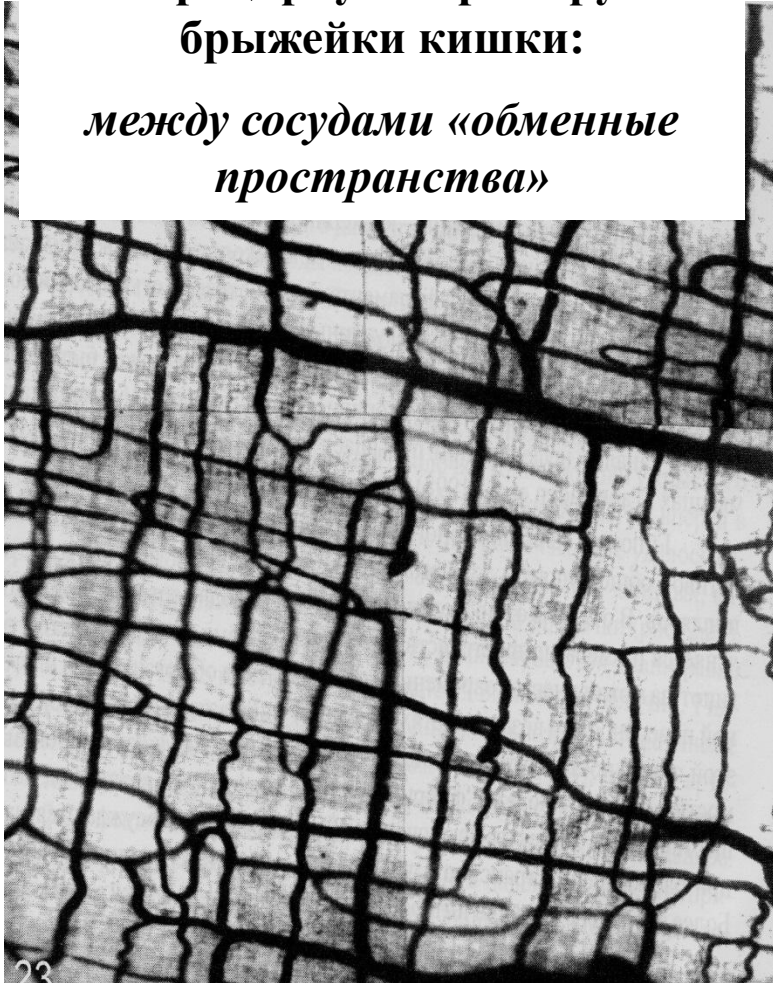
□ Гистиоциты-макрофаги;

□ Тучные клетки.

# РСТ и обменные пространства = **интерстиций**

Микроциркуляторное русло  
брыжейки кишки:

*между сосудами «обменные  
пространства»*



## Интерстициальное пространство

– это **«аморфный» компонент  
РСТ.**

- В нём содержится до 15% воды организма человека (в крови - 5%).
- Здесь 85-90% ***«структурировано»***, то есть – вода **не текуча** (*связана*).
- Оставшиеся 10% ***«свободной»*** воды обеспечивают **направленный транспорт** веществ.

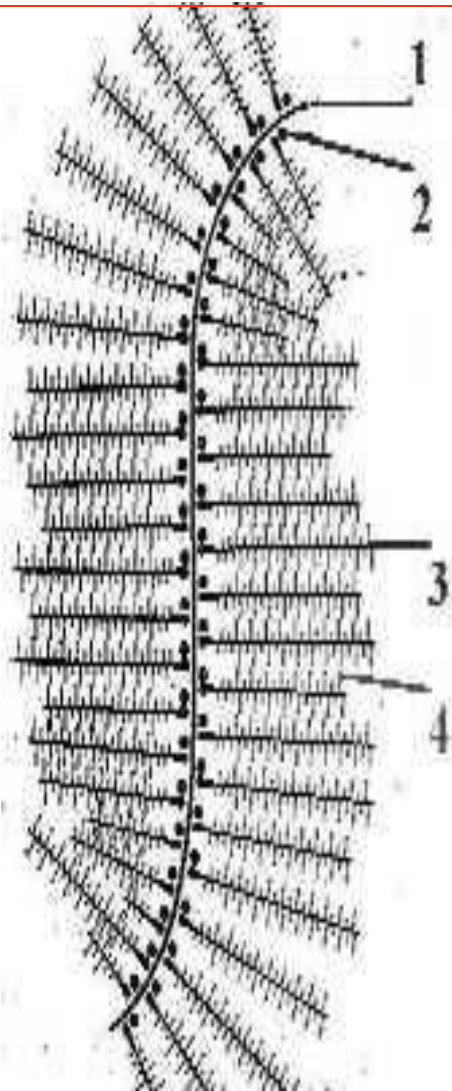


# РСТ и обменные пространства = *интерстиций*

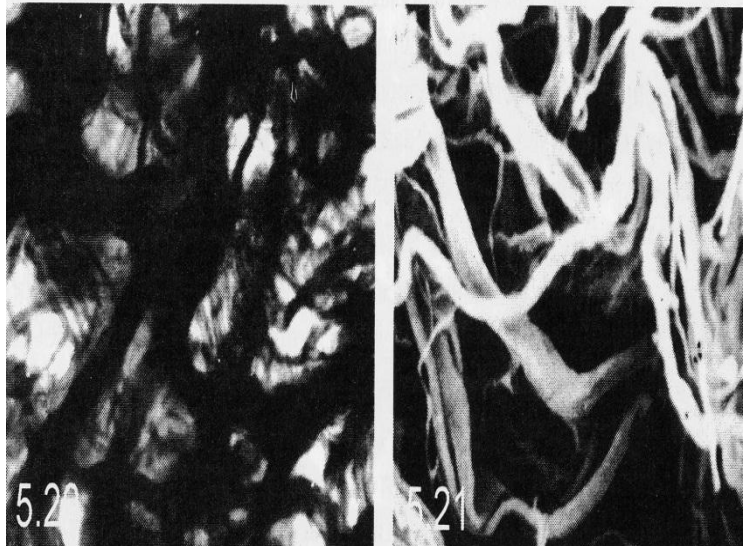
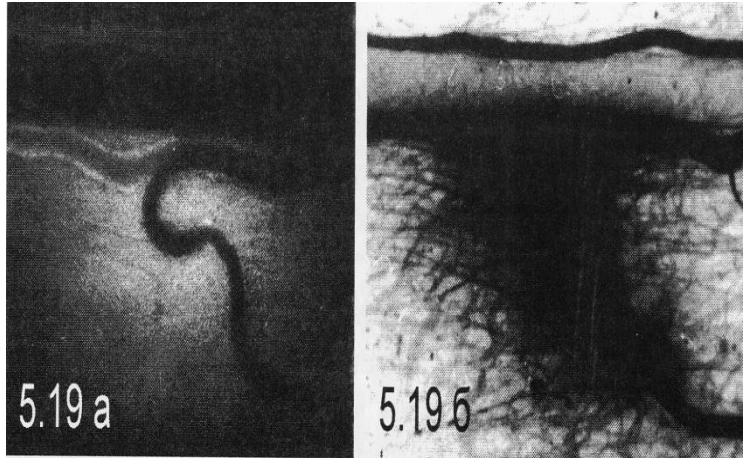
## «Аморфное вещество» состоит:

- Преимущественно из комплексов полисахаров = гликозаминогликанов (ГАГ)
- И (+) небольшого количества структурных белков (= протеогликаны – ПГ),
- ГАГ и ПГ легко соединяются с линейной молекулой гиалуроновой кислоты (это уже агрегаты протеогликанов = АПГ).
- ГАГ исключительно хорошо связывают воду.
- Связывая воду, ГАГ могут увеличивать свой объем в 100-10 000 раз.

Схема строения АПГ

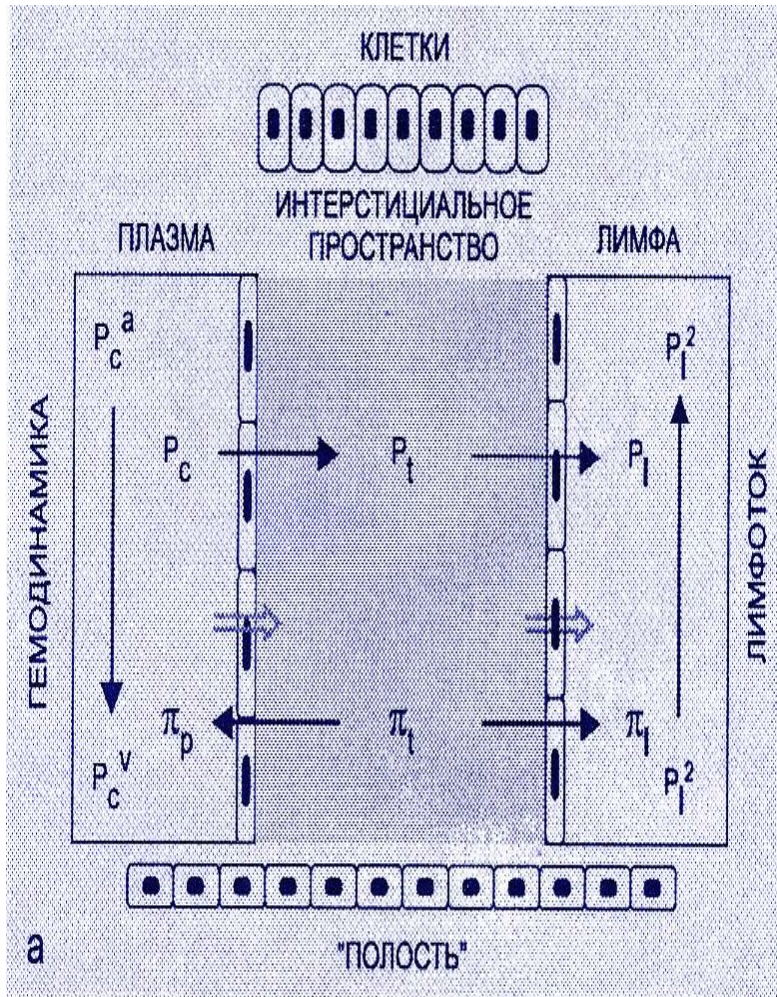


# Интерстиций = «скрытая» структура обменных пространств



- Транспорт *органических веществ* в интерстиции идёт (преимущественно!) за счёт **конвекции** (*диффузия* → **только газы!**).
- Конвекция обеспечивает **направленный перенос** веществ от сосудов к паренхиме.
- Области «облегченной» конвекции – это не имеющие стенок **«интерстициальные каналы»**, насыщенные **свободной водой**.
- Такие каналы локализованы **вдоль коллагеновых волокон** интерстиция.

# РСТ и обменные пространства = *интерстиций*



- Через **ИК** (лабиринты) осуществляется транспорт воды и растворённых в ней в-в по пути:

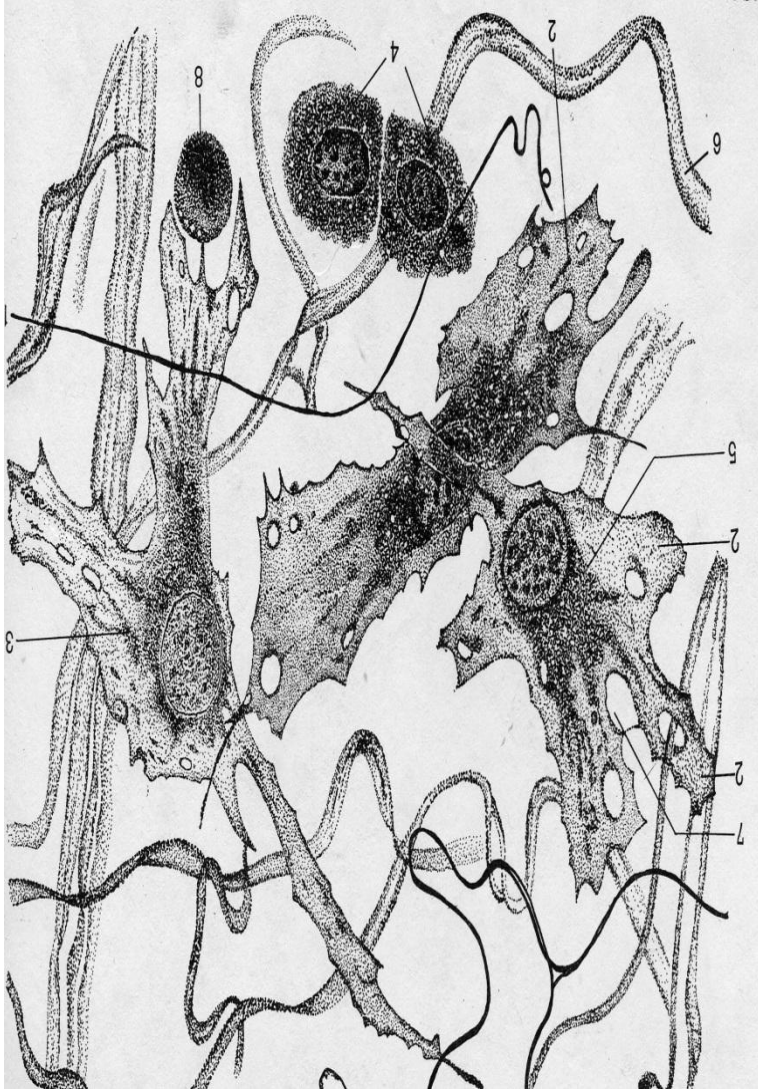
**кровь → ИП → лимфа.**

- Через ИК хорошо проникают «универсальные переносчики» - **сывороточные альбумины** (75-80% их содержится не в крови, в **ИП**).

- Все транспортные альбумины организма 10-14 раз в сутки «прокачиваются» через **ИП**:

**кровь → ИП → лимфа.**

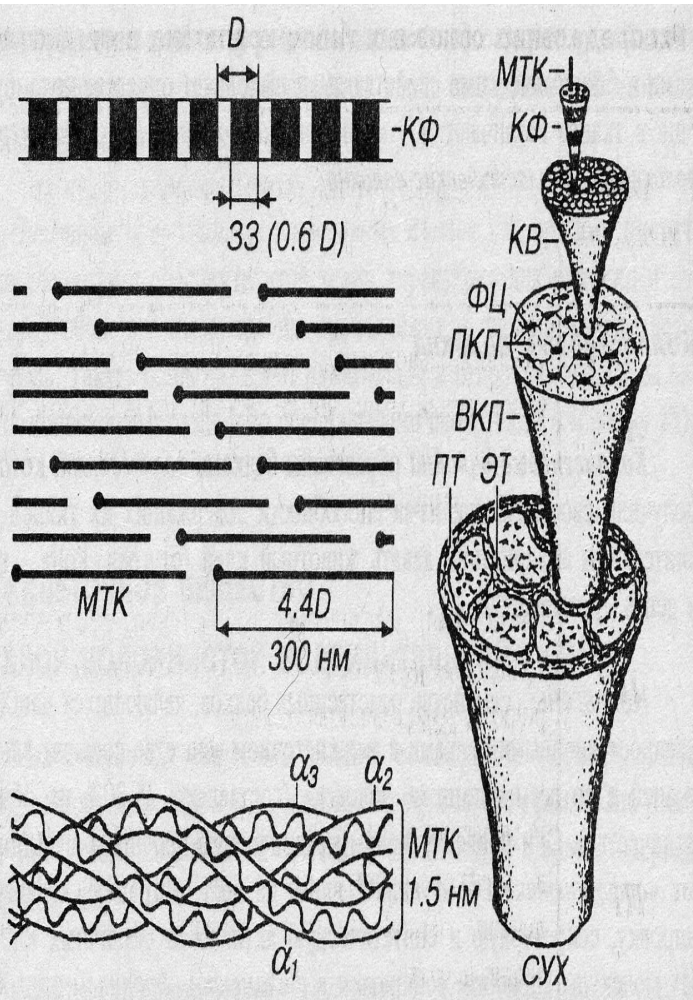
# Волокна в РСТ



## Обеспечивают:

1. Механическую прочность стромы;
2. Фиксацию в пространстве клеток паренхимы;
3. Взаимодействия между клетками стромы и паренхимы;
4. Влияют на пролиферацию, миграцию и функциональную **активность** клеток.

# 1. Коллагеновые волокна



- Коллагеновые волокна (**КВ**) – это нитевидные структуры межклеточного вещества, состоящие из линейных полимеров белка коллагена (исчерченных фибрилл коллагена).
- **КВ** имеют поперечник 1—15 мкм и = неопределённую длину.
- Распространены не только в соединительной ткани, но и: в кости (волокна *оссеиновые*), в хряще (волокна *хондриновые*).

# Клетки РСТ

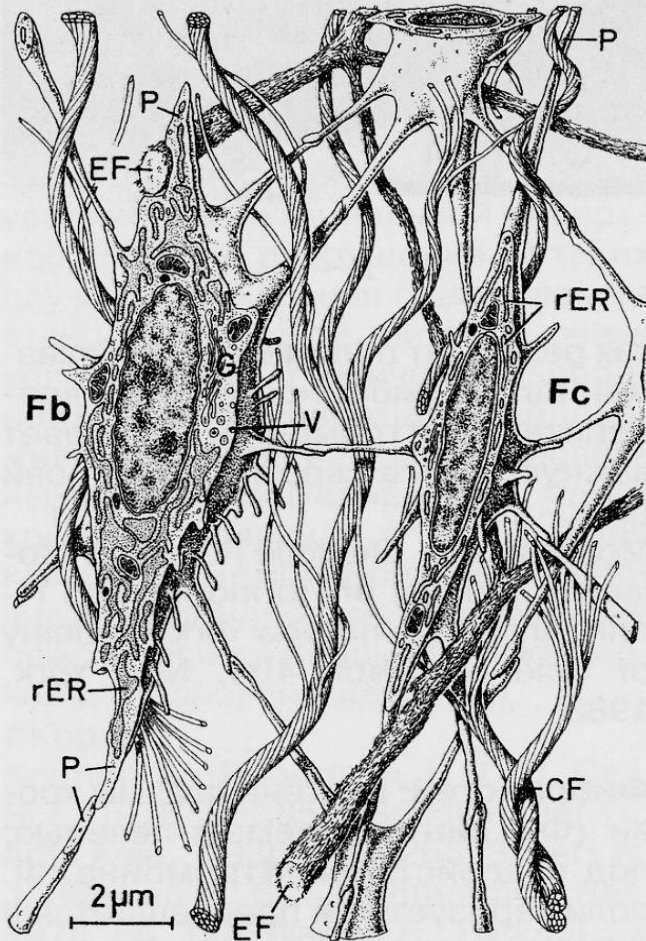
- 1. Фибробласты-механоциты  $\approx 45\%$**   
(продолжительность жизни = более 10 лет!)
- 2. Гистиоциты-макрофаги  $\approx 35\%$**   
(продолжительность жизни = 30 сут.)
- 3. Тучные клетки-базофилы  $\approx 2-8\%$**   
(продолжительность жизни = 7-70 сут.)  
  
+
- 4. Предшественники этих клеток + лейкоциты крови**

□ Постоянный обмен и модификацию **межклеточного вещества** обеспечивает функциональная пара:

**Фибробласт  $\leftrightarrow$  Гистиоцит**

- **Фибробласты выполняют ДЕСМОПЛАСТИЧЕСКИЕ функции**
- **Гистиоциты - ДЕСМОЛИТИЧЕСКИЕ**

# Клетки ТОТ: механоциты



*P – O, rER – ЭС, Fc – Фц, CF – КВ,  
EF – ЭВ, V – В, Fb – Ф, G – Г*

- Механические свойства матрикса – его повышенную плотность, прочность, растяжимость, обеспечивают особые клетки.
- Эти клетки ТОТ называются механоцитами.
- К числу механоцитов ТОТ относят гистогенетически родственные клетки:
  - (а) фибробласты (в РСТ),
  - (б) хондроциты (в хряще),
  - (в) остеобласты (в кости).

## Ультраструктура типичного фибробласта

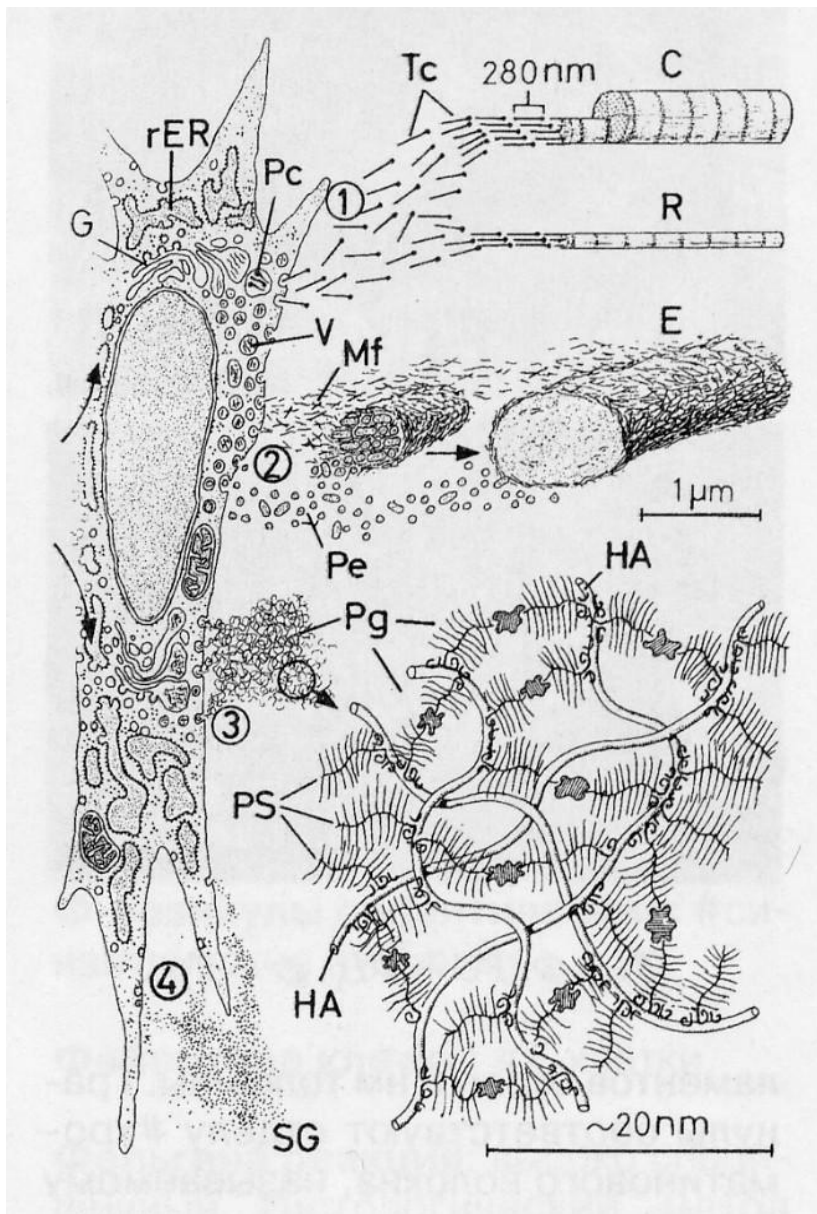


## Механоциты РСТ = *фибробласты*

- **Фб.** — клетки крупные (40—50 мкм), веретеновидной формы, на плёночных препаратах — отростчатую, с плохо выраженными границами.
- Ядро овальное с преобладанием диффузного хроматина.
- Исключительно высоко развита ЗЦС ( $\approx 60\%$  всех органелл).
- Хорошо выражен комплекс Гольджи, умеренно — митохондрии и везикулярный аппарат.
- Слабо представлены лизосомы и фагосомы.



## Механоциты РСТ = *фибробласты*



Из продуктов синтеза в Ф.  
формируются:

- Все виды белков  
волоконистых структур ТОТ;
- Весь матрикс аморфного  
вещества ТОТ.

**Основные регуляторы  
активности:**

Аскорбиновая к-та → МАХ  
синтеза коллагена и  
размножение **Ф.**

Глюкокортикоиды → MIN  
синтез коллагена **Ф.**

# Механоциты РСТ = *фибробласты*

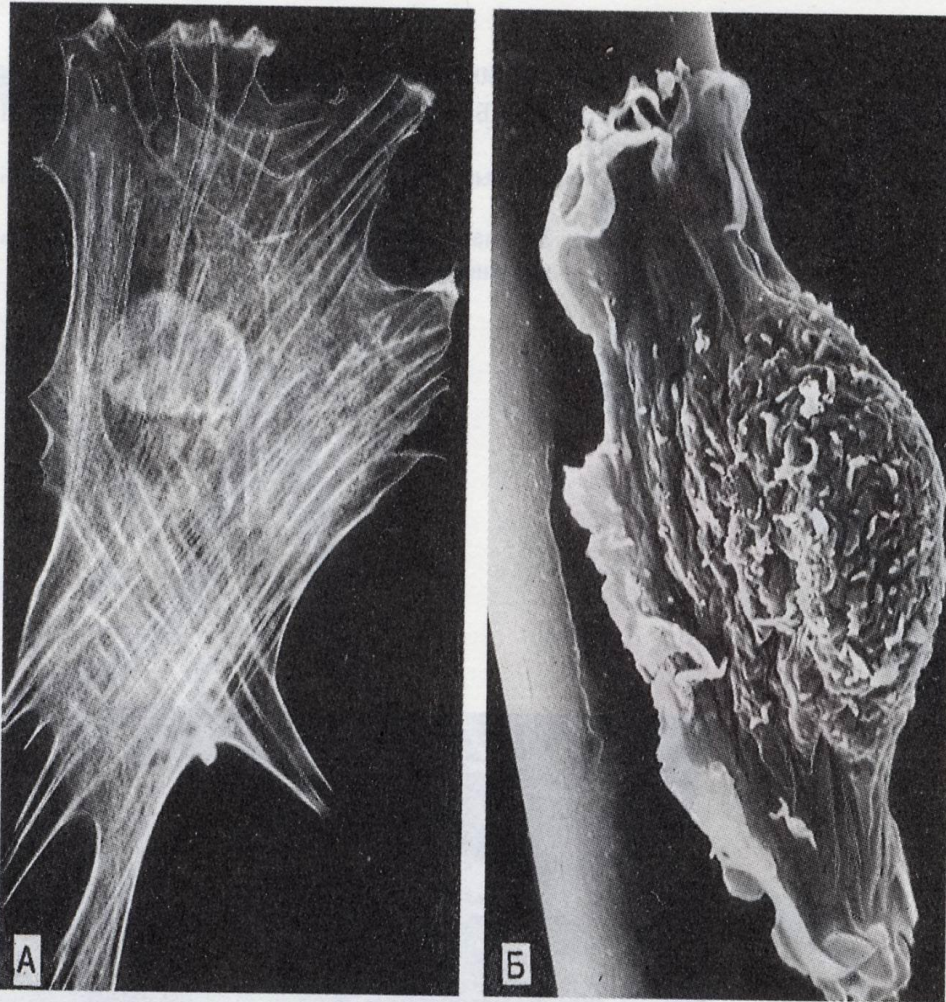


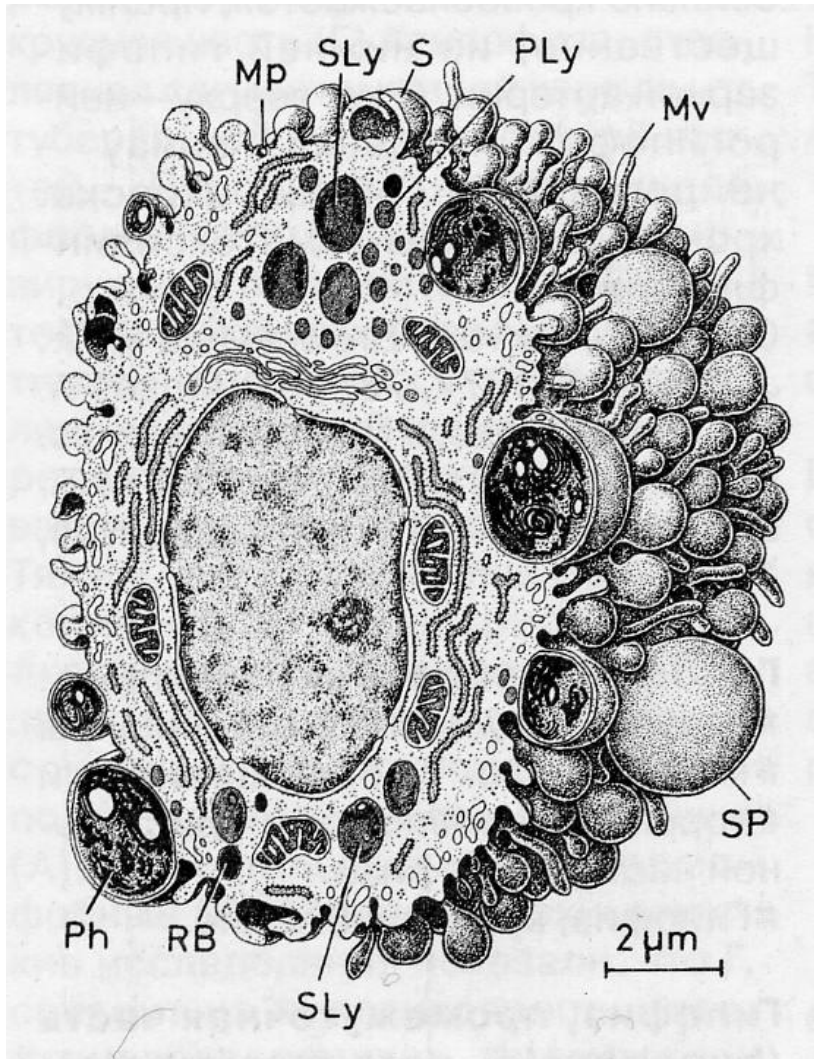
Рис. 2.25. Фибробласт.

А — выявление актиновых микрофиламентов иммунофлуоресцентным методом.  
Б — СЭМ: распластывание фибробласта на цилиндрической поверхности.

Молодые **Ф.** — клетки **мобильные.**

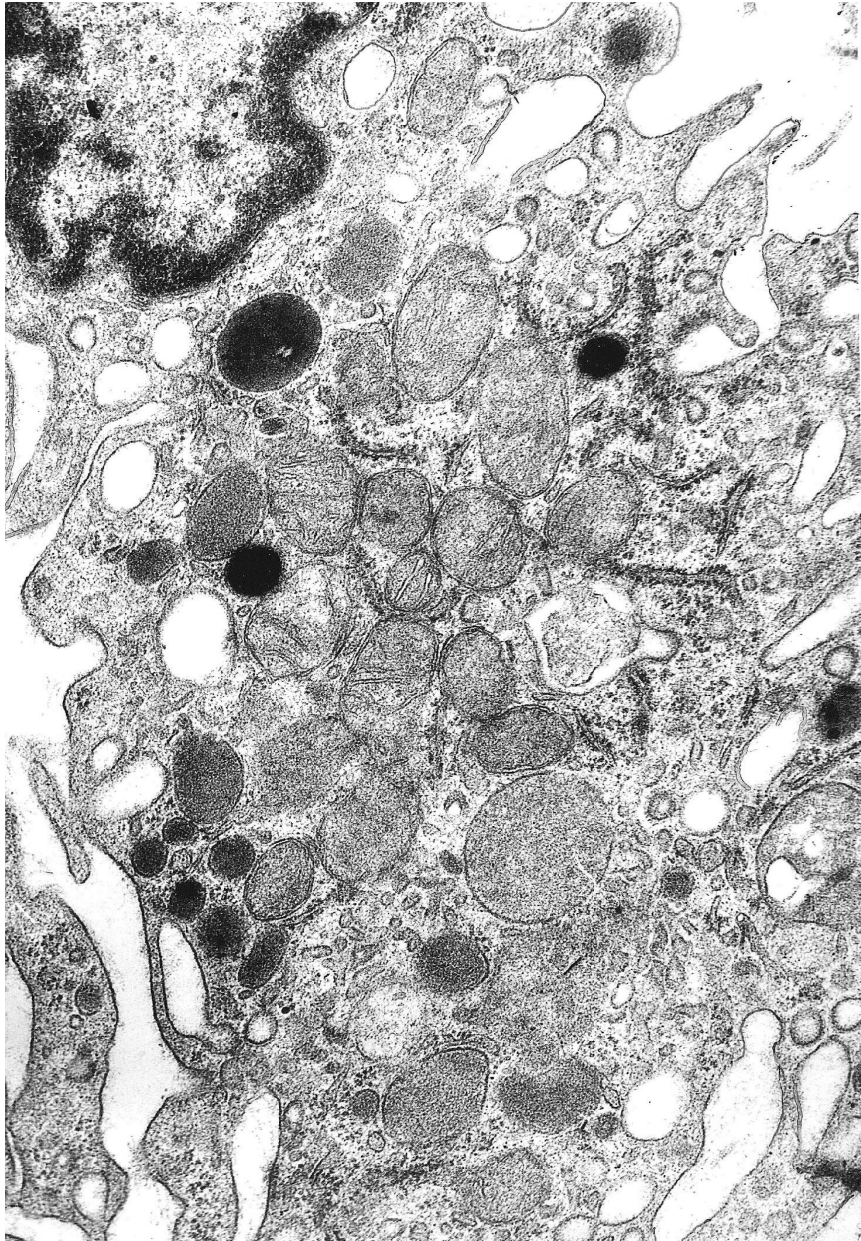
- В соединительной ткани способны **медленно перемещаться вдоль волокон.**
- Могут активно мигрировать в **очаг воспаления** (после его «очистки» фагоцитами).

# Гистиоциты РСТ



- **Г.** - это «резидентные» МФ в РСТ.
- Размеры 10—24 мкм.
- **ГМФ** насыщены азурофильными зёрнами (лизосомами) и вакуолями — это их “сегрегационный аппарат” (58% органелл).
- **Лизосомы** — 23,6 %, **фагосомы** — 5,7 %, **прозрачные вакуоли** — 26,8 %.
- **Митохондрии** — 36,9 % от в органелл, а **ЗЦС** — 7,0 %.

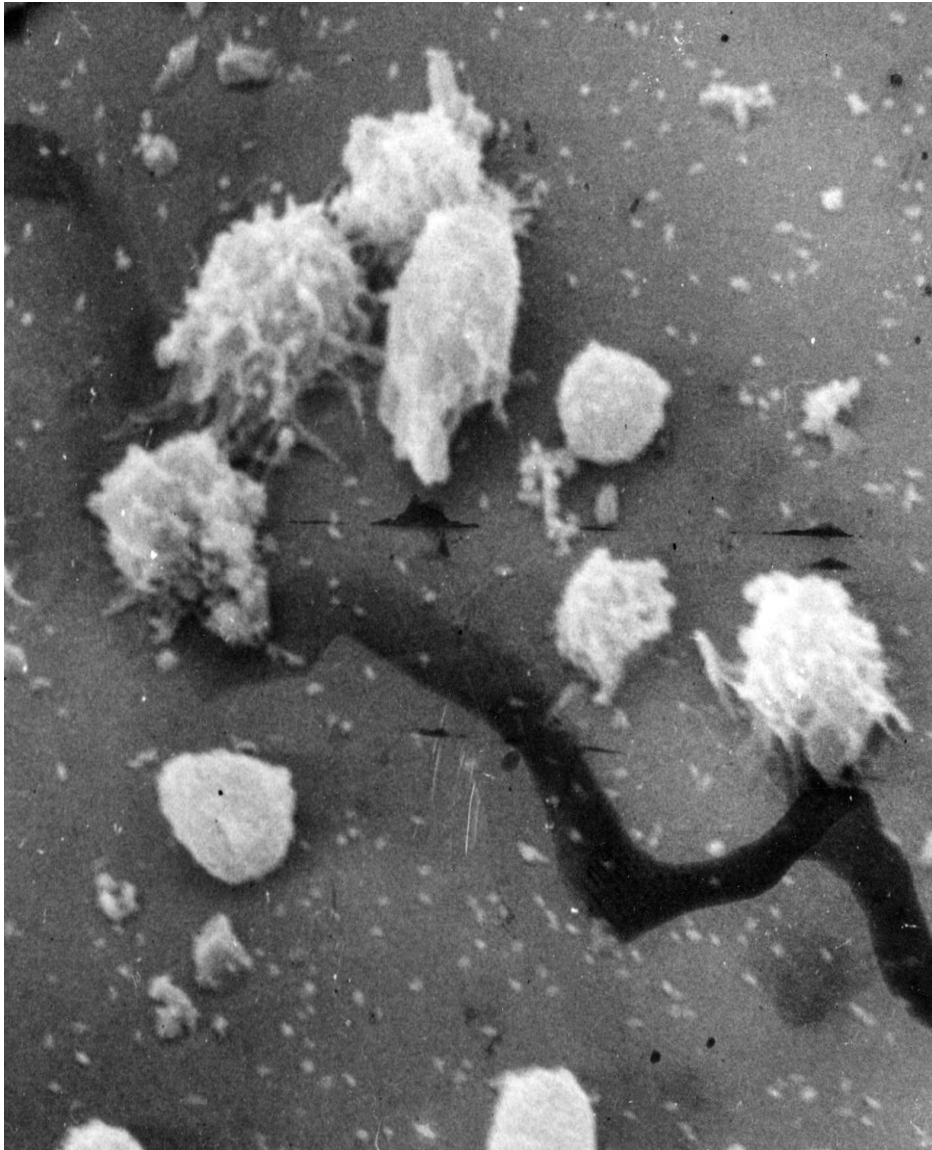
## Ультраструктура типичного ГИСТИОЦИТА + МФ РСТ



## Гистиоциты РСТ

- **ГМФ** наиболее активные в метаболическом отношении клетки РСТ.
- ГМФ приспособлены к регулируемой секреции ферментов и к эндоцитозу.
- Их ф-я в РСТ = (а) **лизис структур матрикса** и (2) **поглощение путем эндоцитоза** разрушенных фрагментов межклеточного вещества и деградирующих клеток паренхимы **(клиринг)**.

## Макрофаги: общие свойства



**МФ** – это эволюционно самая древняя «команда» клеток внутренней среды, *специализированная на:*

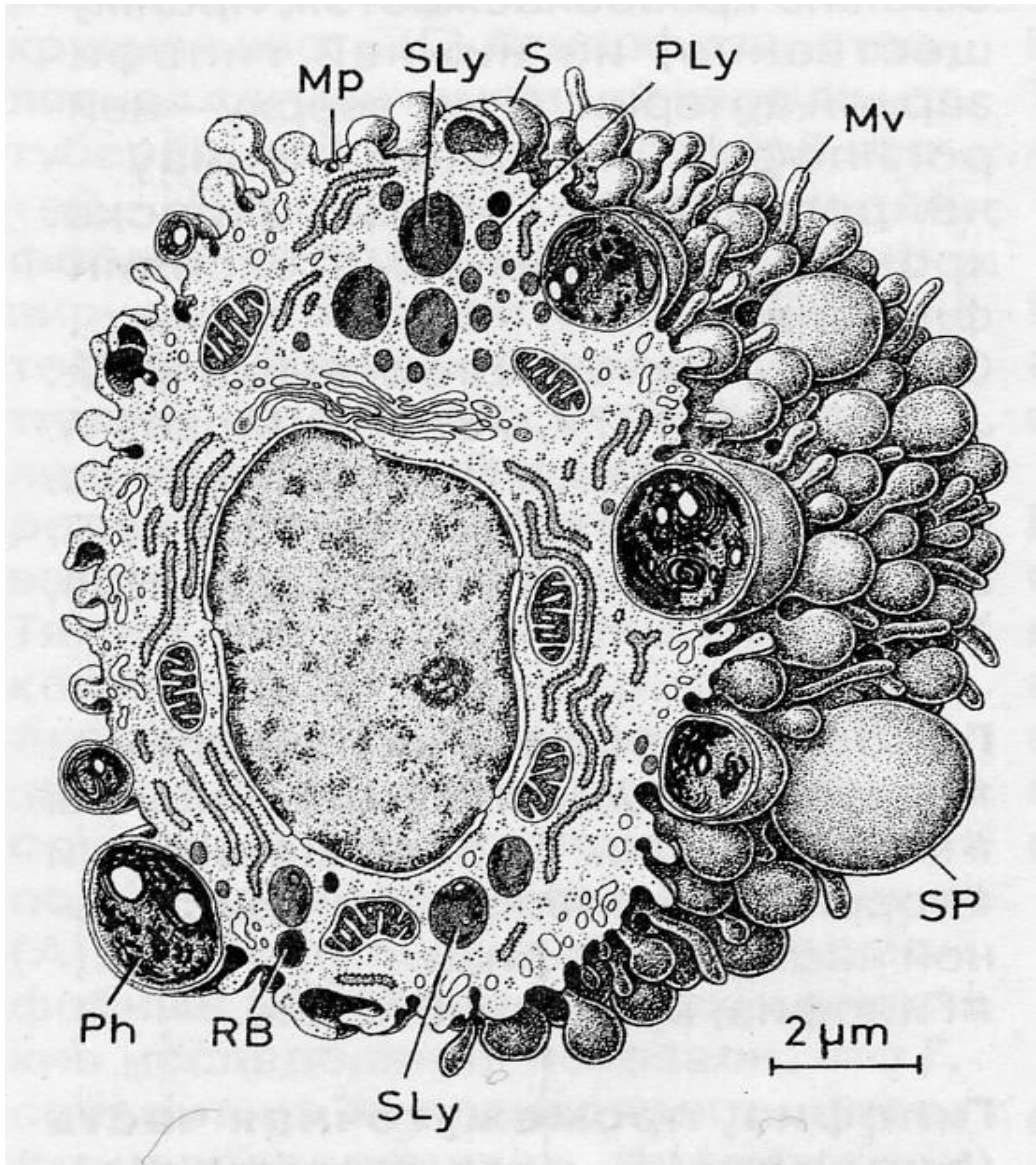
□ защите внутренних территорий от «чужого» (1)

+

□ устранении дефектных конструкций и клеточных элементов (2) в организме.

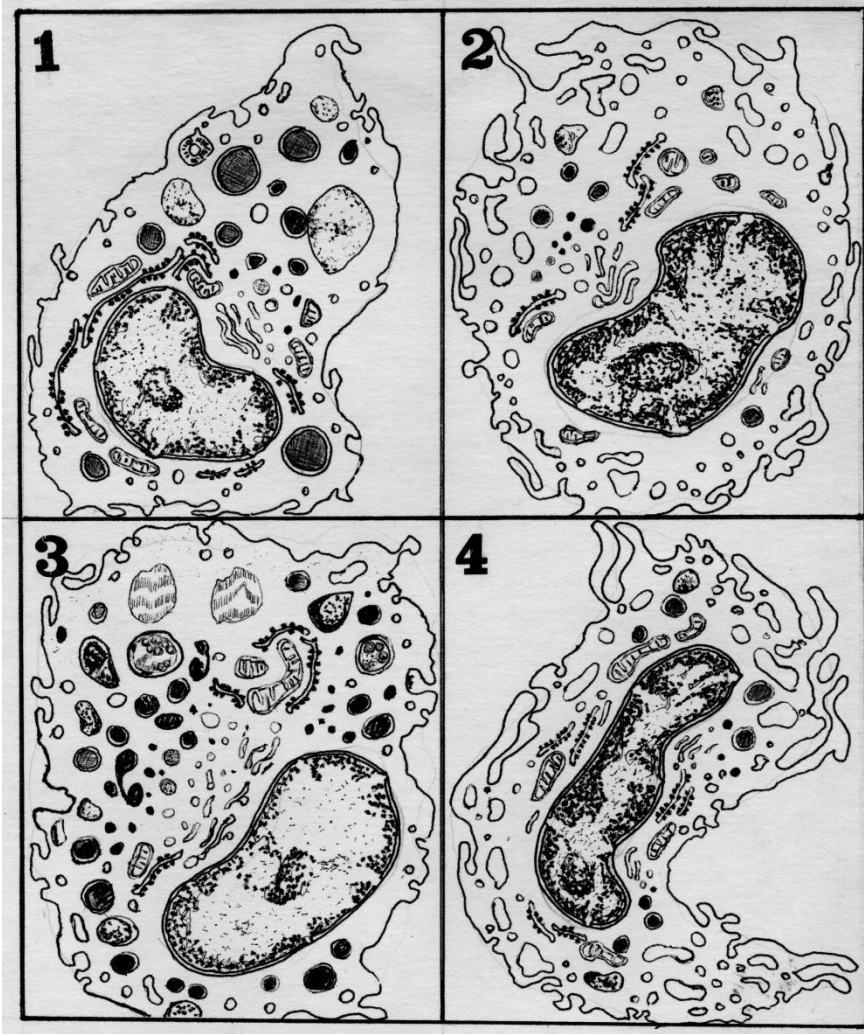
**Входят в состав стромы  
всех органов и  
образуют автономную  
функциональную систему  
= «СМФ» (= **система  
моноклеарных  
фагоцитов**)**

# Макрофаги



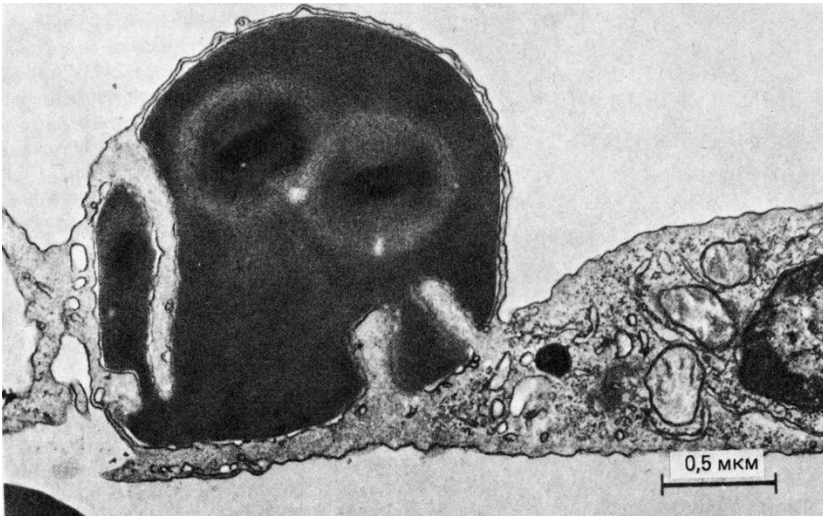
- Термин **М.** предложен **И. И. Мечниковым** (1883).
- Биологическая роль **М.** — это поддержание гомеостаза внутренней среды.
- Специфичные для каждого органа **в норме** формы **М.** называются **«резидентными».**

# «Классические» формы МФ

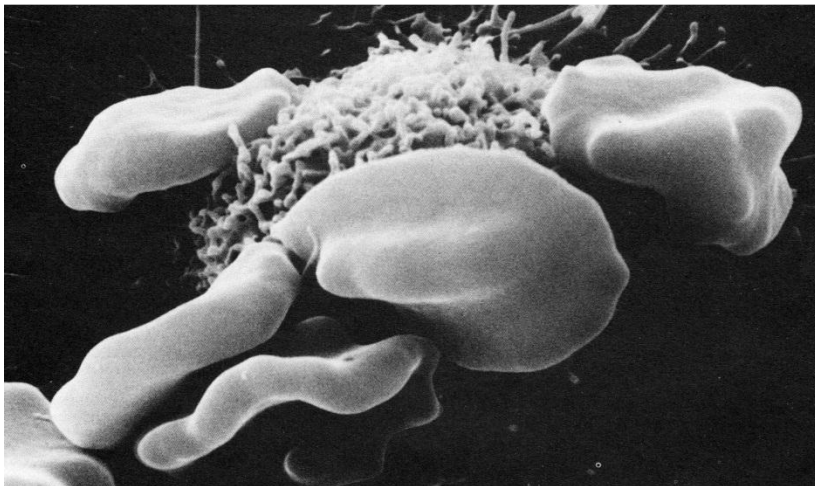


- Локализованные в органах резидентные МФ, которые не участвуют в специфических иммунных и воспалительных реакциях, называется «**классическими МФ**».
- Сюда включают МФ:
  - (1) печёночные,
  - (2) перитонеальные,
  - (3) альвеолярные,
  - (4) гистиоциты РСТ.

# Макрофаги – общая характеристика



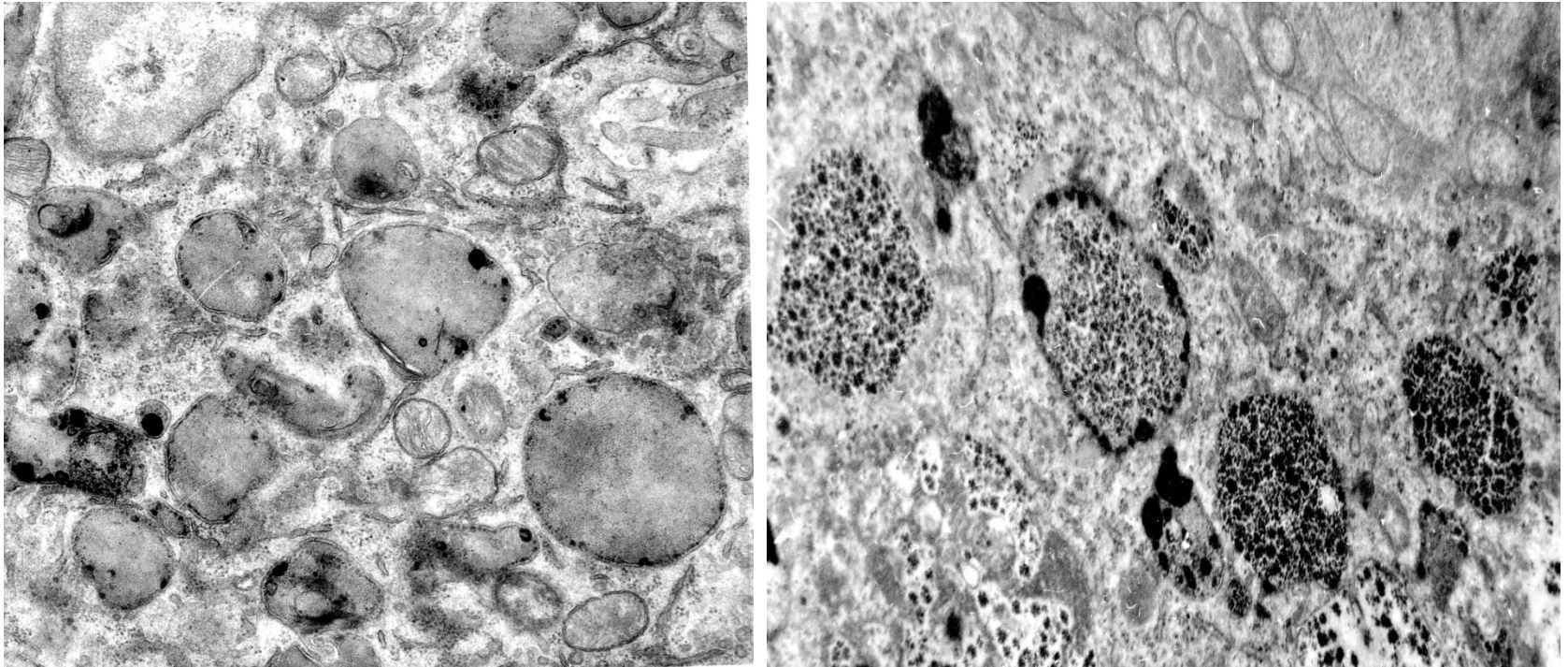
Фагоцитоз дефектных эритроцитов  
в МФ селезёнки



- И.И. Мечников выдвинул и обосновал теорию *«фагоцитарного иммунитета»*.
- Он выделил два класса *«профессиональных фагоцитов»*, осуществляющих *защитные функции* путём поглощения и переваривания микроорганизмов:
  1. *Микрофаги крови* (нейтрофилы);
  2. *Макрофаги внутренней среды* (фагоциты органов и тканей).



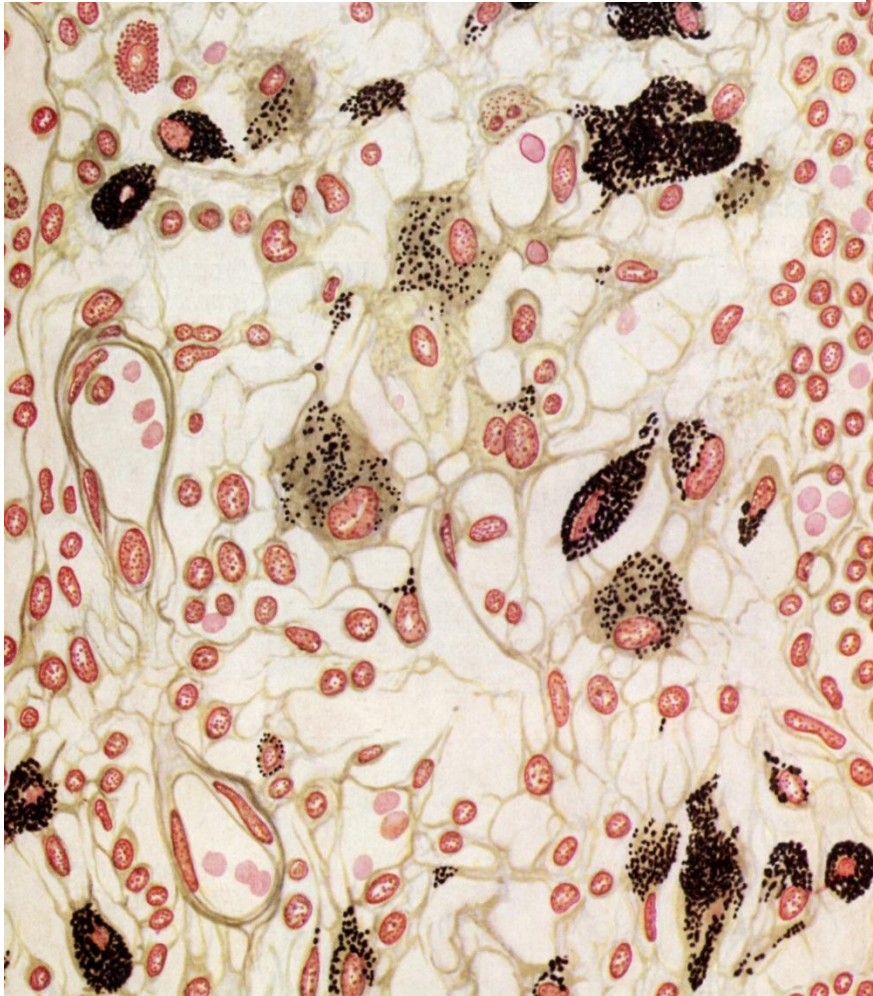
# Макрофаги – общая характеристика



Самым характерным признаком МФ являются **ЛИЗОСОМЫ**, главное содержимое которых – гидролитический фермент **кислая фосфатаза** (гистохимический маркер МФ).

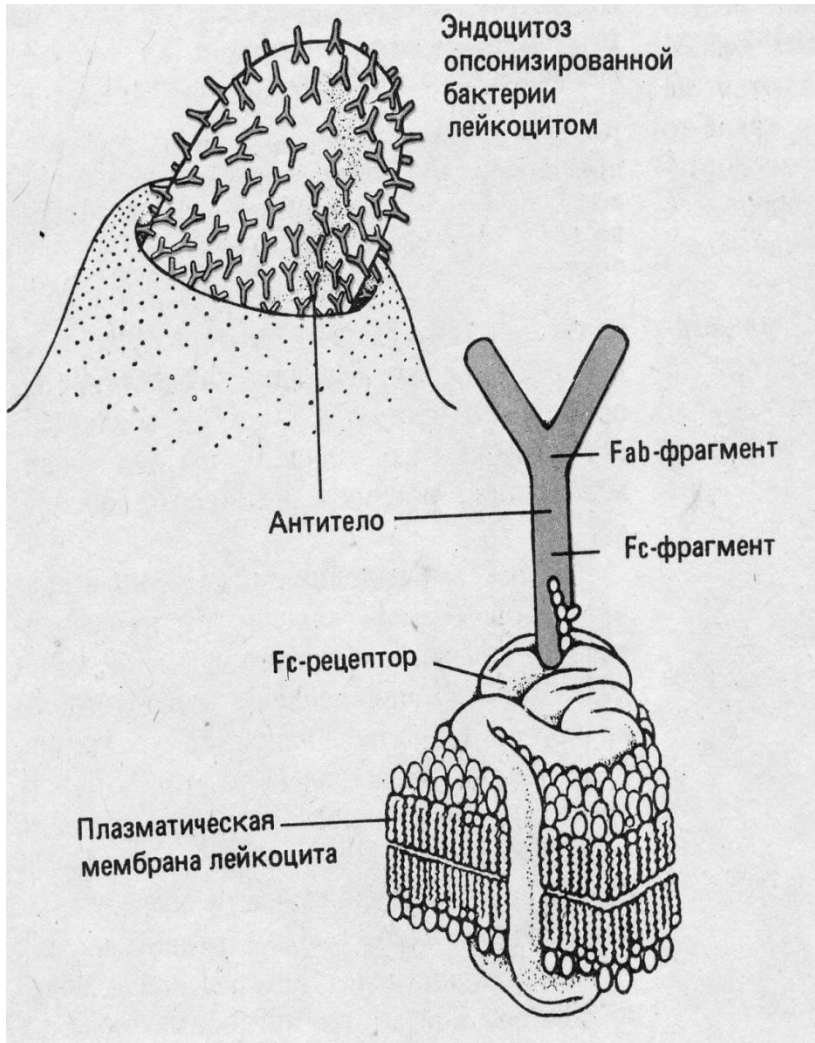
# Макрофаги = функции

Фагоцитоз частиц красителя из лимфы:  
*МФ лимфатического узла*



- **клиринговая** - (*очистка внутренней среды* от инфекционных микроорганизмов и частиц, от ненужных или дефицитных веществ).
- **б) секреторная;**
- **в) бактерио- и цитотоксическая;**
- **г) вспомогательная** в *иммунных* и в *воспалительных* реакциях;

# Макрофаги → функции



*Клиринговая функция*  
осуществляется за счёт  
рецепторов «клиринговой»  
группы:

- *Fc-рецепторов* (к с-фрагменту Ig).
- “*scavenger*”-рецепторов к полианионам.
- «*маннозных*» рецепторов к лизосомальным ферментам.

# Макрофаги → функции

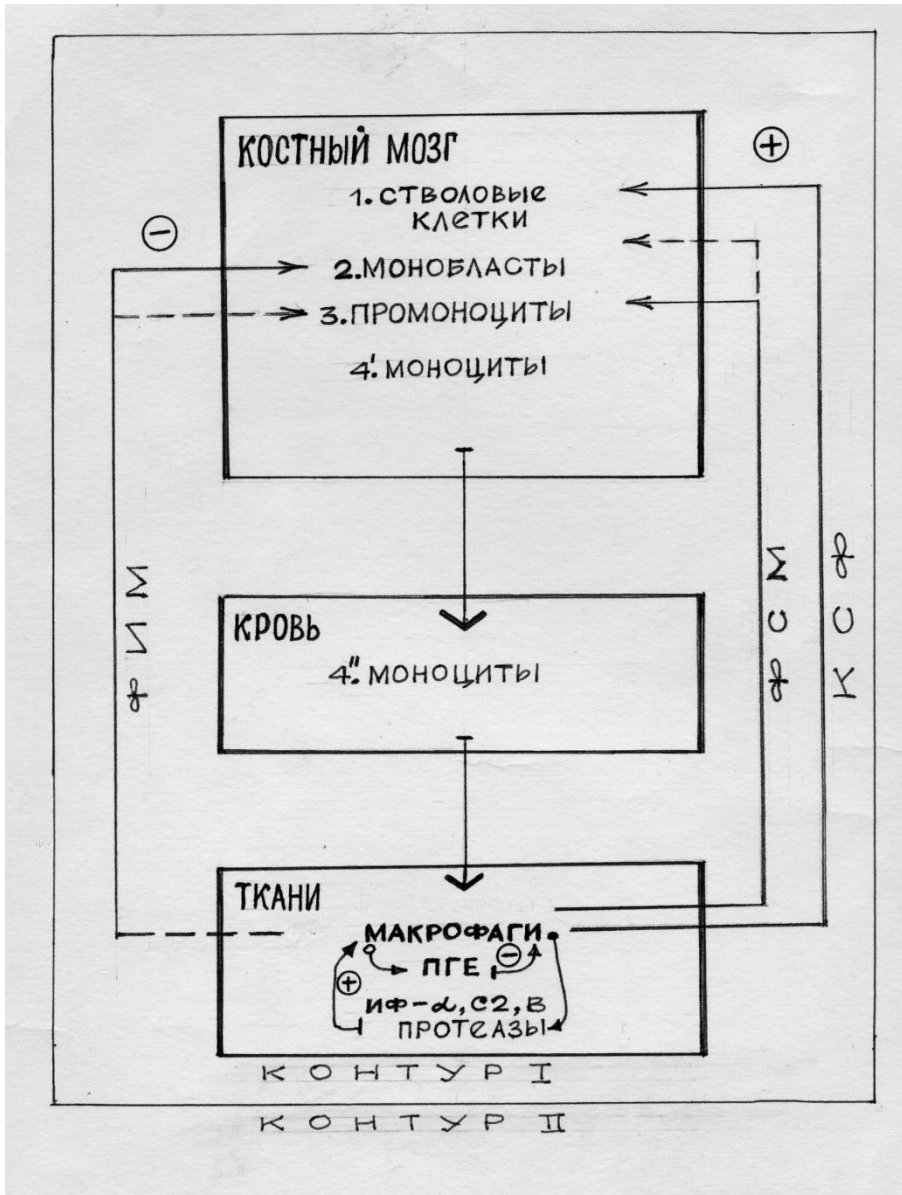


- МФ способны избирательно извлекать и накапливать из окружения

*дефицитные органические молекулы.*

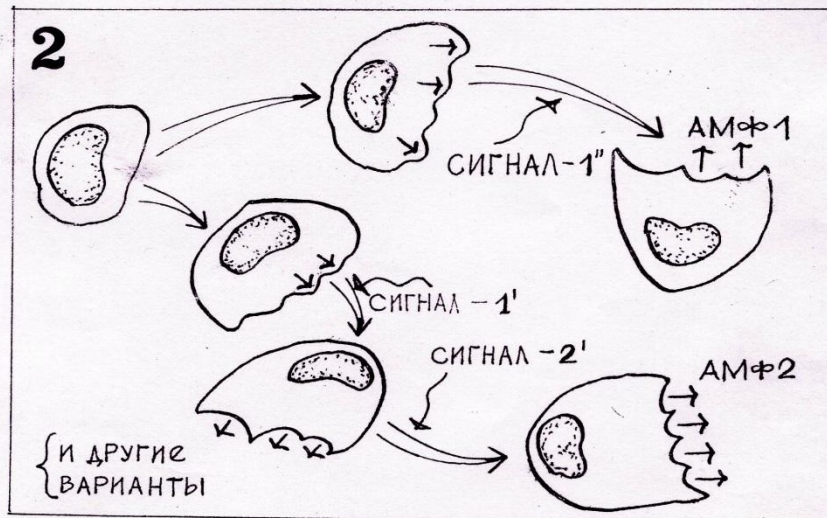
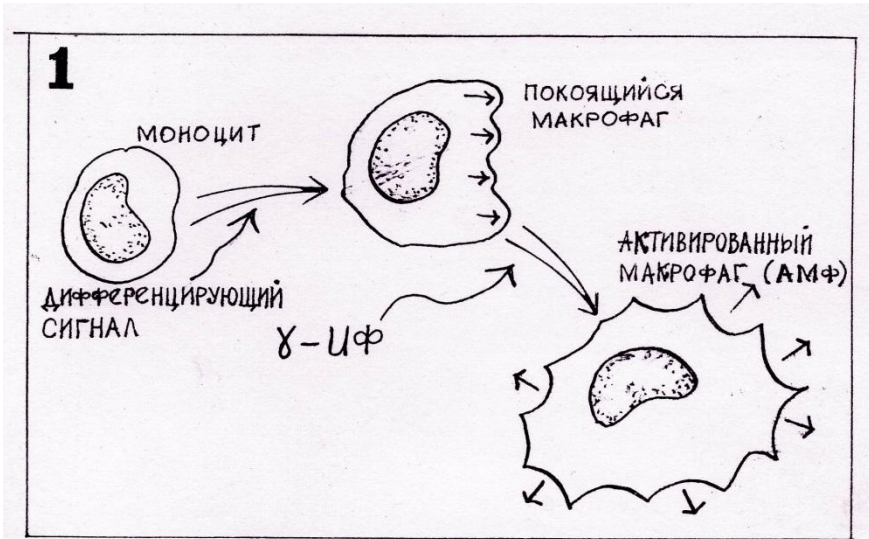
- Прежде всего – молекулы, транспортирующие *ионы*:  
**Fe** (*ферритин и трансферрин*),  
**Cu** (*церулоплазмин*), **Co**  
(*транскобаламин*).
- Поглощать любые «транспортные» формы *липидов* и накапливать их в цитоплазме в виде *капель-включений*.

# Клетки СМФ



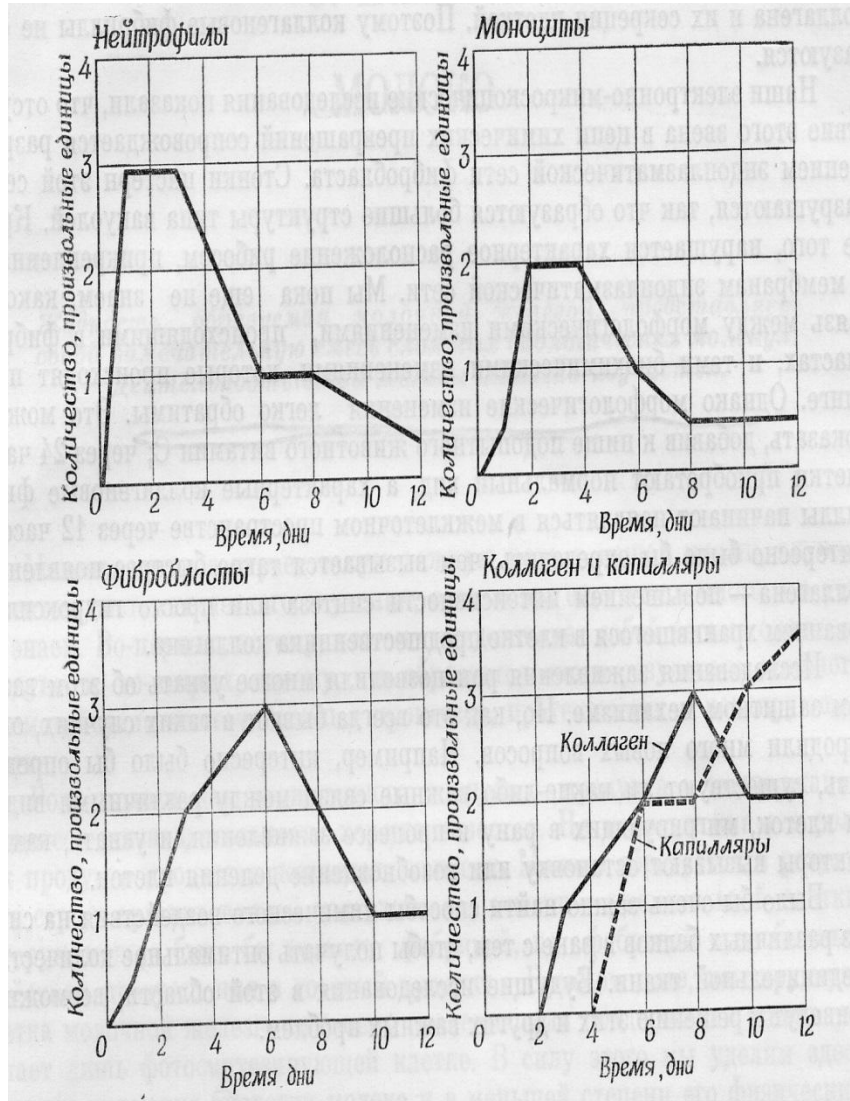
- **Исполнительные элементы** – зрелые МФ тканей.
- Защитная система, **исполнительными элементами** которой являются МФ в органах и тканях.
- Имеет собственные **центры регенерации** (ККМ).
- Имеет **средства саморегуляции**.

# Активация клеток СМФ



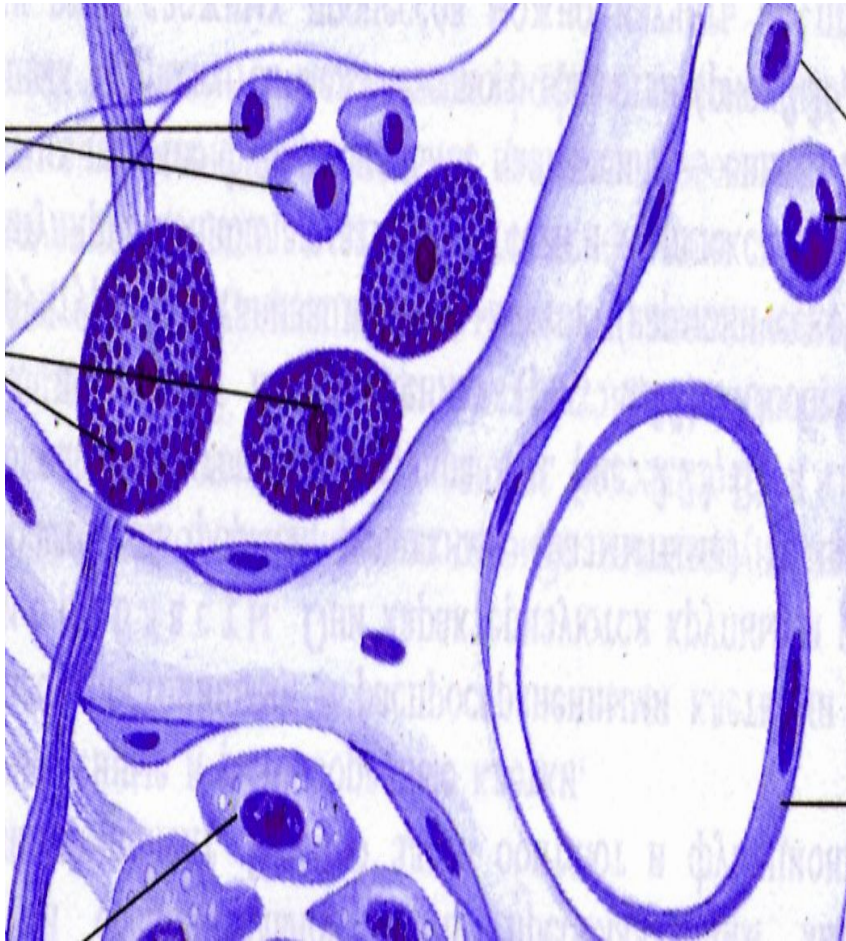
- В экстремальных условиях и при инфекции, клетки СМФ могут скачкообразно менять свои свойства – **активироваться**.
- Активация включает **количественную мобилизацию** клеток, выход из мест накопления.
- Качественные **изменения функций**: «респираторный взрыв» (гиперпродукция активированных форм кислорода», резкое усиление секреции, эндоцитоза.

# Активация клеток СМФ: воспаление



- Воспаление – это *одна из форм активации СМФ.*
- В. протекает в *соединительной ткани.*
- Воспалительная *реакция организована по стадиям.*
- В ней участвуют *многие клетки ТОТ.*

# 3. Тучные клетки



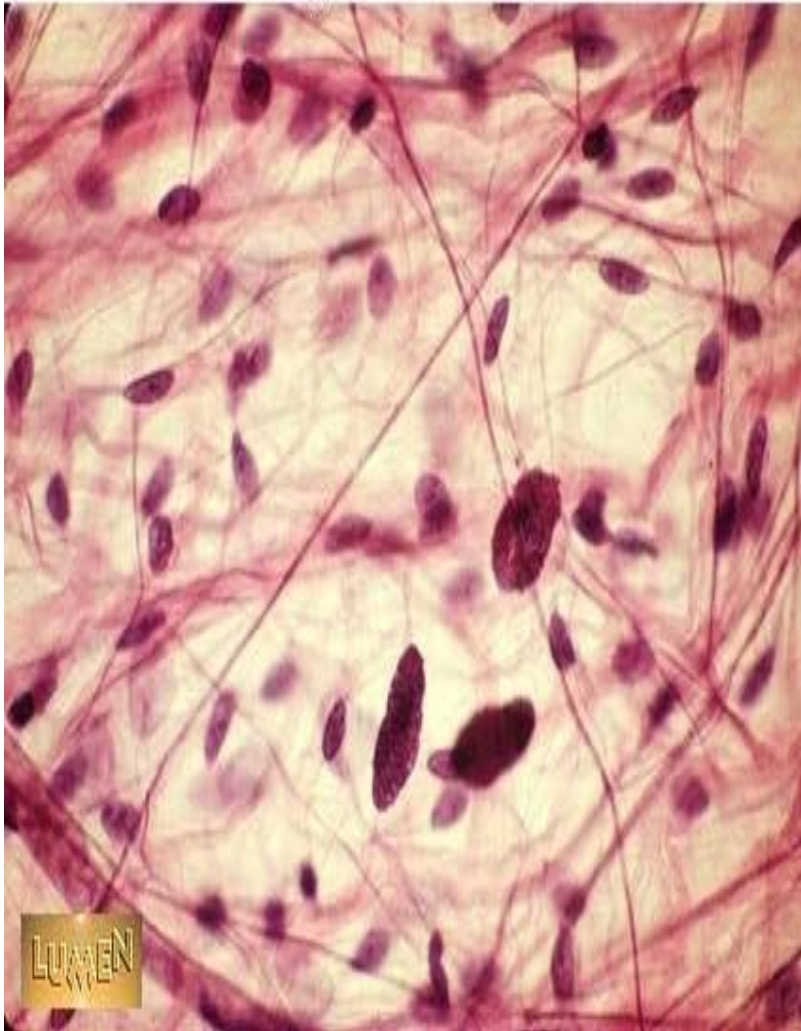
**Тучные клетки  
= это *тканевые  
базофилы.***

- Резидентные клетки *соединительной ткани.*
- В норме 2—8 % от всех клеток РСТ.
- В РСТ они *располагаются в околососудистых областях* или в *находятся* составе ликвора серозных полостей.



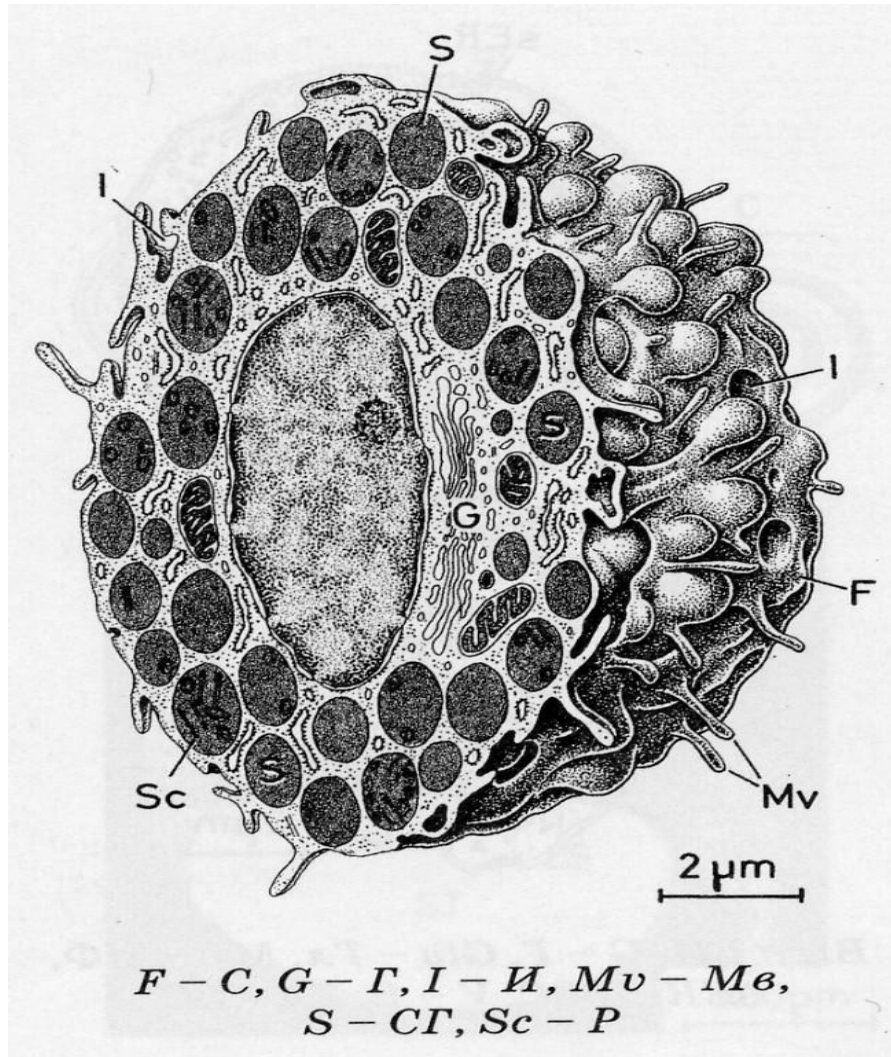
# 3. Тучные клетки

Histology Lab Part 4: Slide 28



Морфологически и функционально ТК сходны с *базофилами крови*, но они более крупные (15—30 мкм) и обладают **округлым ядром** (а не **лопастным**).

# 3. Тучные клетки



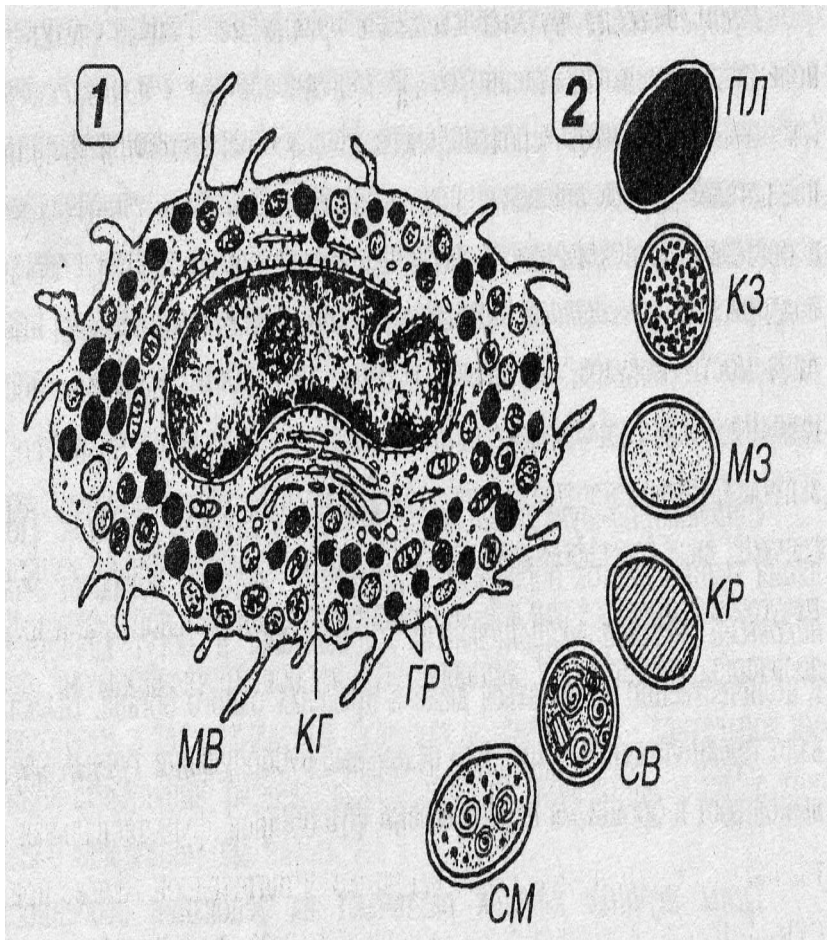
- Цитоплазма зрелой ТК наполнена (до 80% органелл) **специфическими метакроматическими гранулами** (0,3—1,5 мкм) с зернистым матриксом.
- Около 10 % органелл – это **неспецифические азурофильные гранулы** = лизосомы.
- ЗЦС и комплекс Гольджи развиты слабо!
- Изредка встречаются мелкие прозрачные вакуоли или фагосомы.

# 3. Тучные клетки

Содержимое специфических метакромаических гранул — это малостабильный комплекс молекул *гепарина с гистамином* (иногда также серотонина).

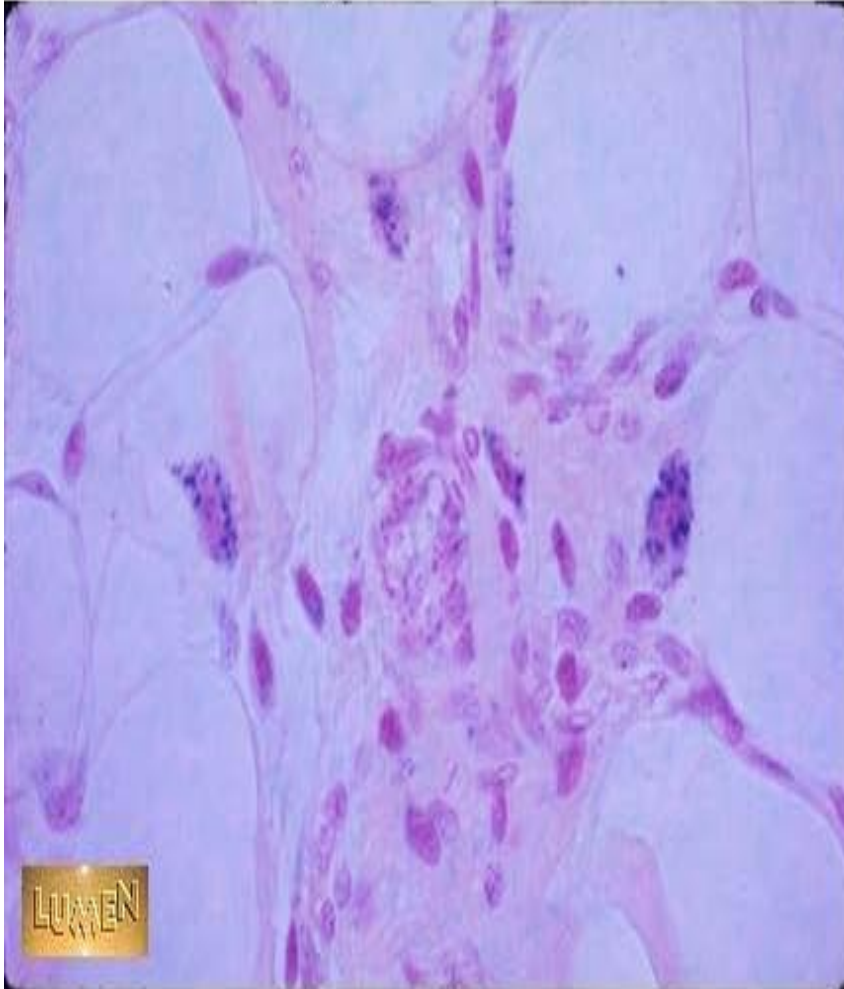
Гепарин (сульфатированный ГАГ) синтезируется в ТК.

Гистамин (биогенный амин) накапливается путем его избирательного поглощения из внешней среды с помощью  $H_2$  - рецепторов к гистамину.



# 3. Тучные клетки

Histology Lab Part 4: Slide 25



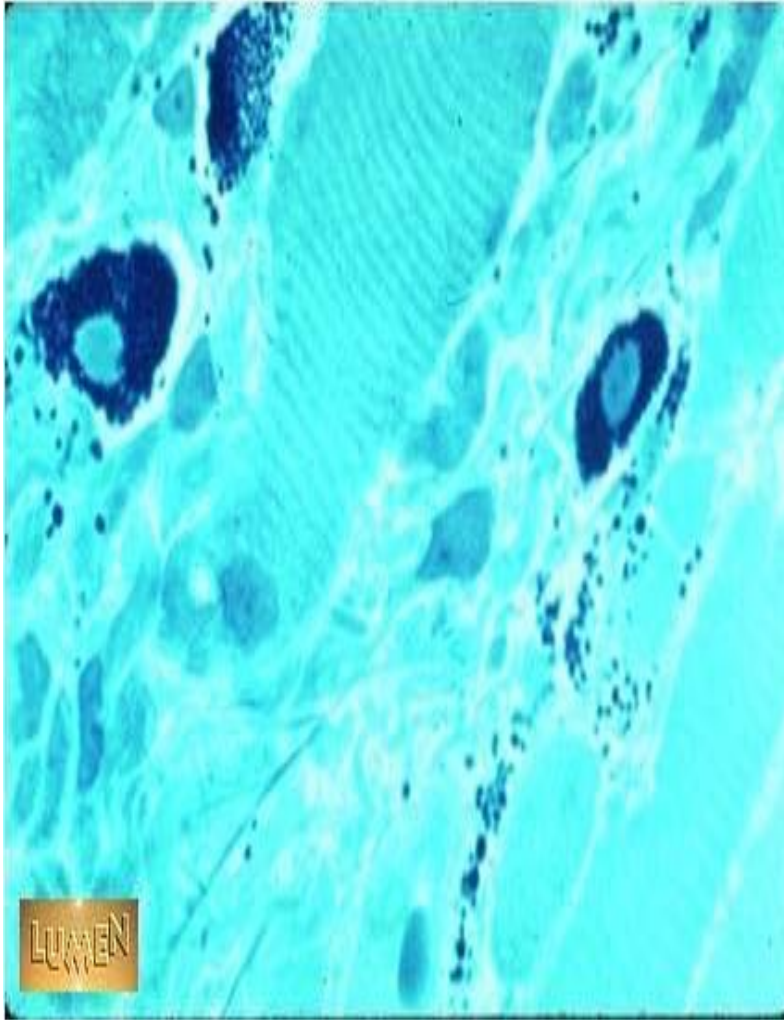
## Неспецифические гранулы в БТ (лизосомы)

включают ферменты:

- а) *нейтральные протеиназы* — *триптазу* (главная протеиназа), эластазу, дипептидазу, активатор плазминогена;
- б) *кислые гидролазы*;
- в) специфический ферментативный белок тучных клеток — *химазу*.
- Способны выделять *хемоаттрактанты* для эозинофилов и нейтрофилов.

# 3. Тучные клетки

Histology Lab Part 4: Slide 27



**ТК способны к секреции**

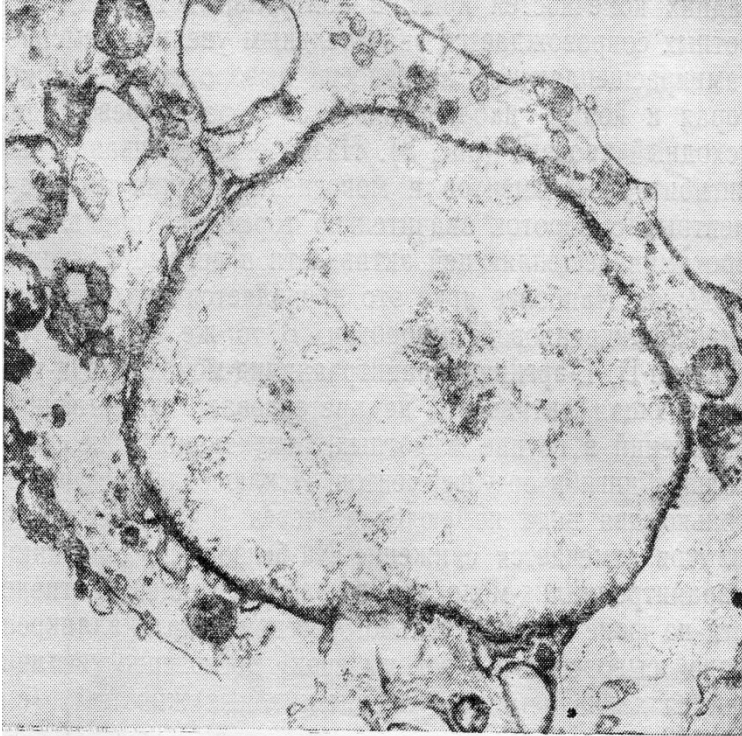
**А) по мерокриновому типу:**

(ЭТО = везикулярная секреция происходит в физиологических условиях → постепенно);

**Б) по голокриновому типу:**

(ЭТО = **тотальная дегрануляция**, которая происходит быстро → за 1—3 мин.).

# 3. Тучные клетки



Дегранулировавшая тучная клетка (она опустошена, мембраны нарушены)

- Тотальную дегрануляцию могут вызвать:
- цитофильные антитела,
- 2) иммуноглобулины-Е,
- 3) экстремально физические или химические стимулы.
- После дегрануляции **БТ способны** восстанавливать цитоплазматические гранулы →
- ЭТО = регрануляция за 24-48 ч.

### 3. Тучные клетки = *основные функции*

- 1) **Клиринговая** — это *главная, эволюционно наиболее древняя функция ТК*, они специализированы на *очистке межклеточного вещества от избытка биогенных аминов* (гистамина и серотонина);
- 2) **Дренажная** — путём секреции содержимого специфических и неспецифических гранул, обеспечивается *регуляция транскапиллярного обмена*, (следовательно, локальную *активность трофики* и местное управление *водно-солевым балансом*).

***ТК – «клетки привратники» сосудов!!!***

- 3) **Протекция радиорезистентности** — поддержание устойчивости к ионизирующему излучению за счёт *антиоксидантных свойств гистамина*.

## Плотные волокнистые СТ

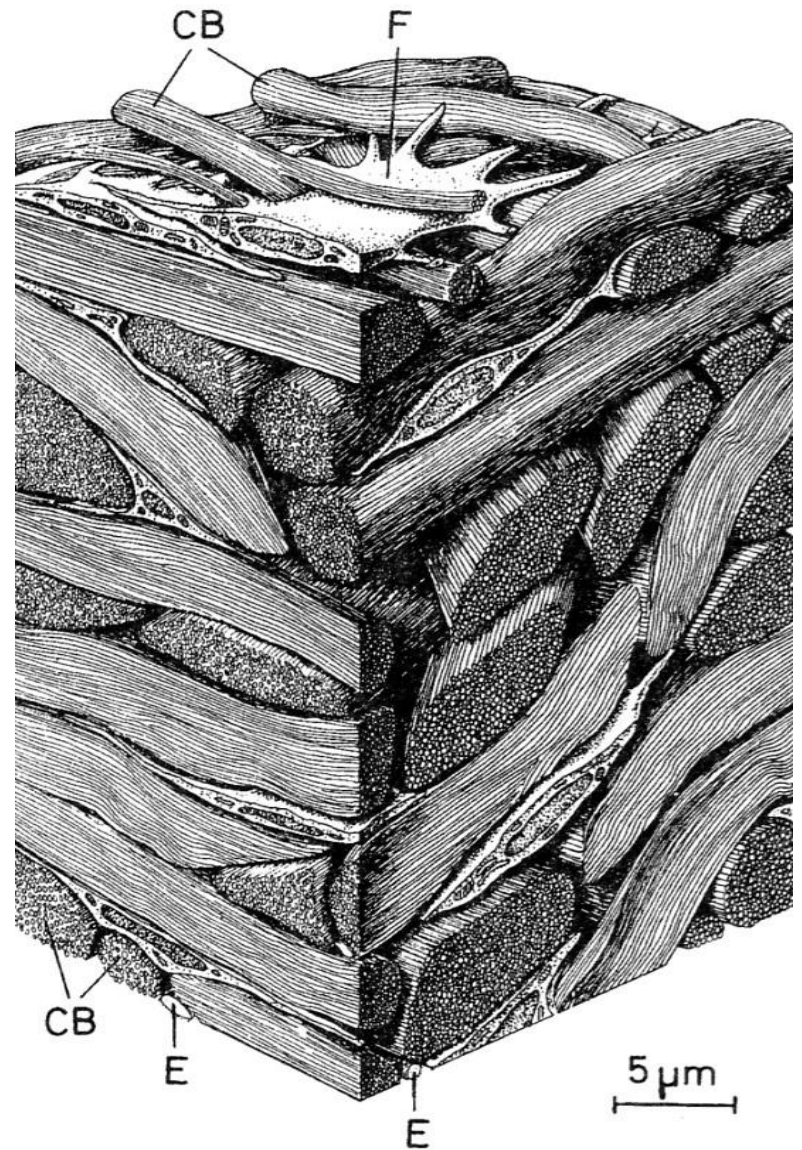
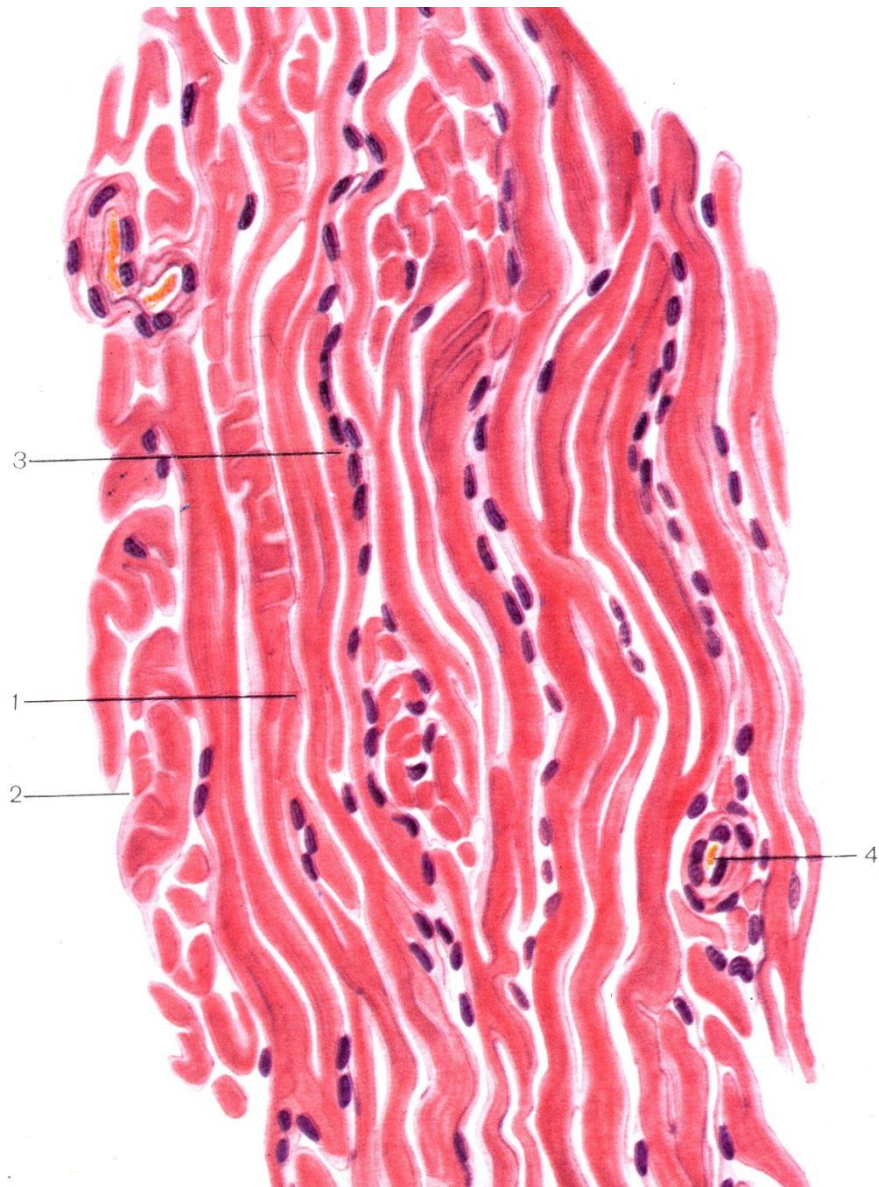


- Плотная СТ представлены двумя разновидностями:

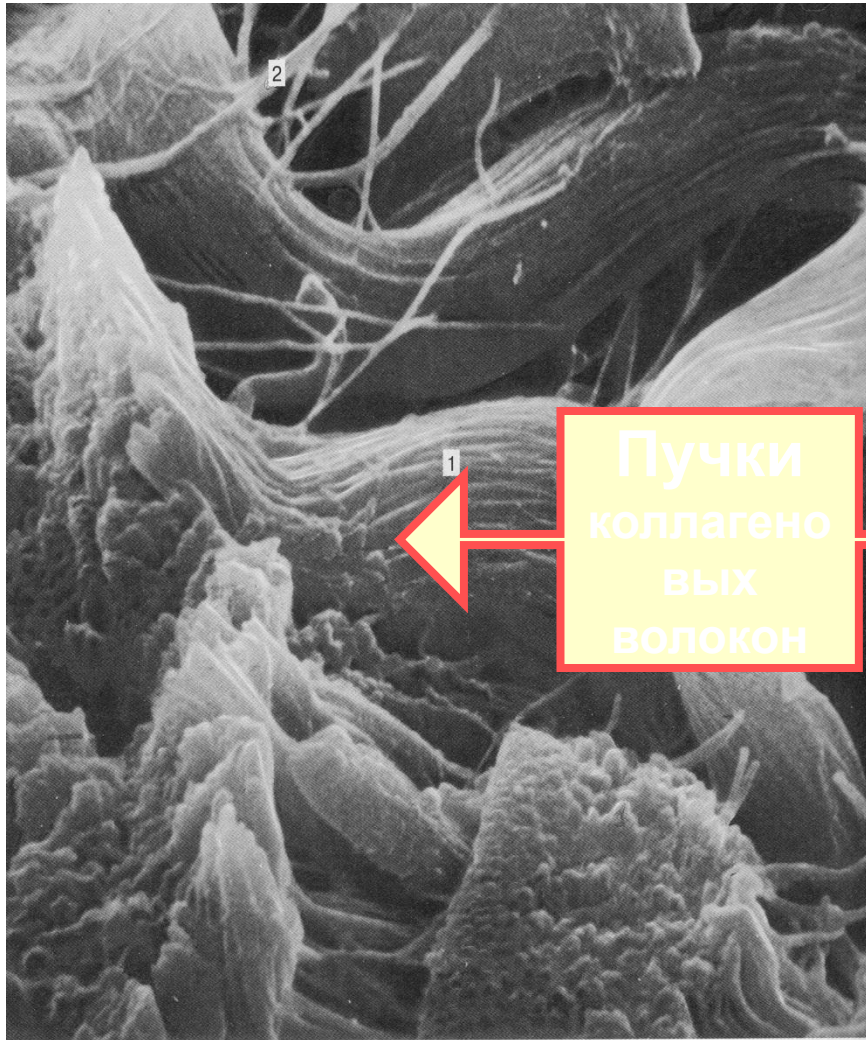
- 1) Плотная неоформленная – пучки КВ переплетаются и образуют трёхмерные сети (хорошо растяжимы из-за «скрученности» пучков).
- 2) Плотная оформленная – образована толстыми, параллельно направленными пучками (плохо растяжимы – пучки почти не «скручены»).



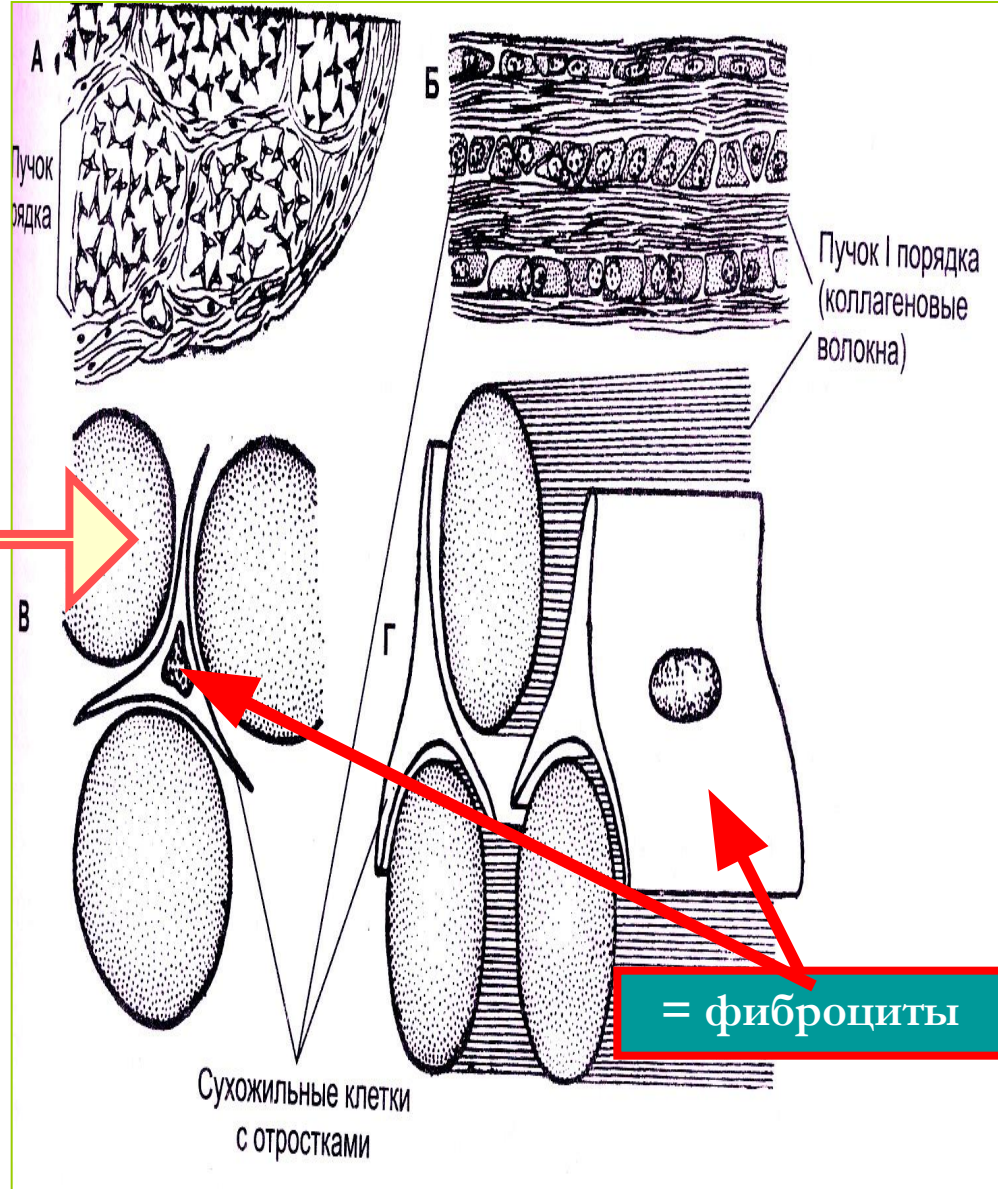
# Плотная НЕОФОРМЛЕННАЯ волокнистая СТ



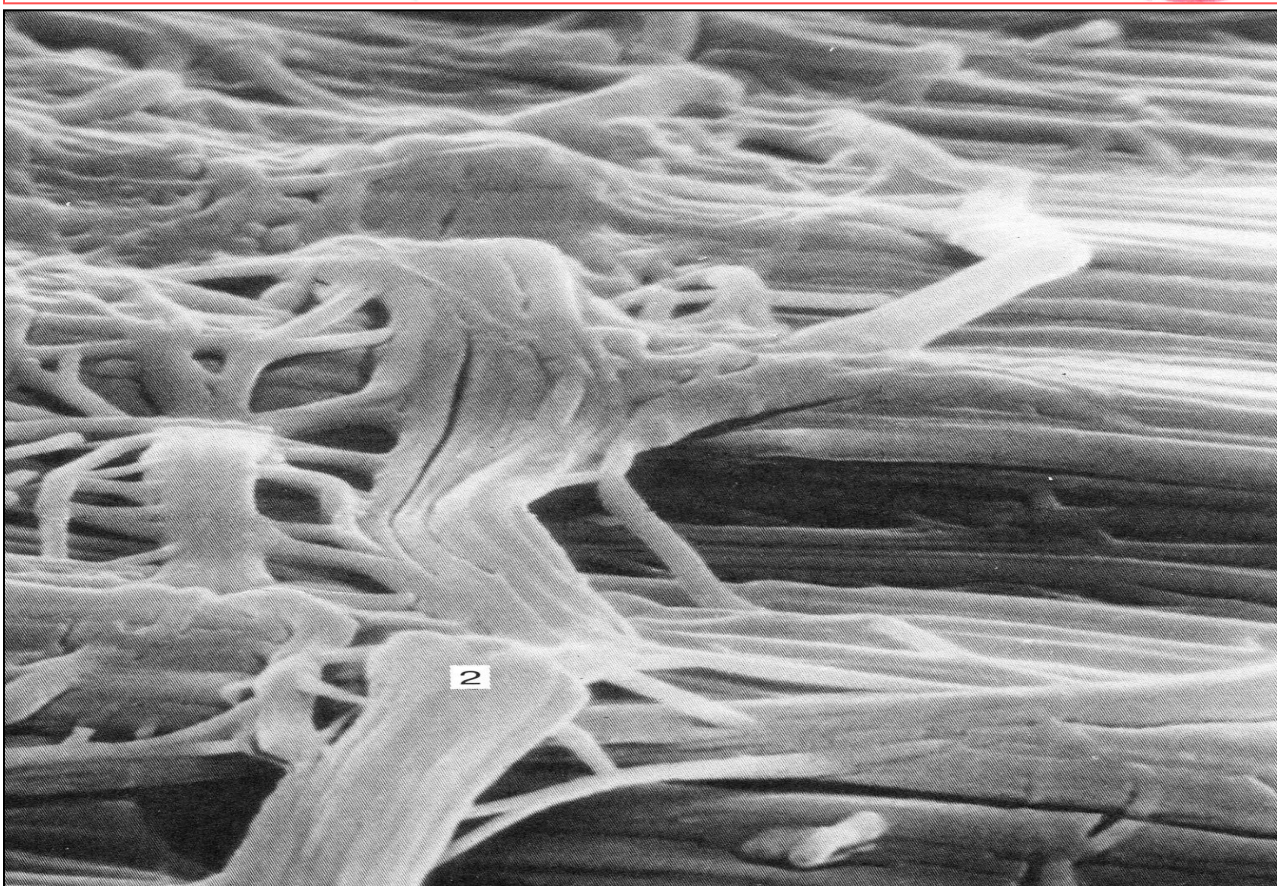
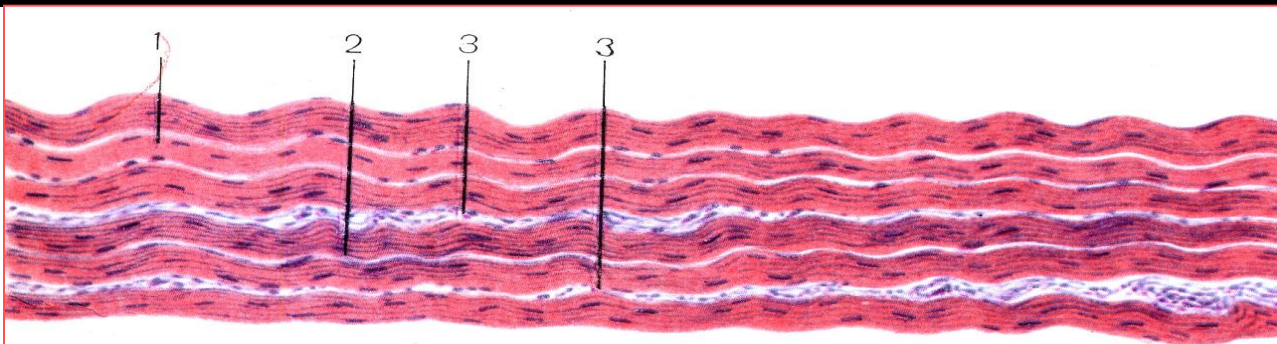
# Плотные волокнистые СТ



119. Межклеточное вещество плотной неоформленной соединительной ткани кожи. СЭМ.  $\times 10\ 000$  (по Н. Омеляненко).  
1 — коллагеновые волокна; 2 — эластические волокна.



# Плотная ОФОРМЛЕННАЯ волокнистая СТ



# IV. Ткани со специальными свойствами:

## жировая

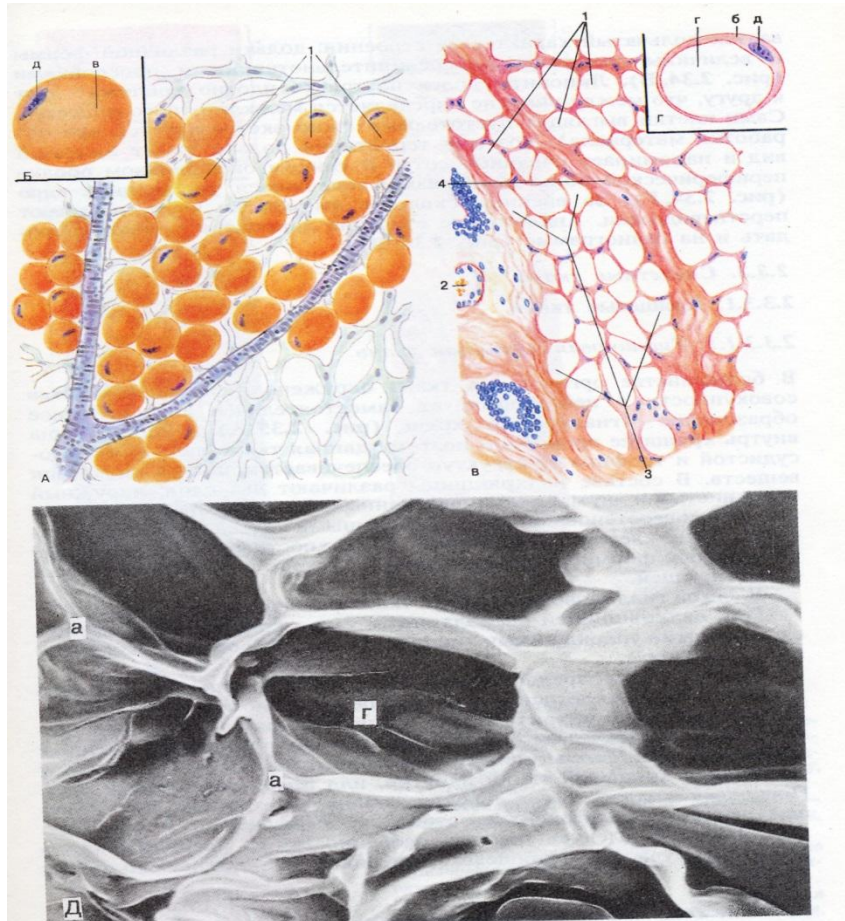


Рис. 2.34. Белая жировая ткань.

А, Б — тотальные препараты слюнной железы, окраска суданом III-гематоксилином. В, Г — препарат подкожной клетчатки. Д — жировая ткань брыжейки (СЭМ). 1 — жировая клетка (а — плазмолемма, б — цитоплазма, в — жировые включения, г — пустоты, оставшиеся после удаления жировых включений обезжировыванием, д — ядро); 2 — сосуд; 3 — долька жировой ткани; 4 — соединительнотканная прослойка (В, Г — по И. И. Алмазову, Л. С. Сутулову; Д — по А. А. Миронову).

- **ЖТ** — вид соединительной ткани со специальными свойствами.
- Различают две разновидности:
  - 1) **белую** и 2) **бурую**.

## IV. Ткани со специальными свойствами:

### жировая

#### Функции ЖТ:

- 1) **Трофическая** (энергетическая) — источник резервных жиров, мобилизуемых и используемых при голодании;
- 2) **Теплоизолирующая** — в силу малой теплопроводности ТЖ используется в организме для формирования тепловых “барьеров”;
- 3) **Опорная** — часто заполняет пространства между органами, смягчая механические травмы;

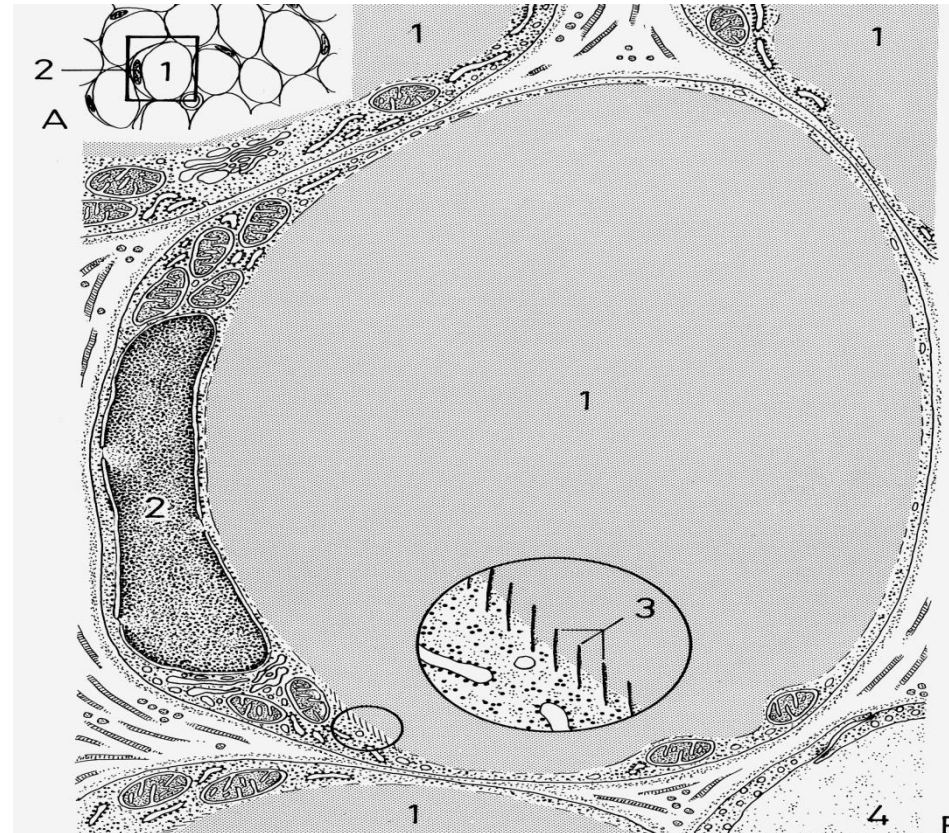
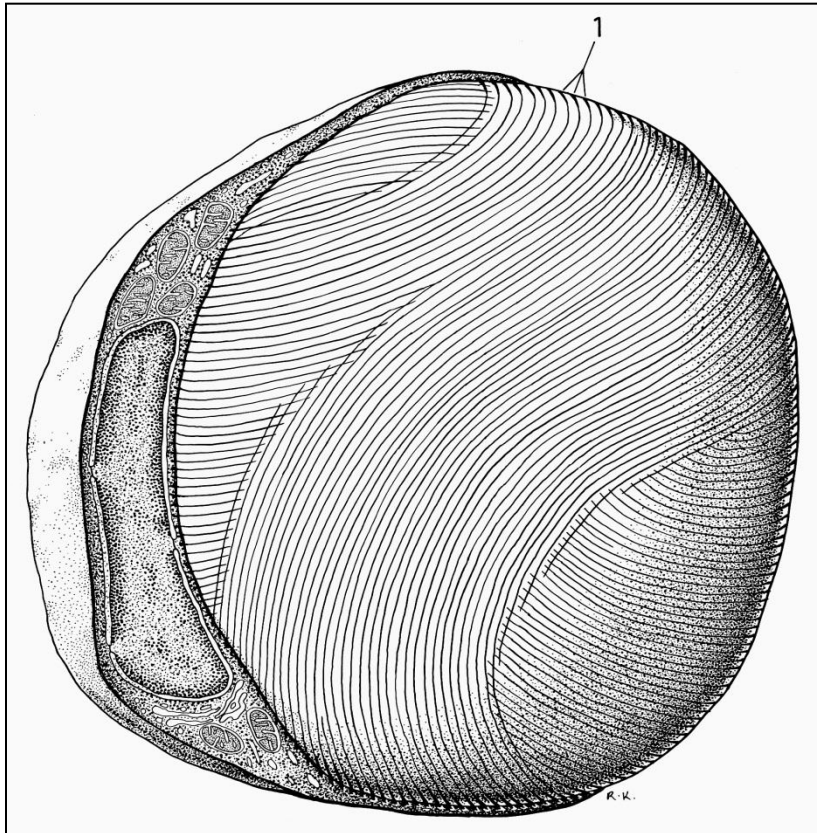
## IV. Ткани со специальными свойствами:

### жировая

#### Функции ЖТ:

- 4) **Теплопродуцирующая** — характерна для **бурой жировой** ткани, где при окислении жиров происходит активное образование тепла;
- 5) **Депонирующая** — накапливает в жировых включениях избыточные липиды и жирорастворимые вещества.
- 6) **Эндокринная** — выработка гормона **лептина**, поддерживающего постоянство массы жира в составе нашего тела.

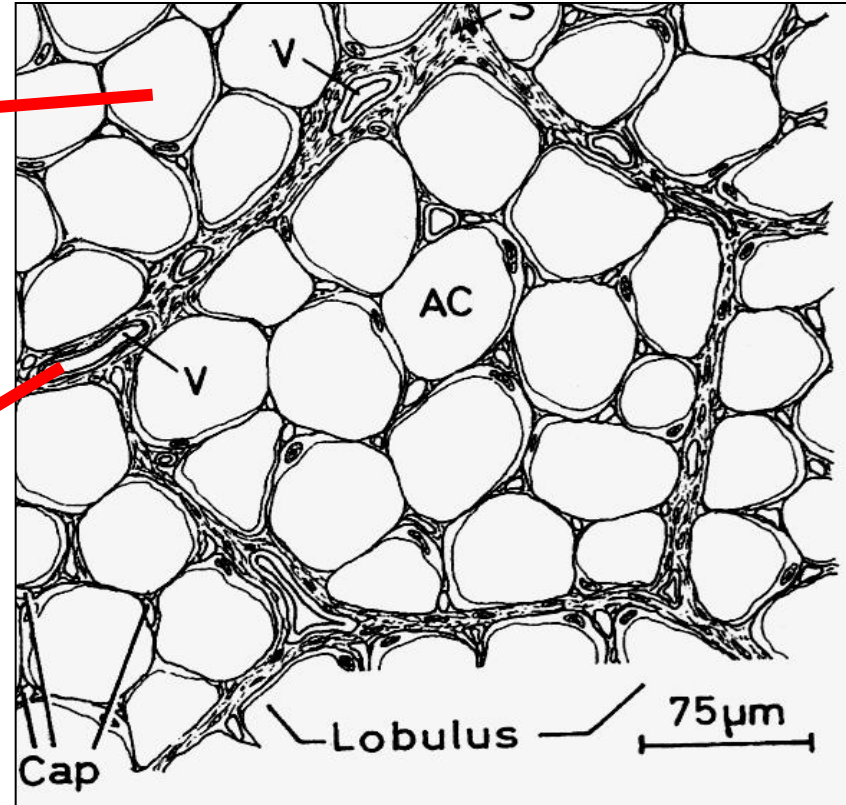
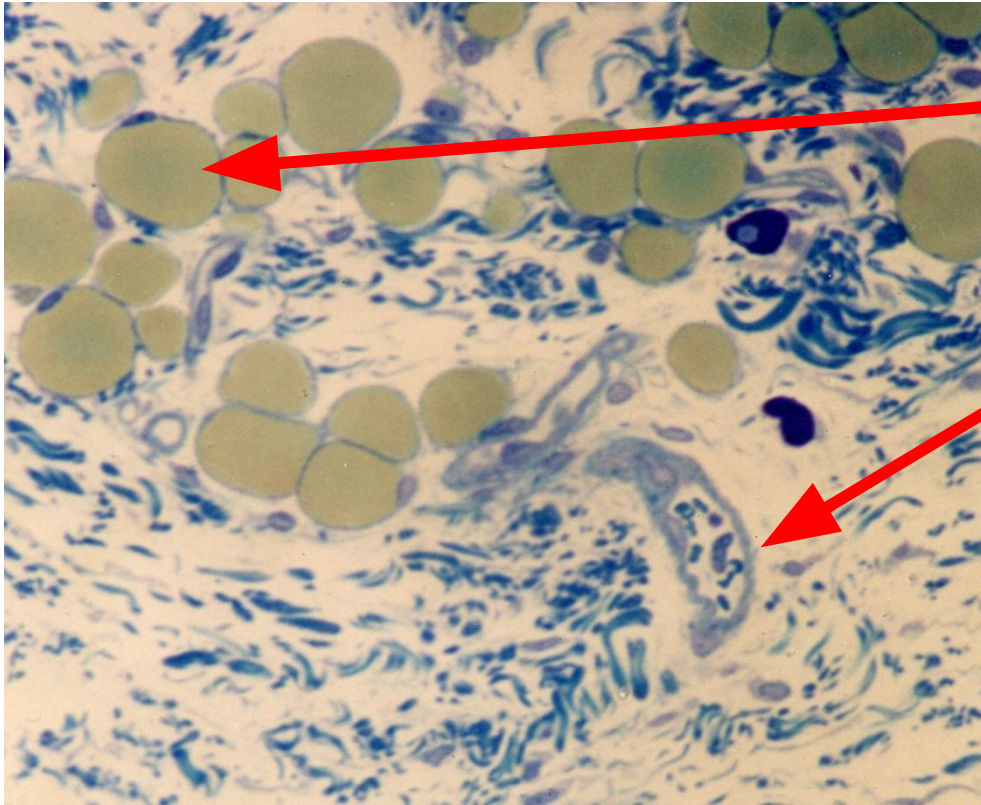
# IV. Ткани со специальными свойствами: белая жировая



А) Зрелые клетки содержат одну крупную липидную каплю в центре – имеют «перстневидную» форму;

Б) Покрываются базальной мембраной.

# IV. Ткани со специальными свойствами: белая жировая



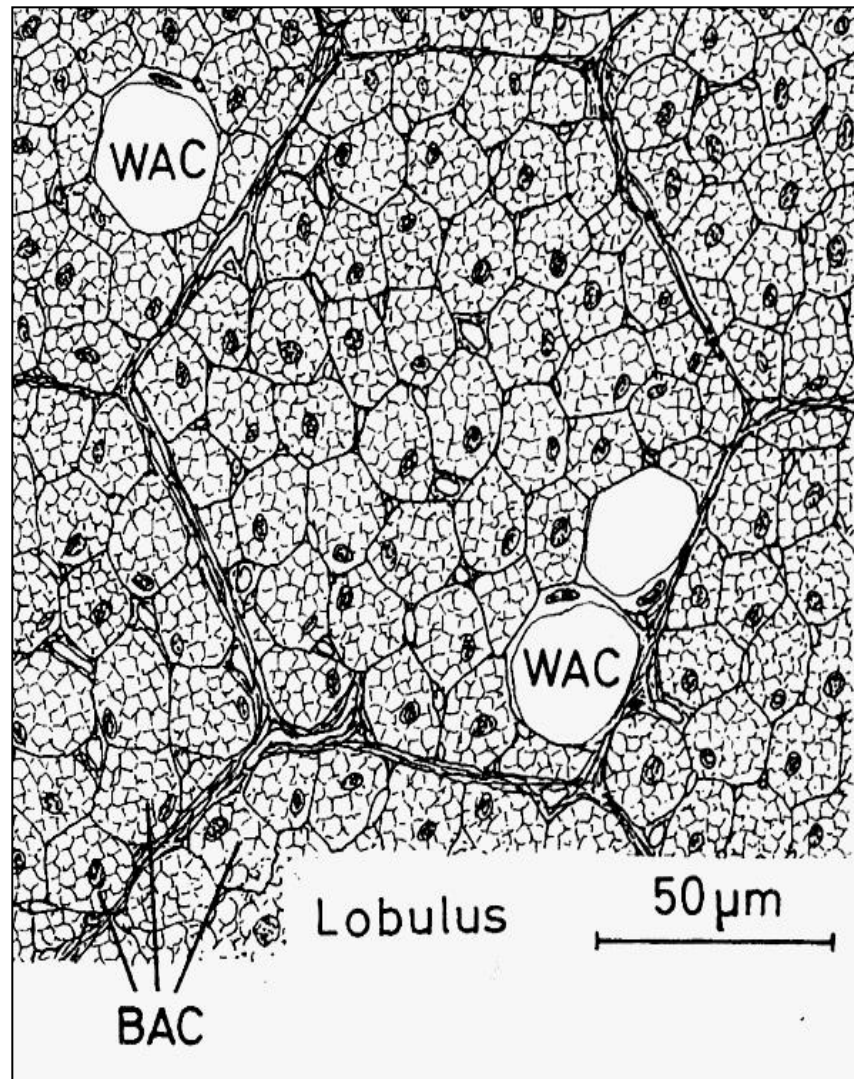
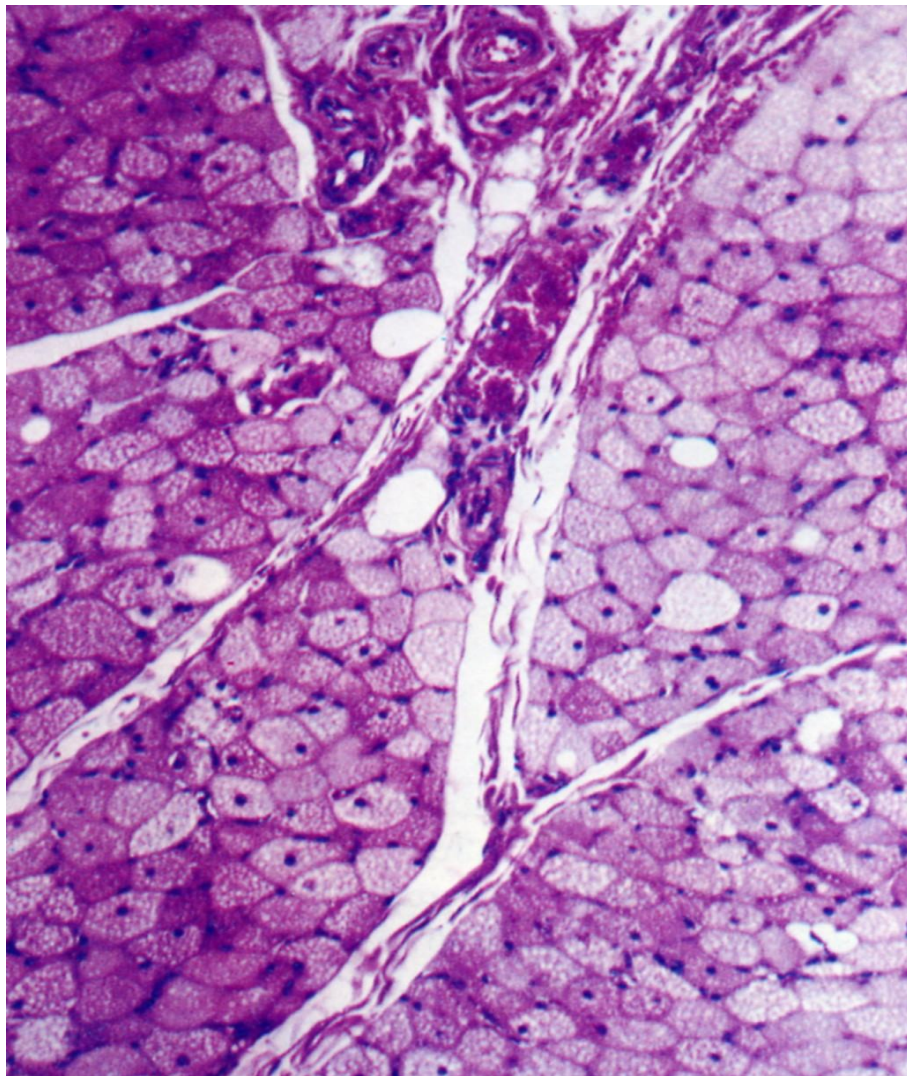
Образуют скопления в виде **долек** возле кровеносных сосудов.

Служат для накопления трофических **триглицеридов**.



## IV. Ткани со специальными свойствами:

### бурая жировая



# IV. Ткани со специальными свойствами: **бурая жировая**

