

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**).

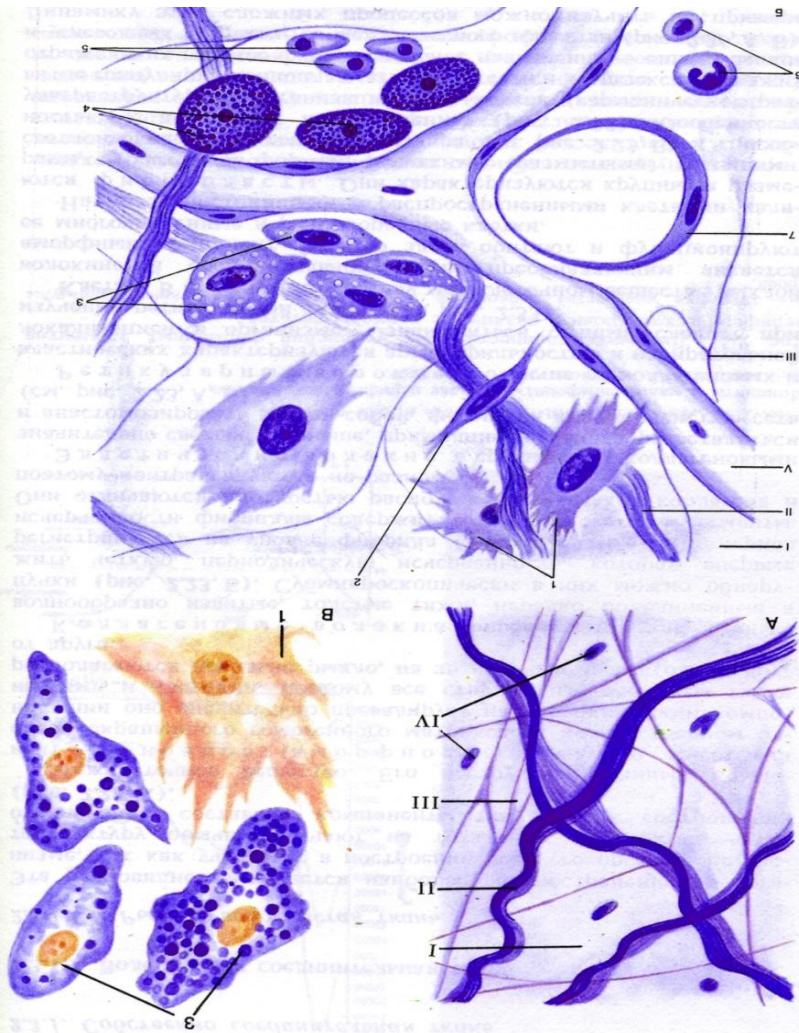
Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

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;

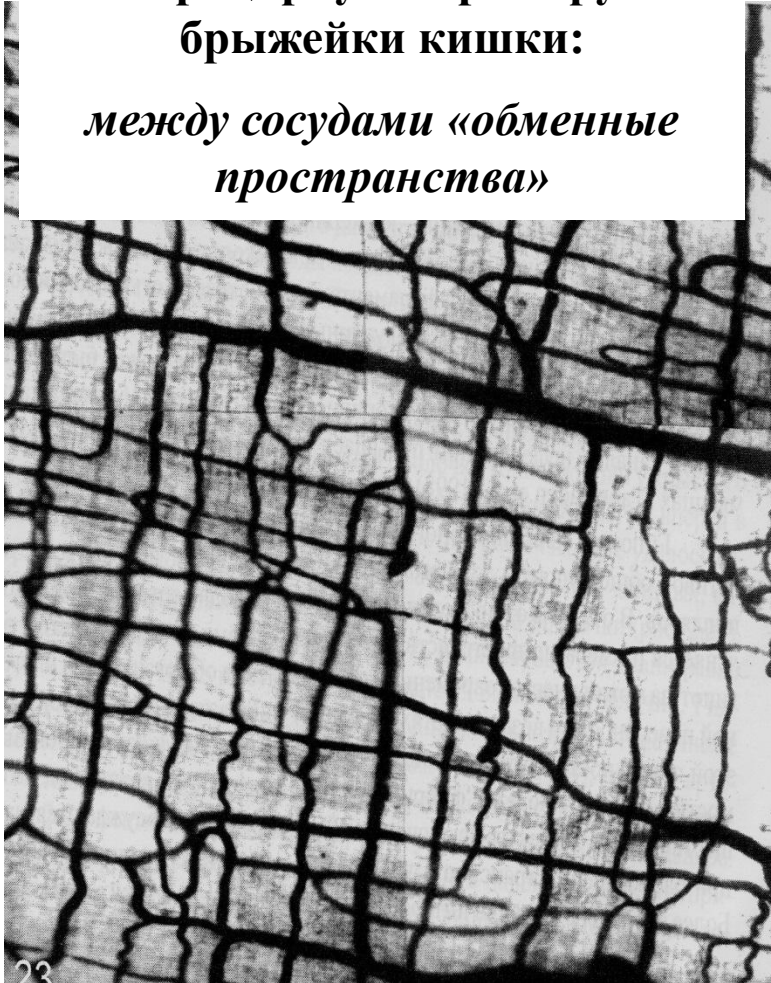
□ Гистиоциты-макрофаги;

□ Тучные клетки.

РСТ и обменные пространства = **интерстиций**

Микроциркуляторное русло
брыжейки кишки:

*между сосудами «обменные
пространства»*



Интерстициальное пространство

– это **«аморфный» компонент
РСТ.**

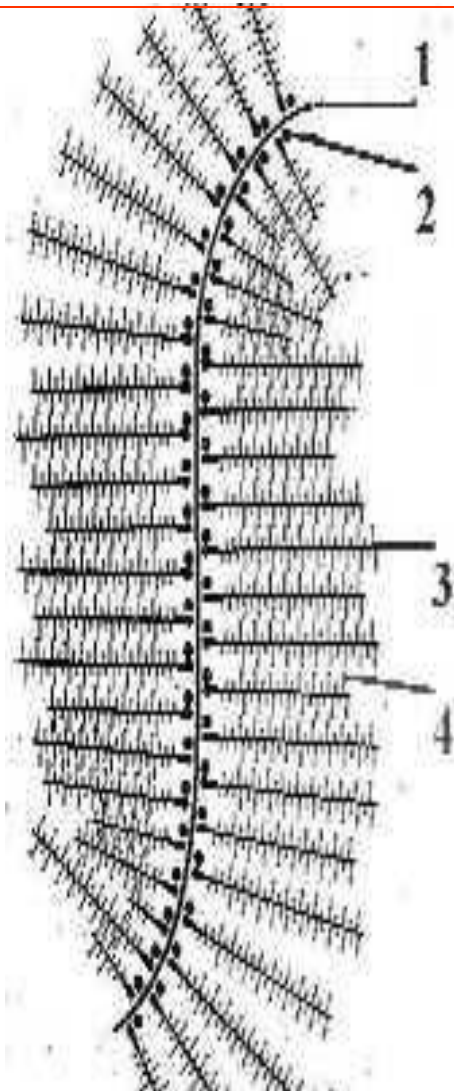
- В нём содержится до 15% воды организма человека (в крови - 5%).
- Здесь 85-90% **«структурировано»**, то есть — вода **не текуча** (связана).
- Оставшиеся 10% **«свободной»** воды обеспечивают **направленный транспорт** веществ.

РСТ и обменные пространства = *интерстиций*

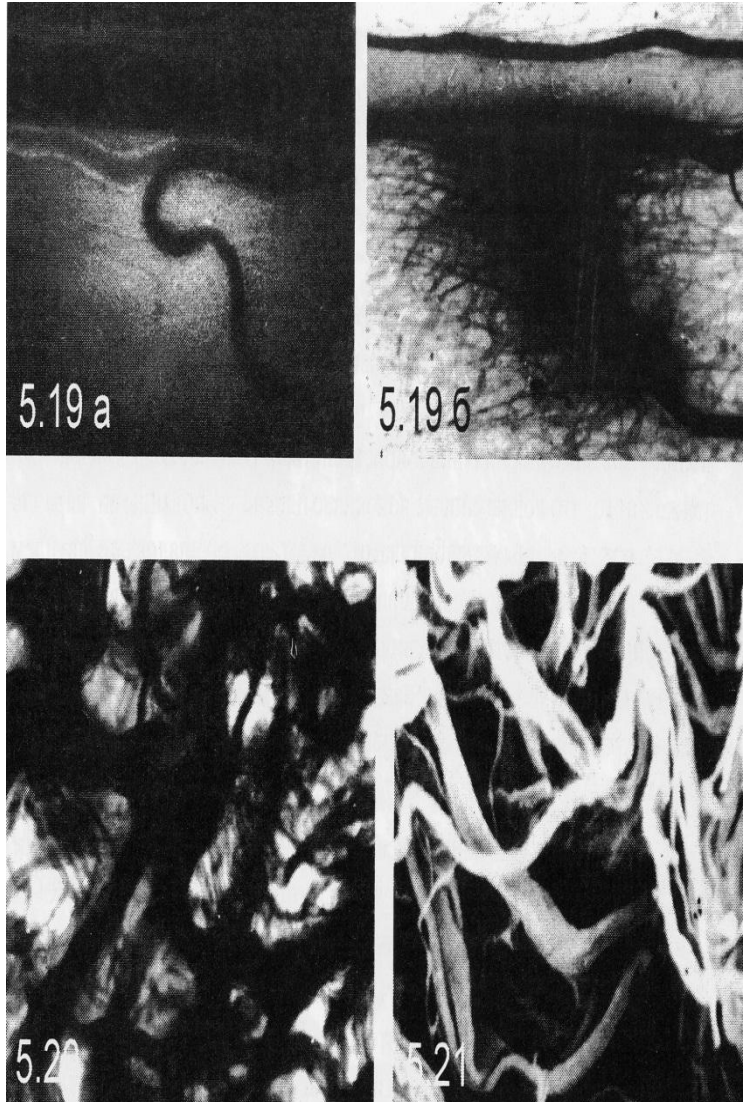
«Аморфное вещество» состоит:

- 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

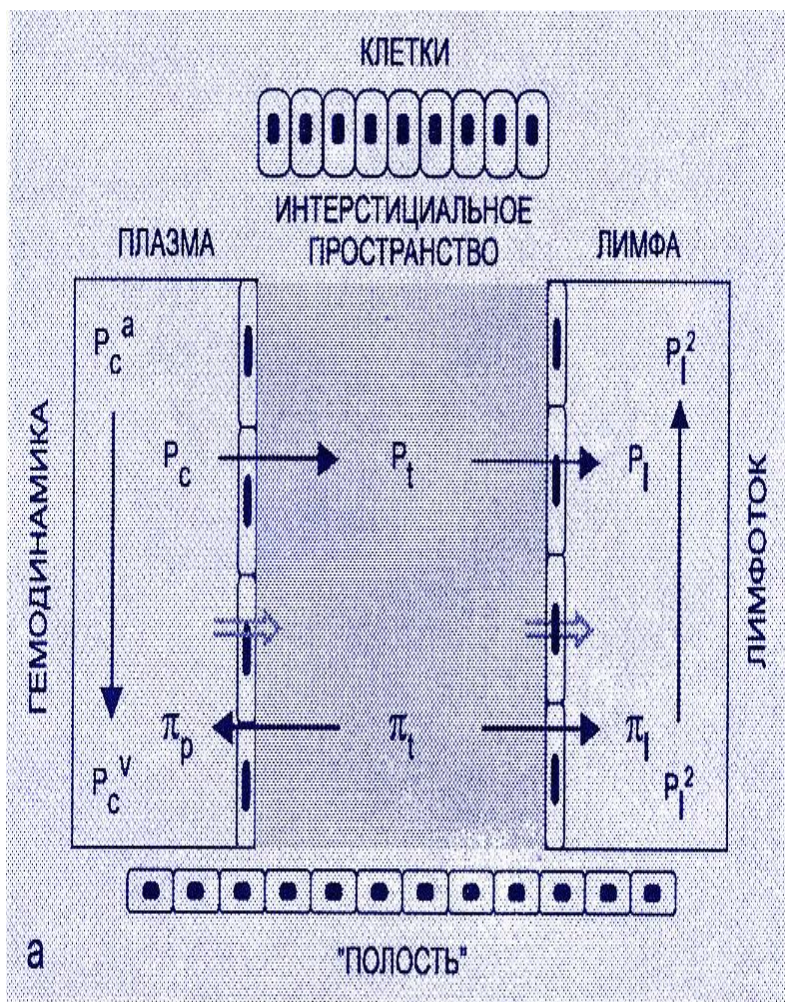


Интерстиций = «скрытая» структура обменных пространств



- 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*

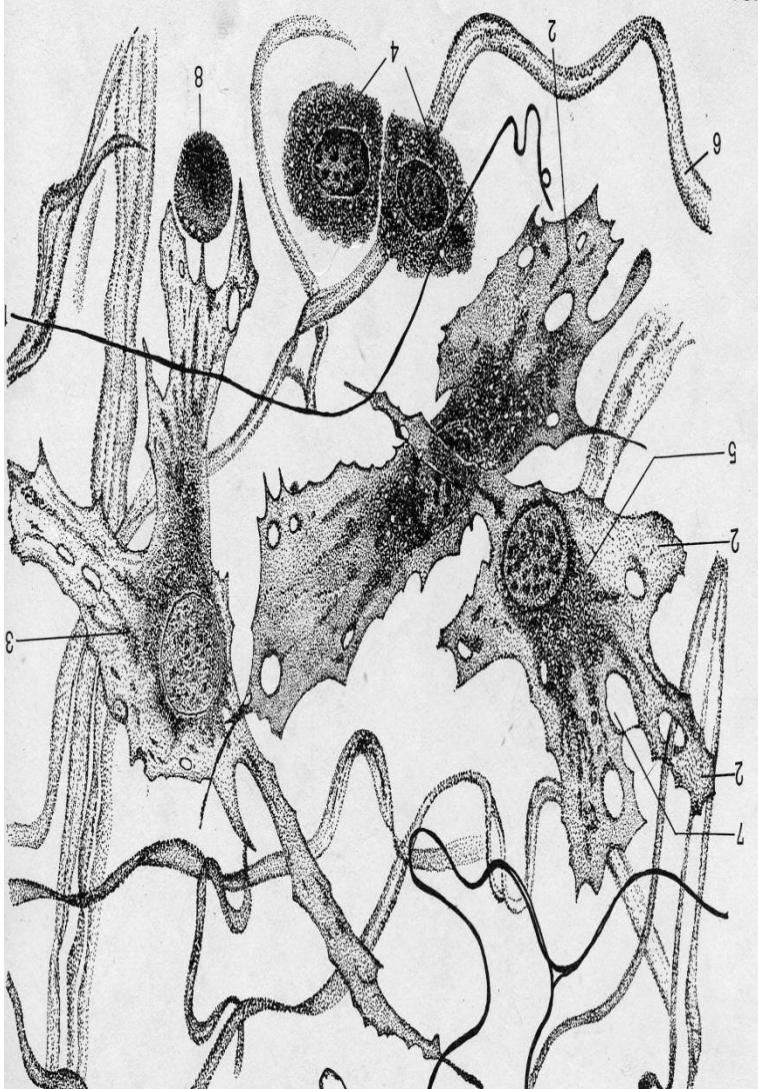


- Через **ИК** (лабиринты) осуществляется транспорт воды и растворённых в ней в-в по пути:

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.

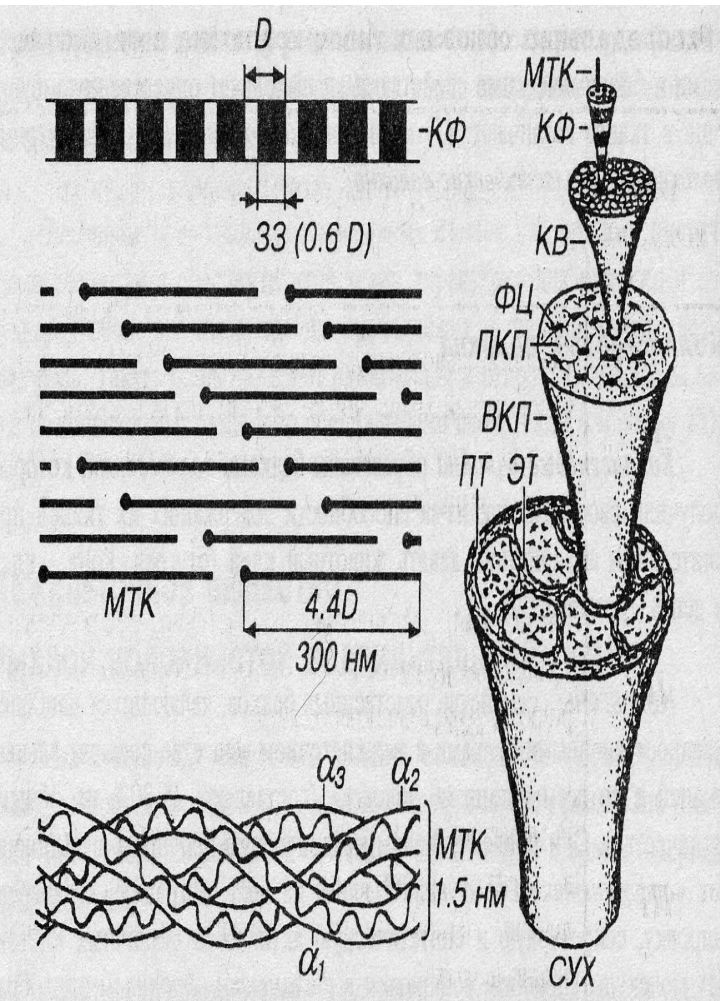
Волокна в РСТ



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.)

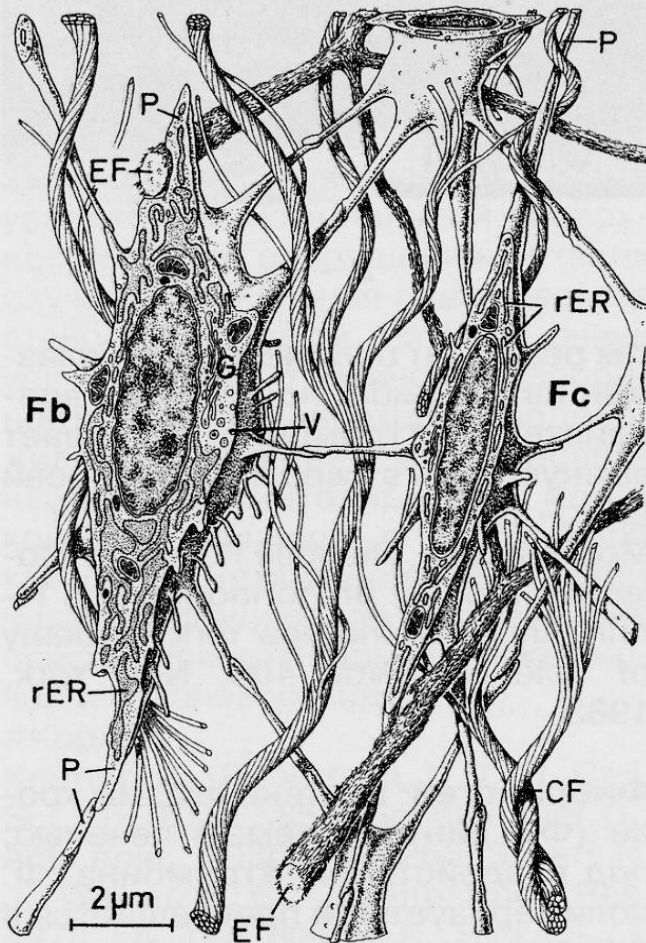
+
4. **Предшественники этих клеток + лейкоциты крови**

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

Фибробласт $\leftrightarrow$ Гистиоцит

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

Клетки ТОТ: механоциты



*P – О, 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).

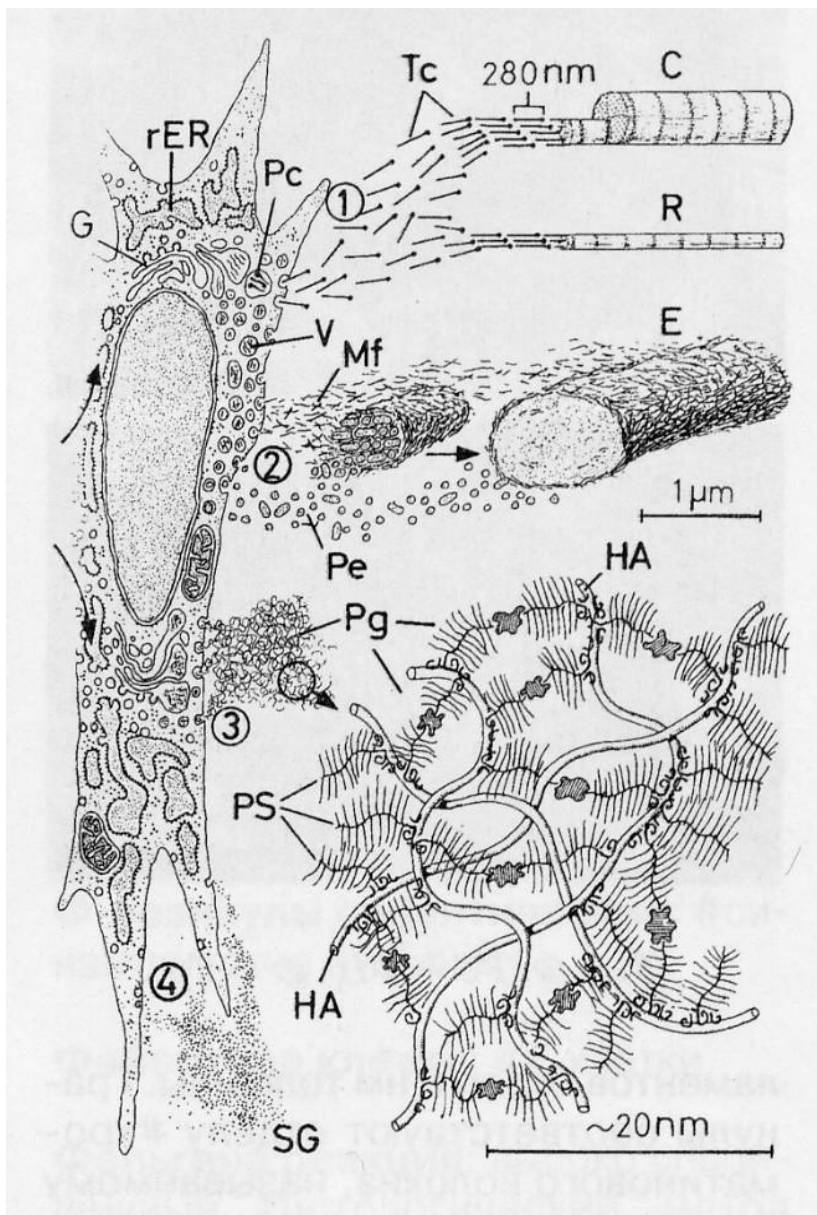
Ультраструктура типичного фибробласта



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*

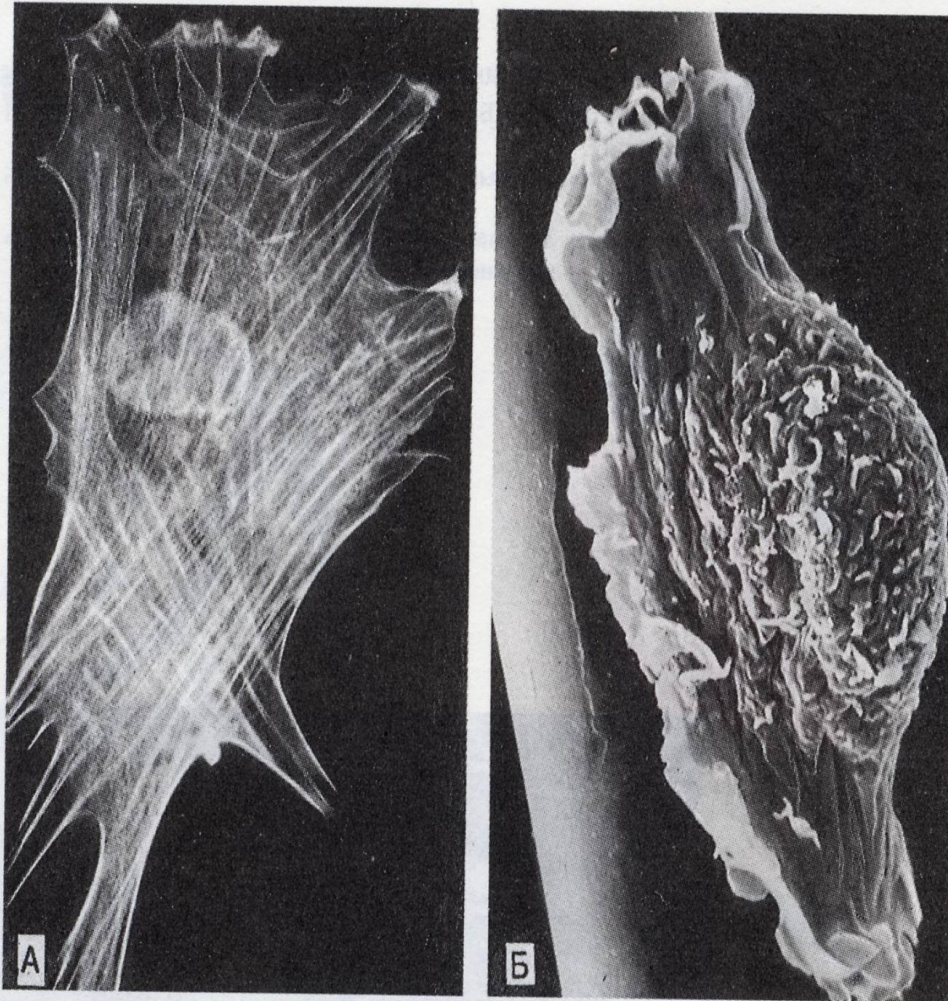


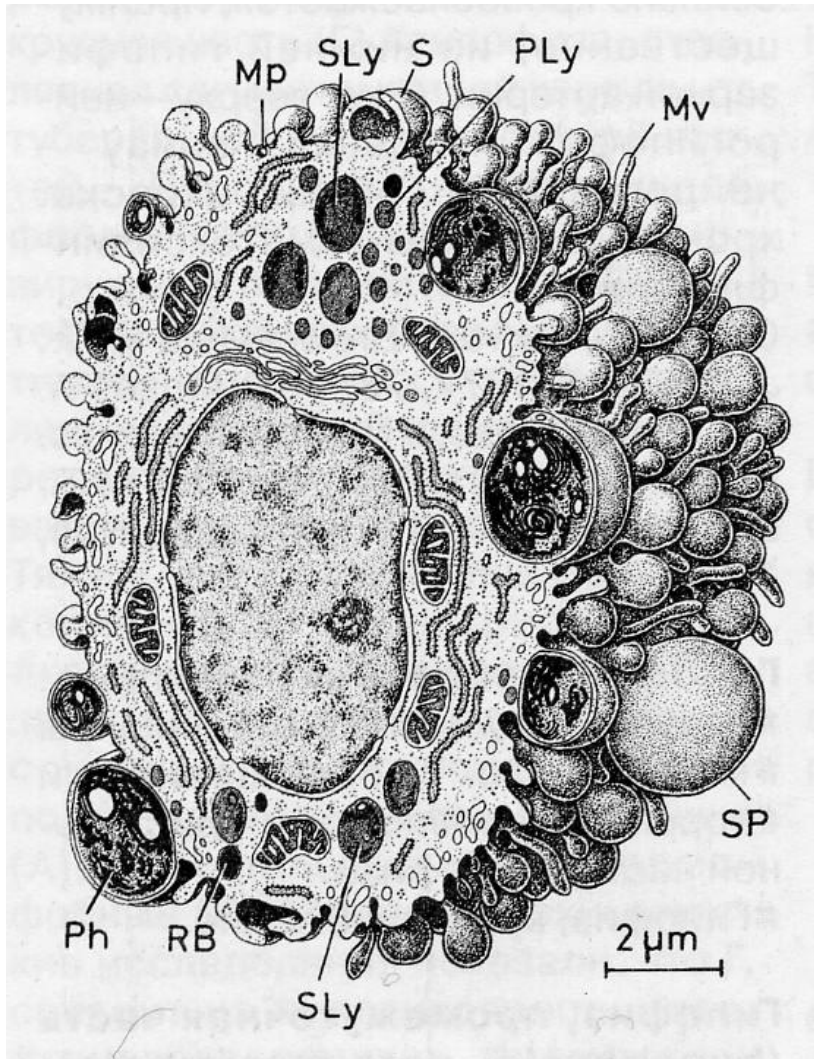
Рис. 2.25. Фибробласт.

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

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

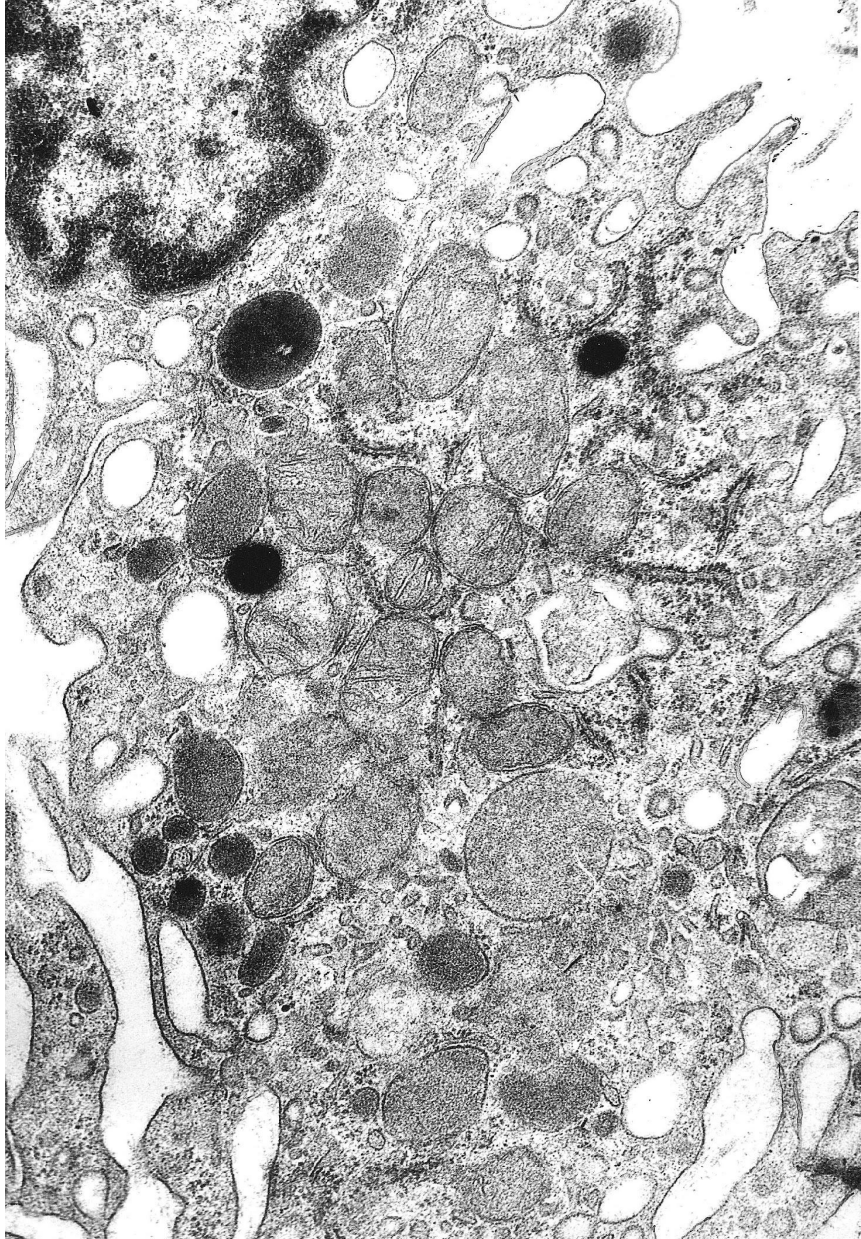
- В соединительной ткани способны **медленно перемещаться вдоль волокон.**
- Могут активно мигрировать в **очаг воспаления** (после его «очистки» фагоцитами).

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 %.

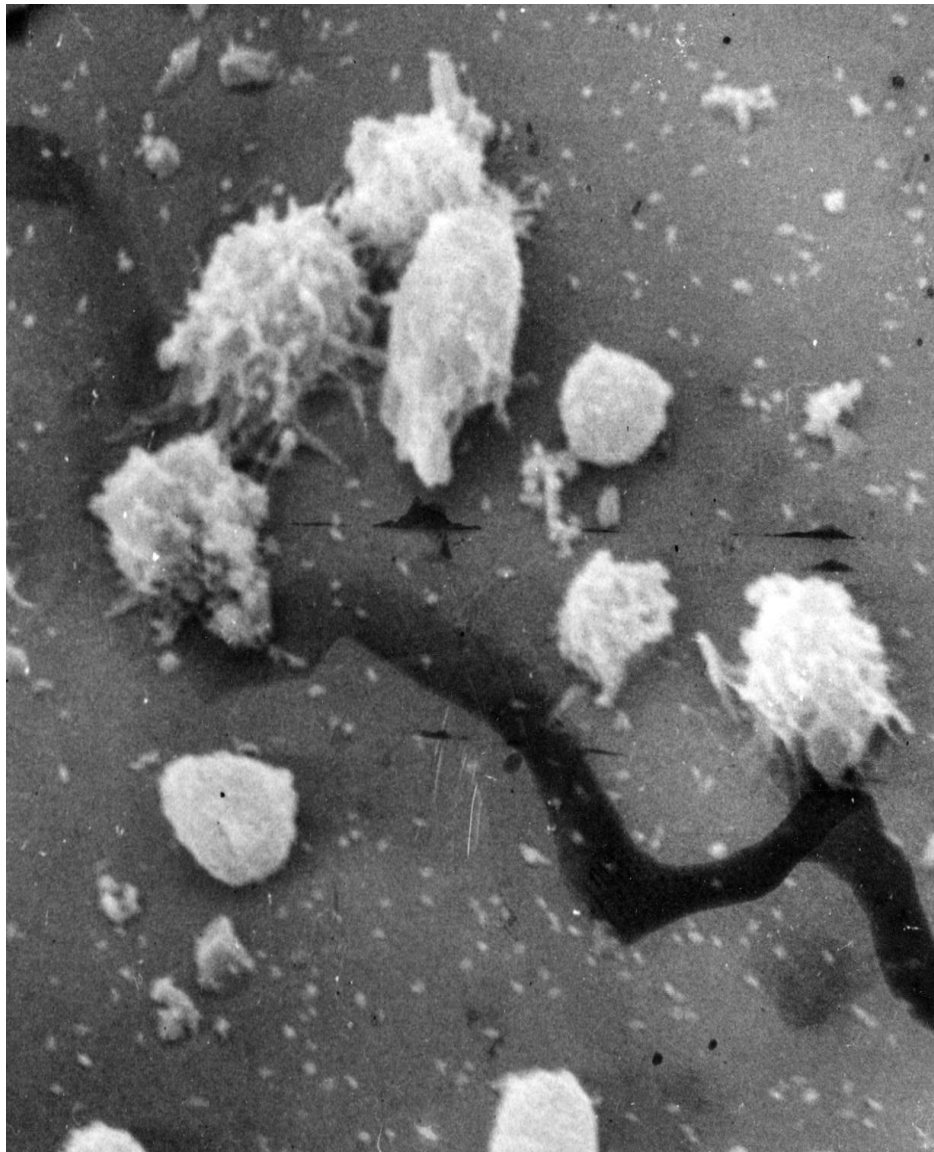
Ультраструктура типичного ГИСТИОЦИТА + МФ РСТ



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:*

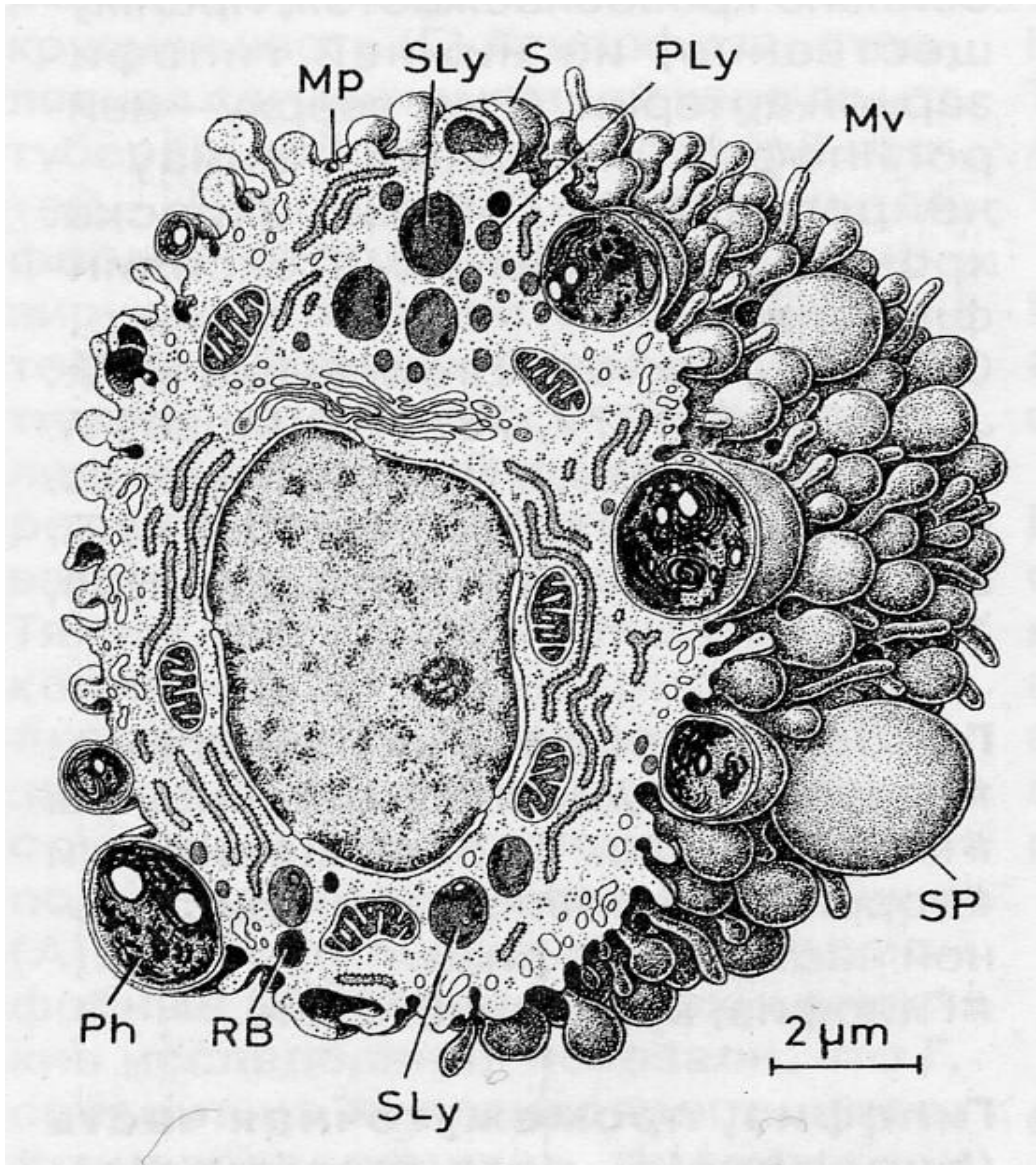
□ защите внутренних территорий от «чужого» (1)

+

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

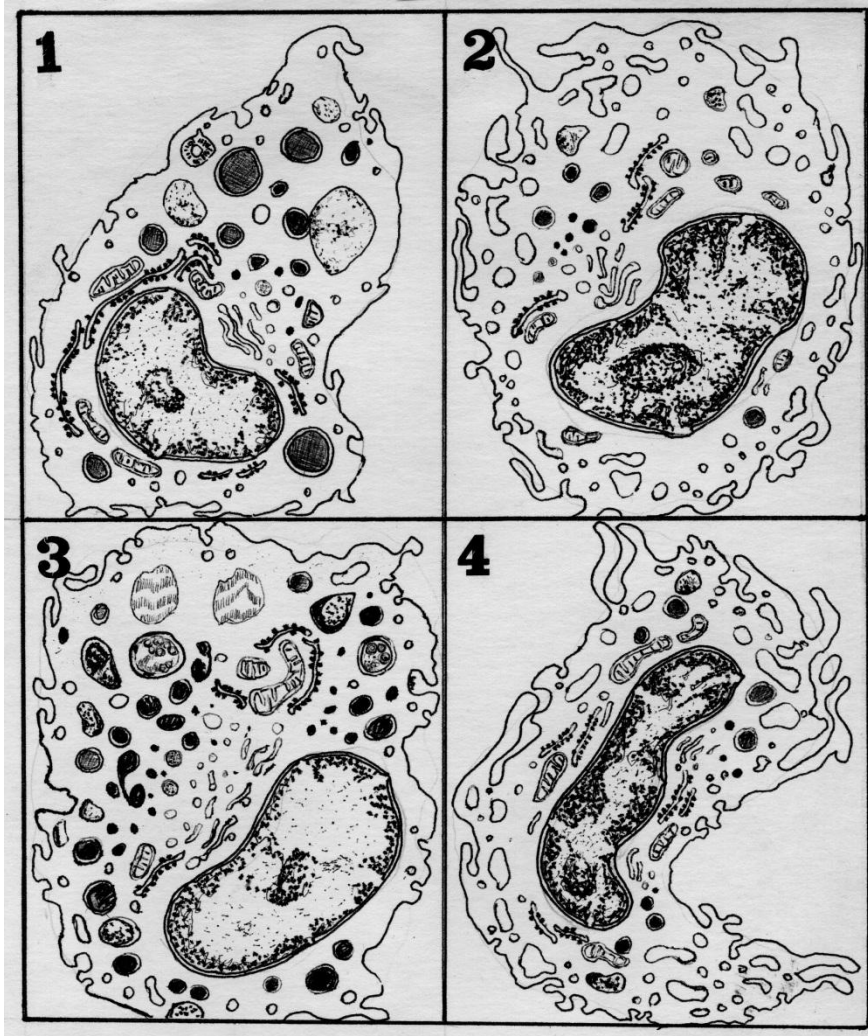
**Входят в состав стромы
всех органов и
образуют автономную
функциональную систему
= «СМФ» (= **система
моноклеарных
фагоцитов**)**

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»**.

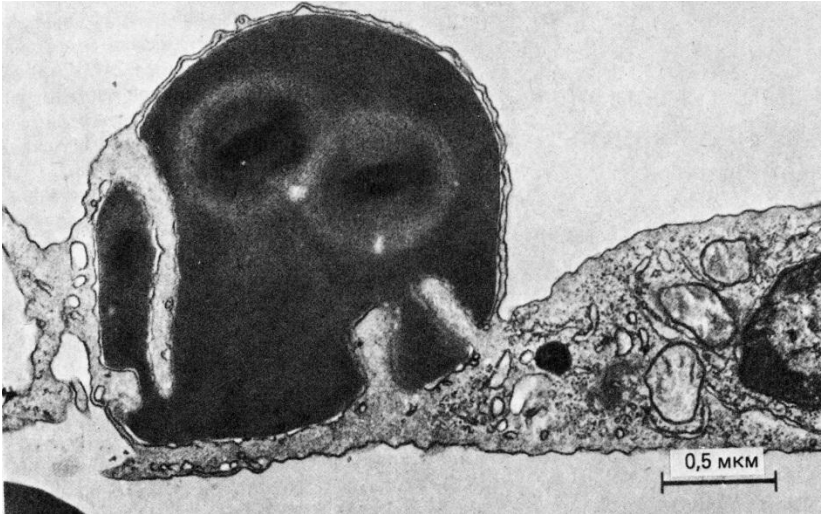
«Классические» формы МФ



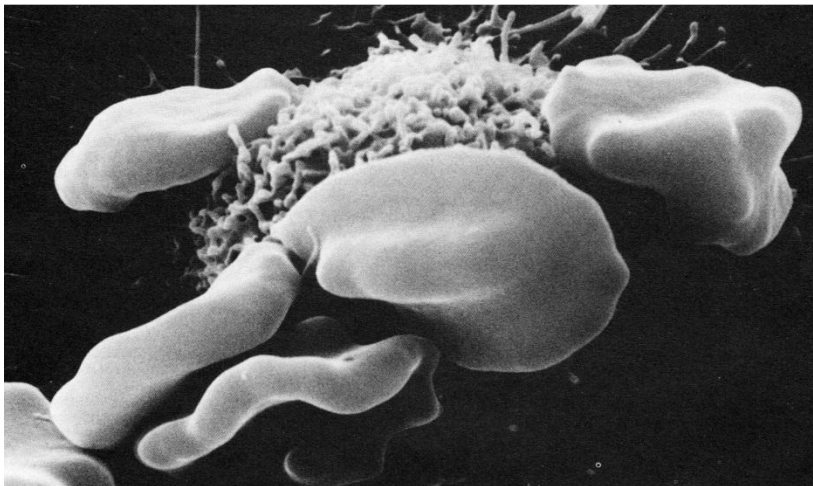
□ Локализованные в органах резидентные МФ, которые не участвуют в специфических иммунных и воспалительных реакциях, называется «классическими МФ».

- Сюда включают МФ:
- (1) печёночные,
 - (2) перитонеальные,
 - (3) альвеолярные,
 - (4) гистиоциты РСТ.

Макрофаги – общая характеристика

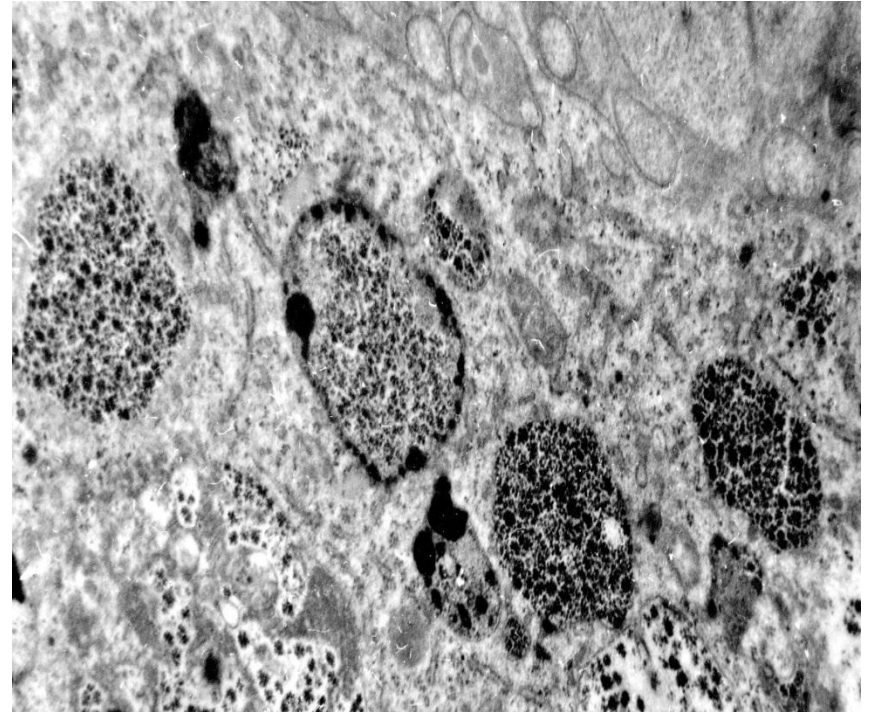
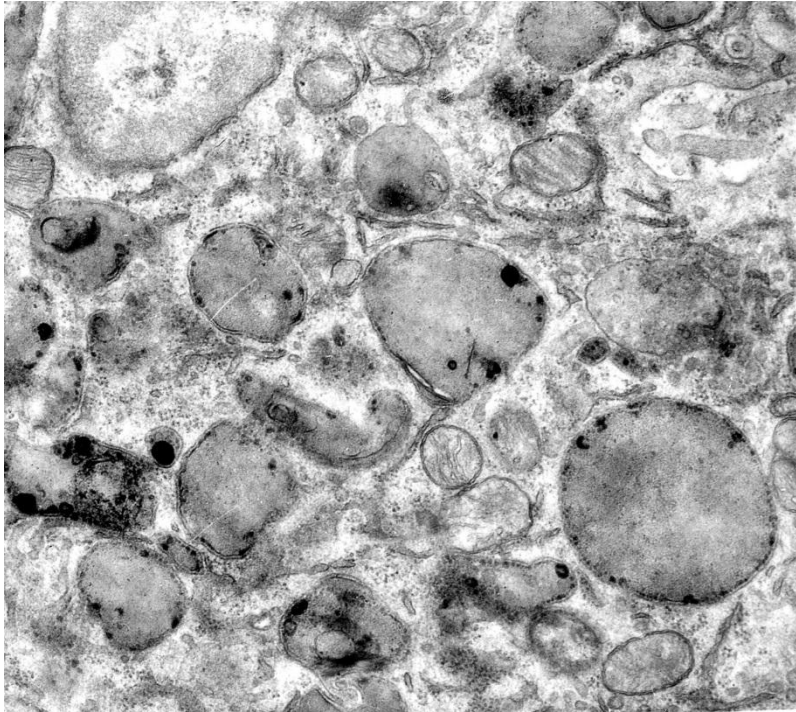


Фагоцитоз дефектных эритроцитов
в МФ селезёнки



- 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).

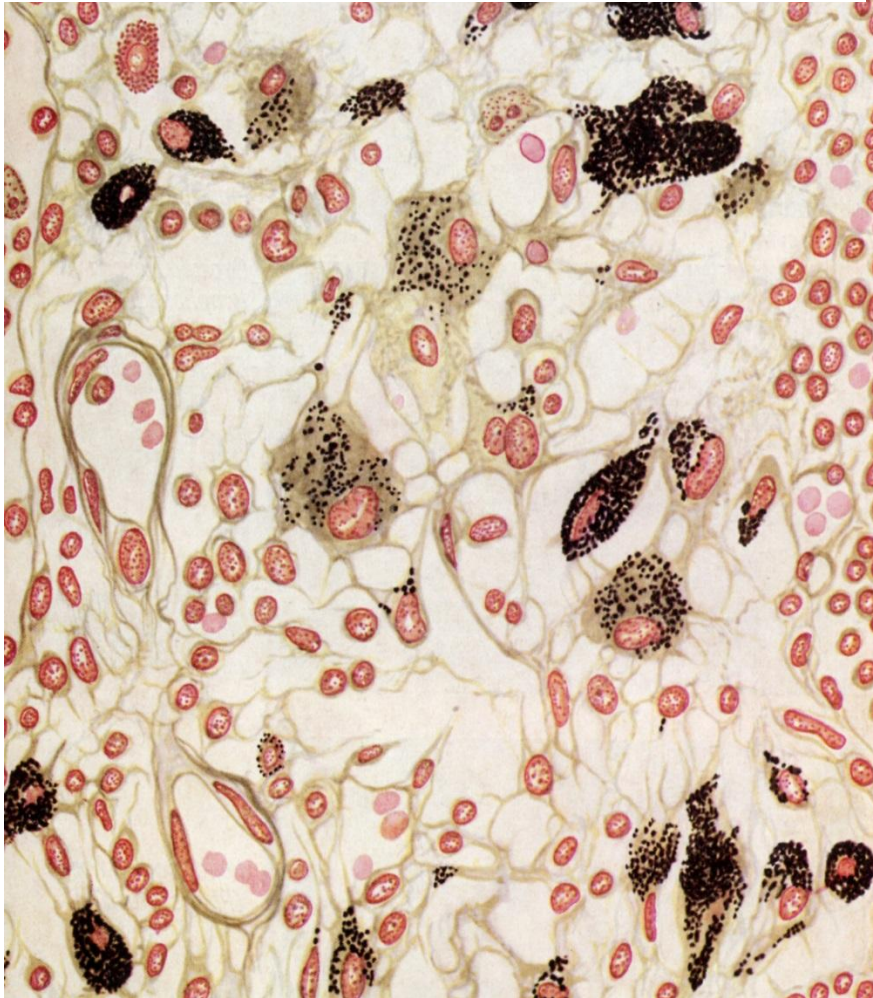
Макрофаги – общая характеристика



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

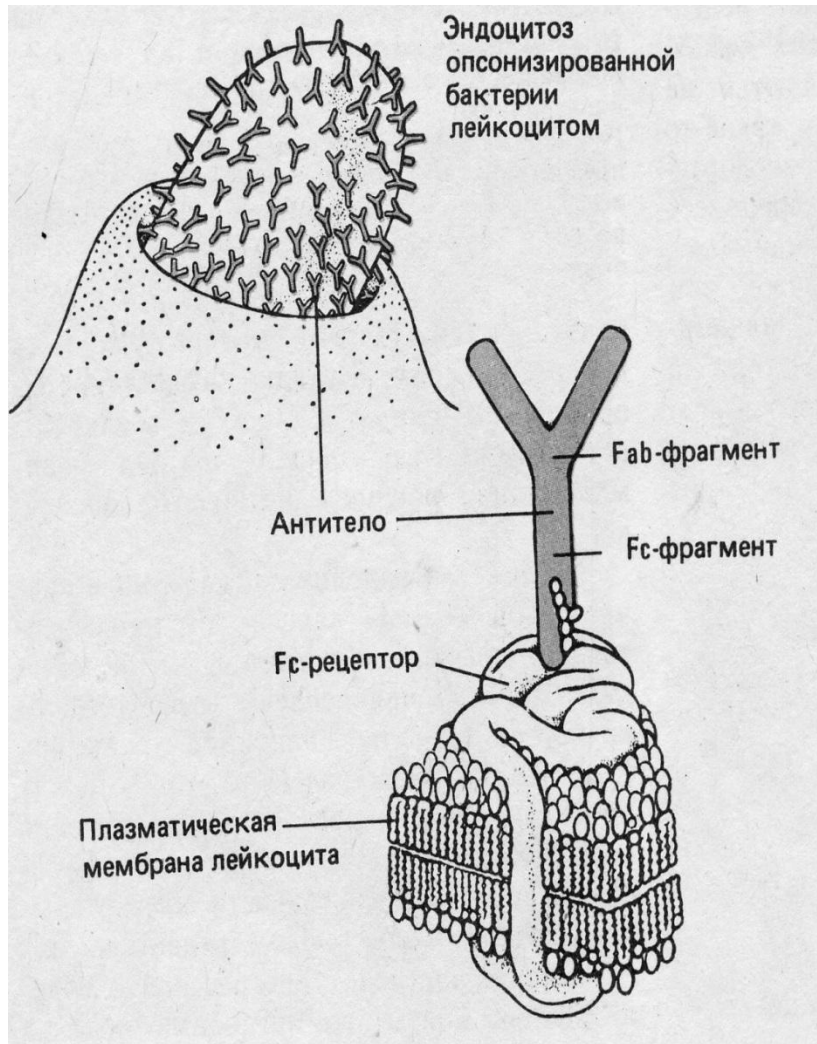
Макрофаги = функции

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

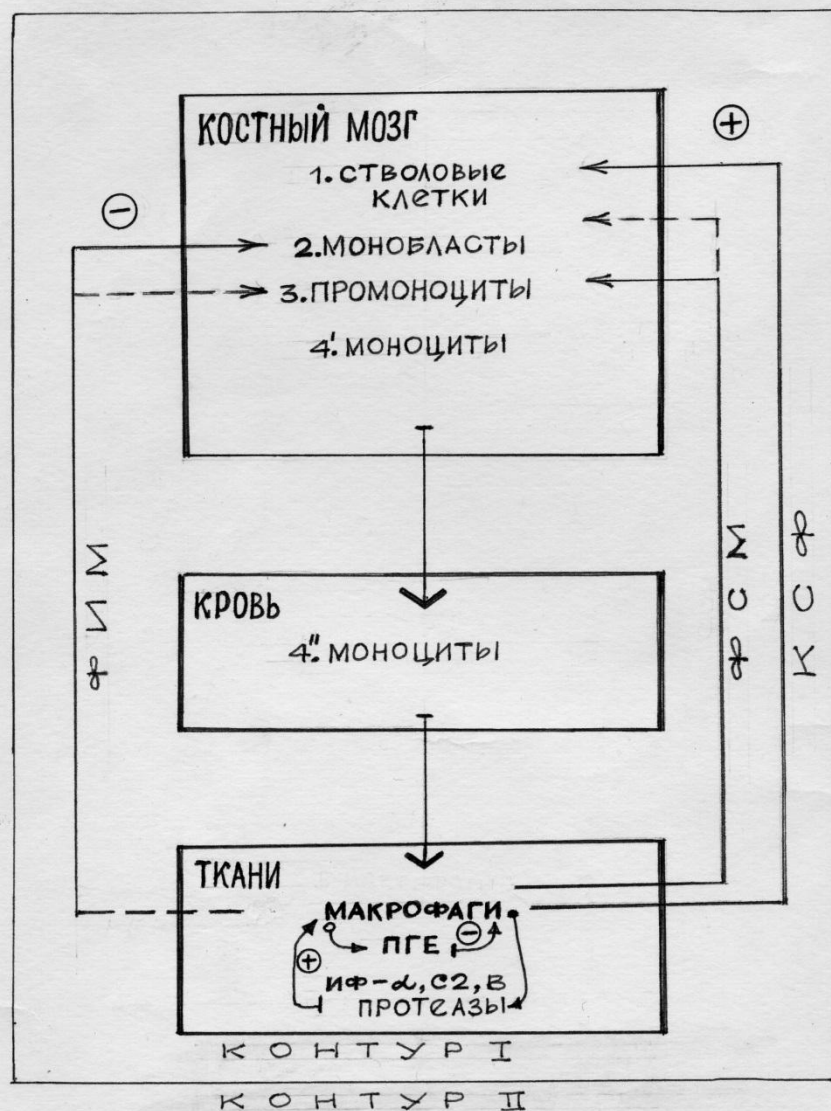


- МФ способны избирательно извлекать и накапливать из окружения

дефицитные органические молекулы.

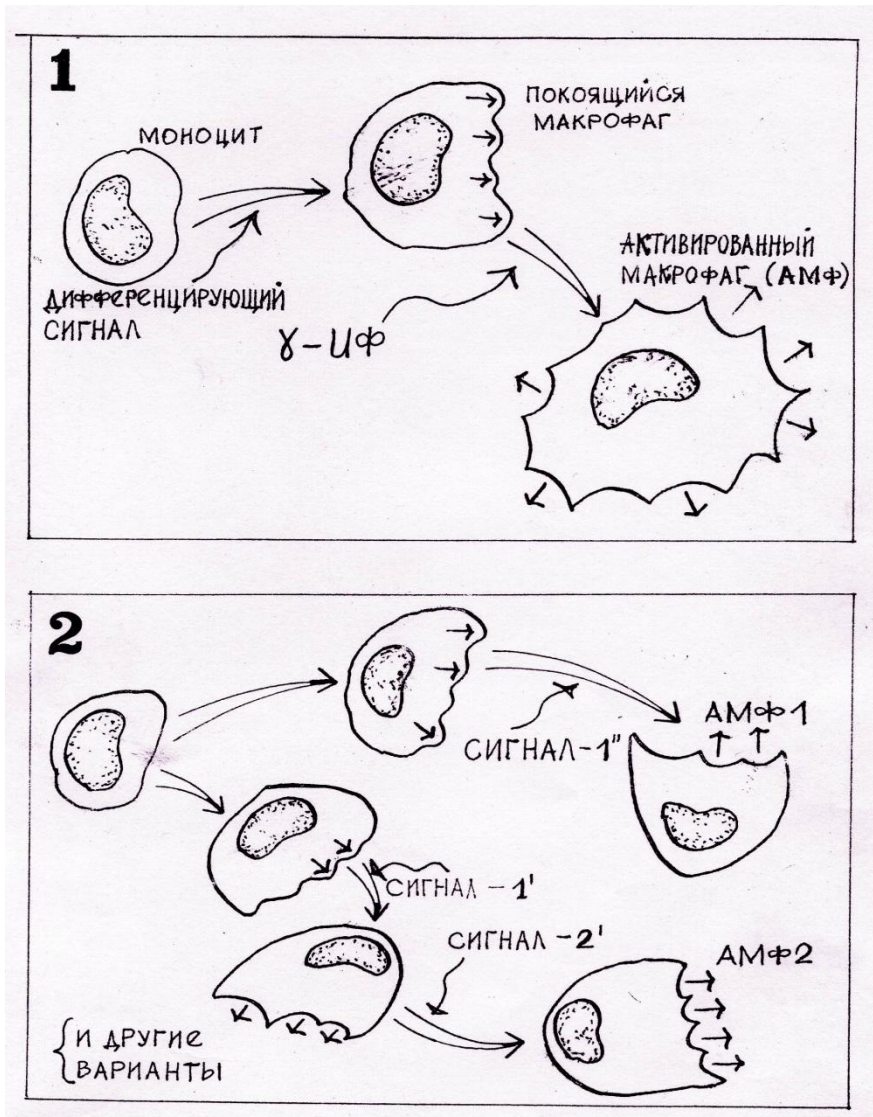
- Прежде всего – молекулы, транспортирующие *ионы*:
Fe (*ферритин и трансферрин*),
Cu (*церулоплазмин*), **Co** (*транскобаламин*).
- Поглощать любые «транспортные» формы *липидов* и накапливать их в цитоплазме в виде *капель-включений*.

Клетки СМФ



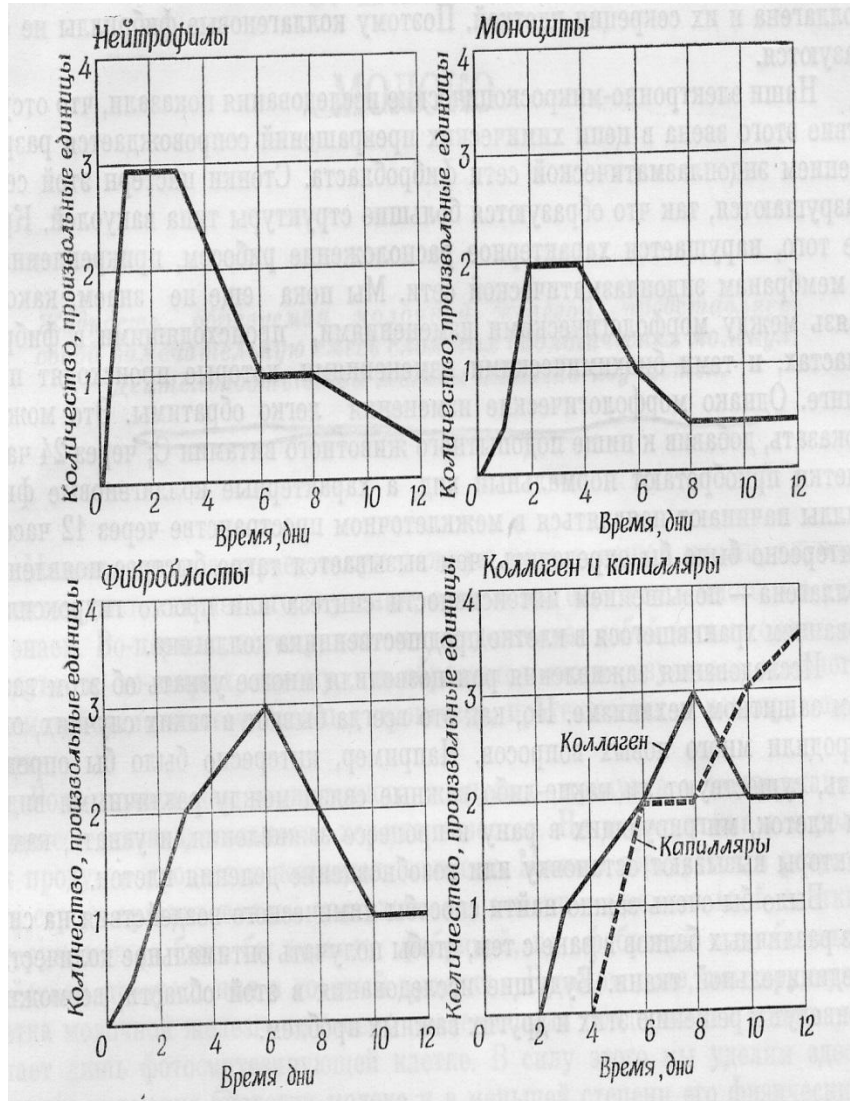
- **Исполнительные элементы** – зрелые МФ тканей.
- Защитная система, **исполнительными элементами** которой являются МФ в органах и тканях.
- Имеет собственные **центры регенерации** (ККМ).
- Имеет **средства саморегуляции**.

Активация клеток СМФ



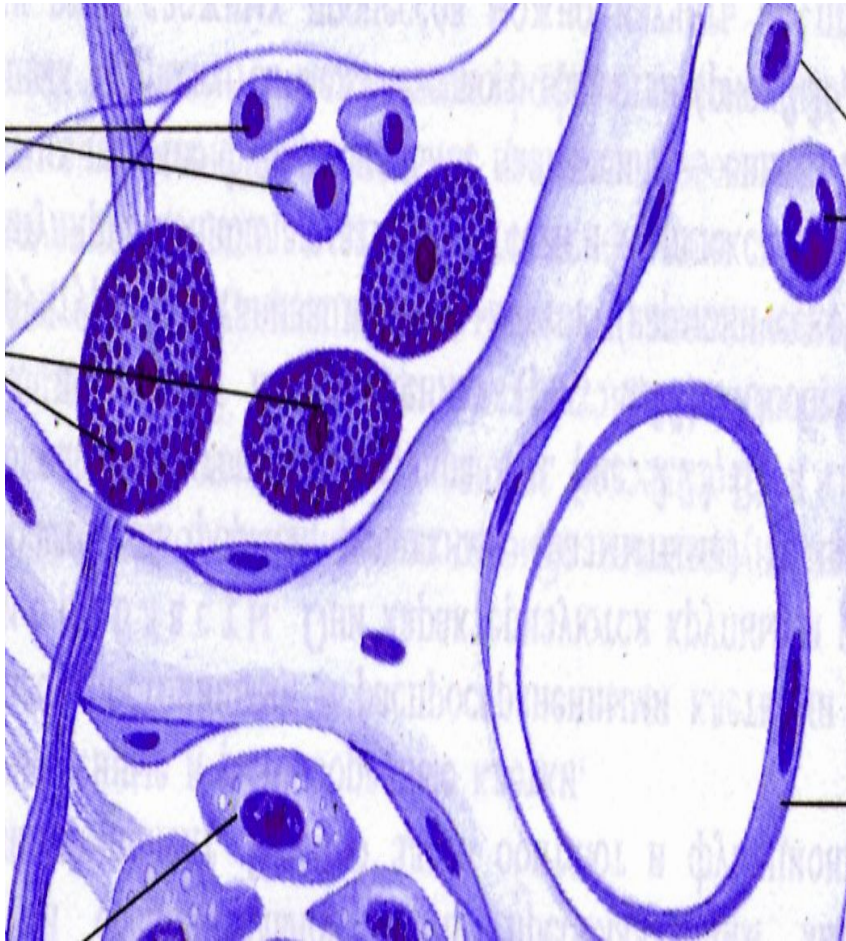
- В экстремальных условиях и при инфекции, клетки СМФ могут скачкообразно менять свои свойства – **активироваться**.
- Активация включает **количественную мобилизацию** клеток, выход из мест накопления.
- Качественные **изменения функций**: «респираторный взрыв» (гиперпродукция активированных форм кислорода»,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

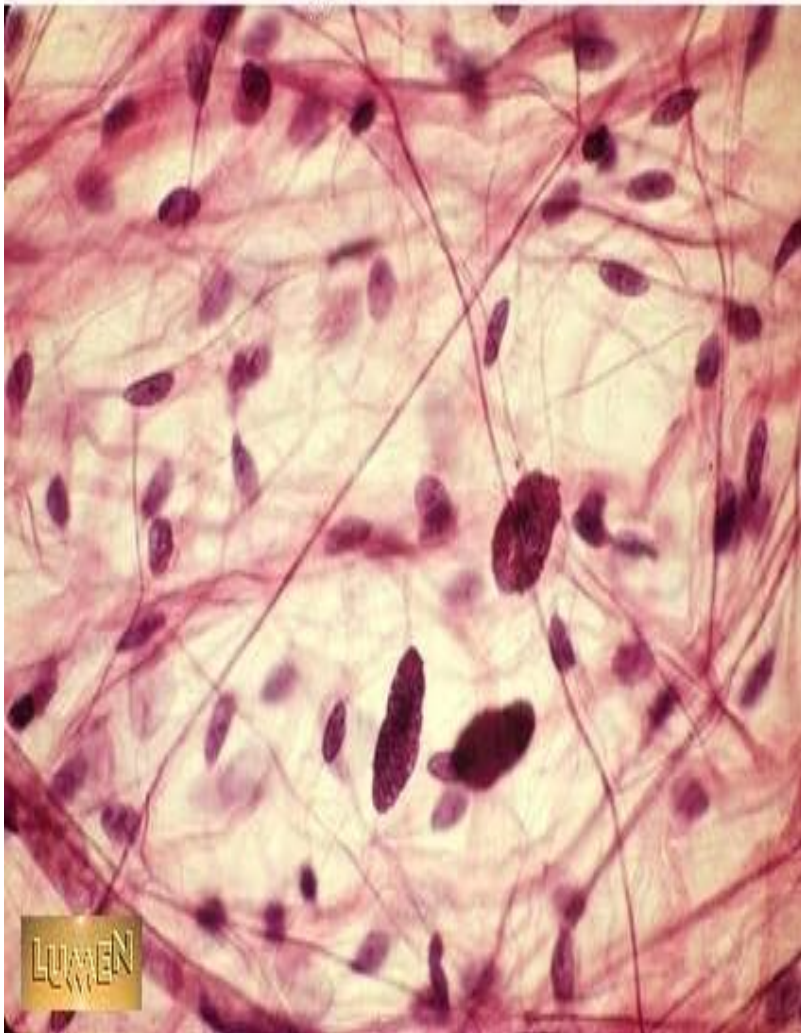


**Тучные клетки
= это *тканевые
бзофилы.***

- 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.*

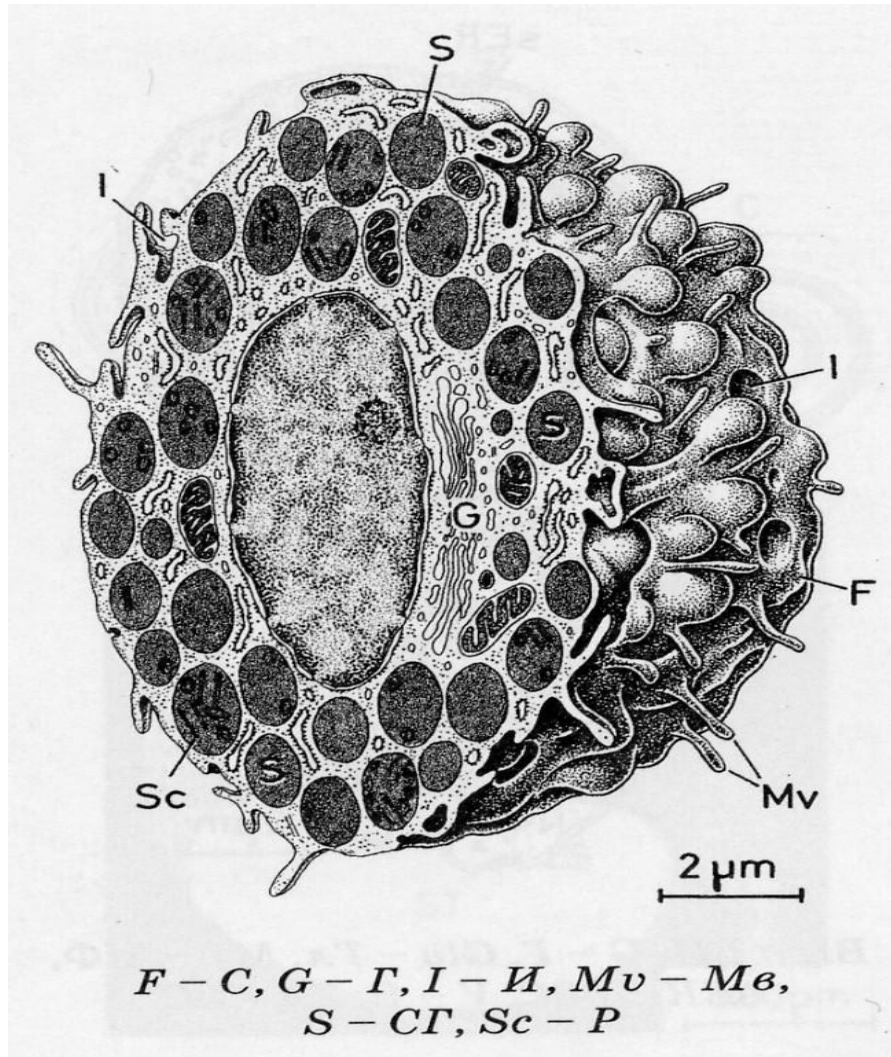
3. Тучные клетки

Histology Lab Part 4: Slide 28



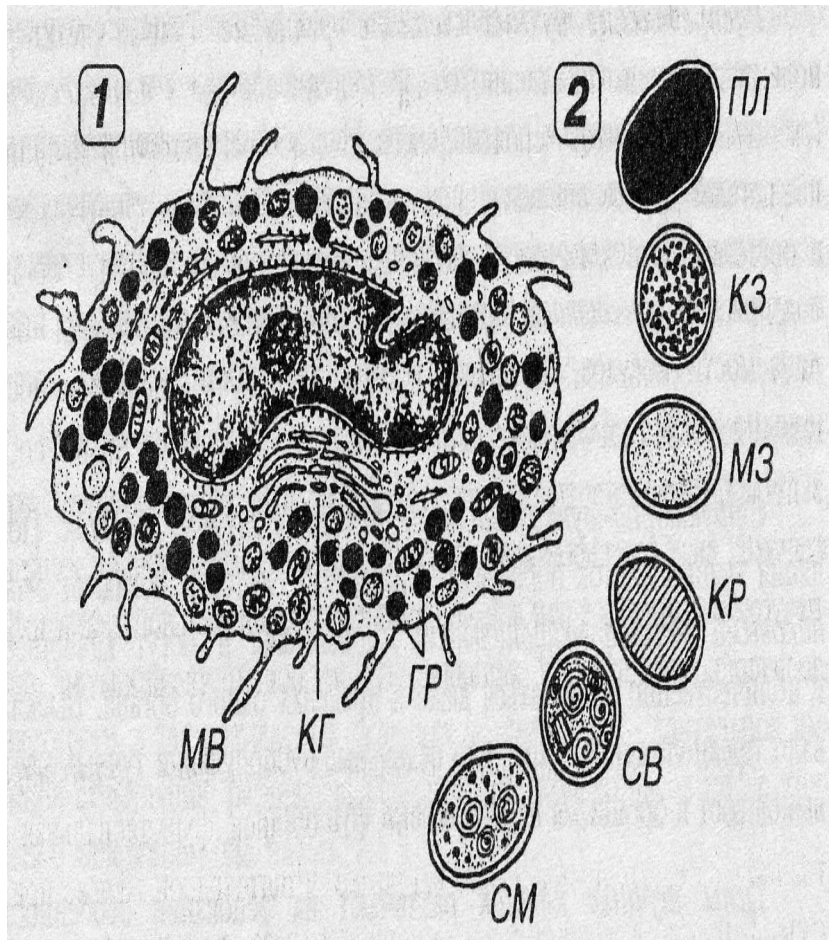
Морфологически и функционально ТК
сходны с
базофилами крови,
но они более
крупные
(15—30 мкм) и
обладают **округлым**
ядром (а не
лопастным).

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



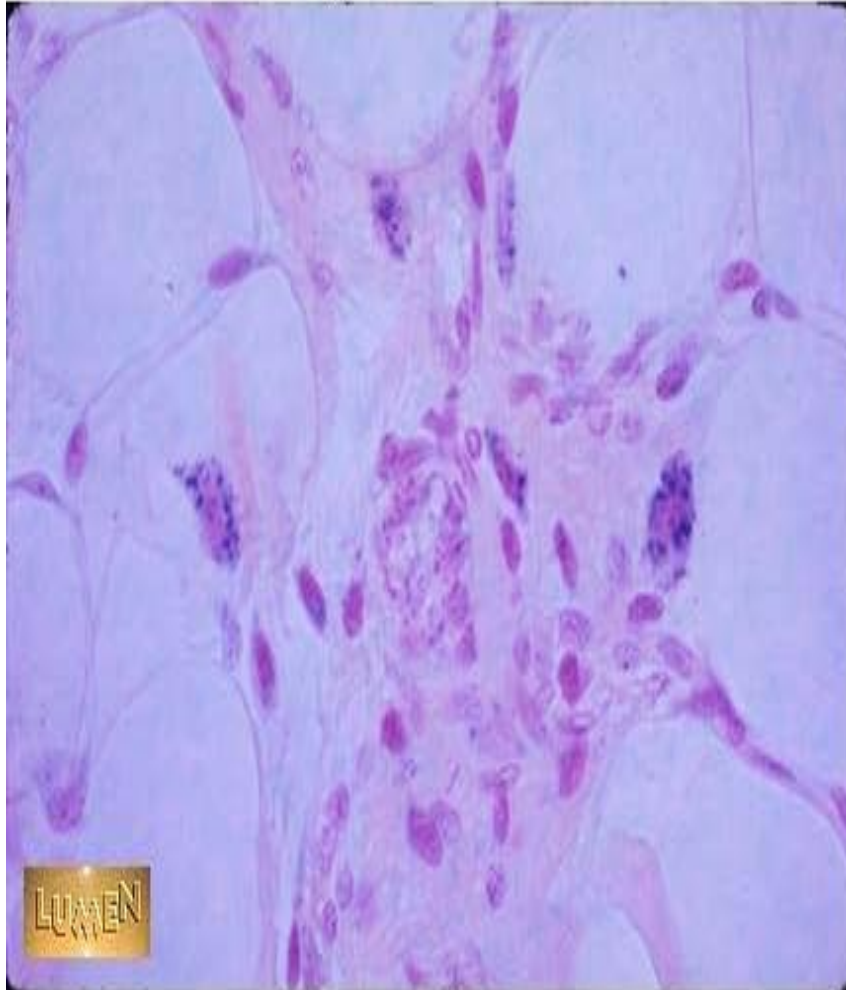
Содержимое специфических метакроматических гранул — это малостабильный комплекс молекул *гепарина с гистамином* (иногда также серотонина).

Гепарин (сульфатированный ГАГ) синтезируется в ТК.

Гистамин (биоγενный 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



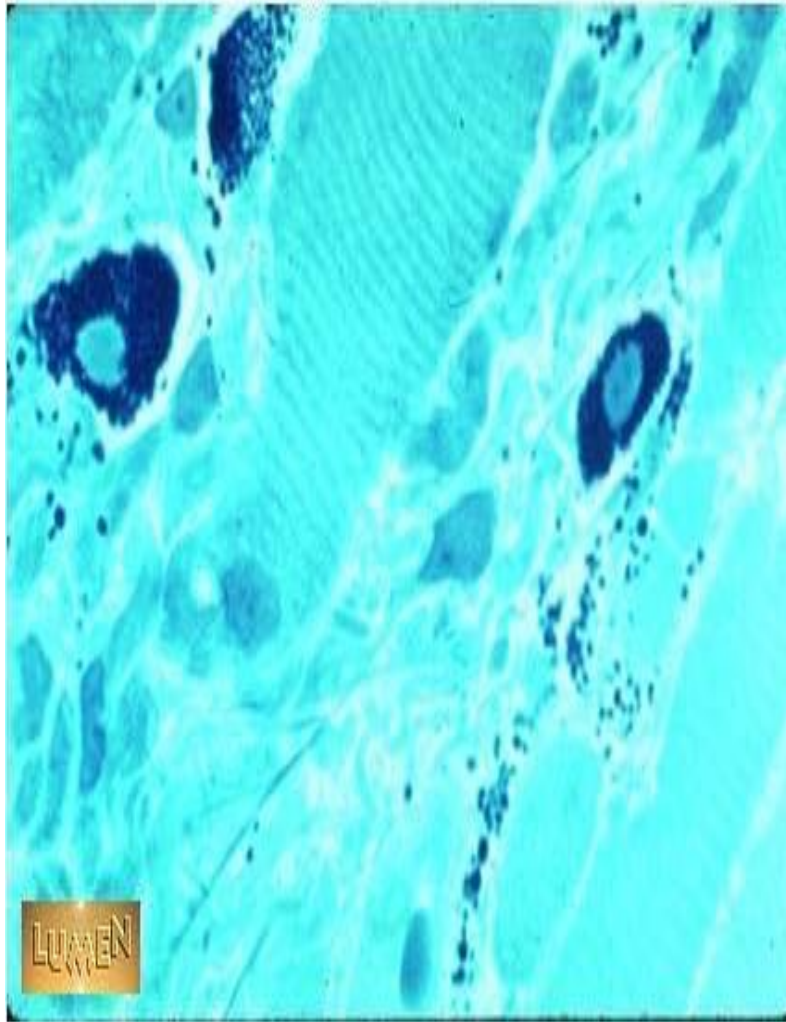
Неспецифические гранулы в БТ (лизосомы)

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

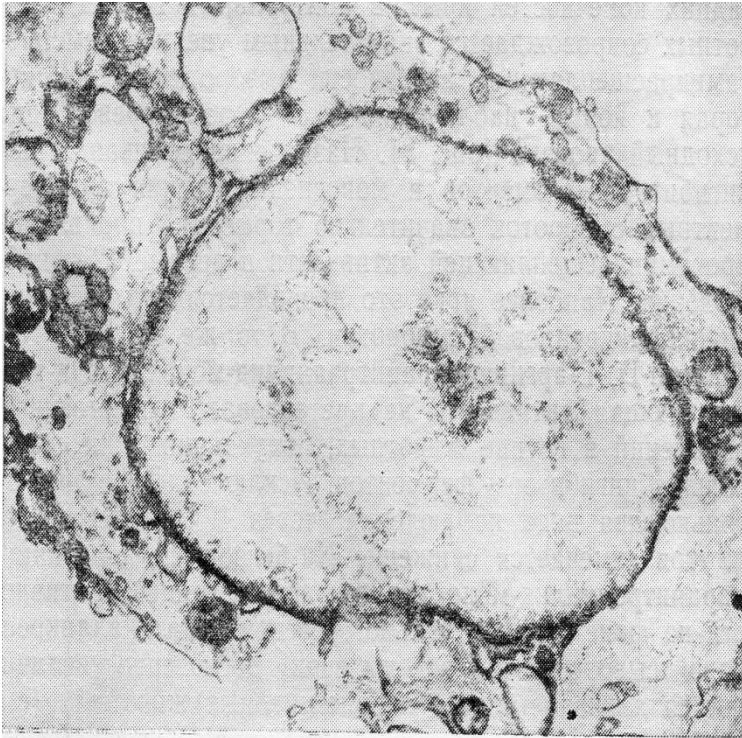
**А) по мерокриновому
типу:**

**(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.

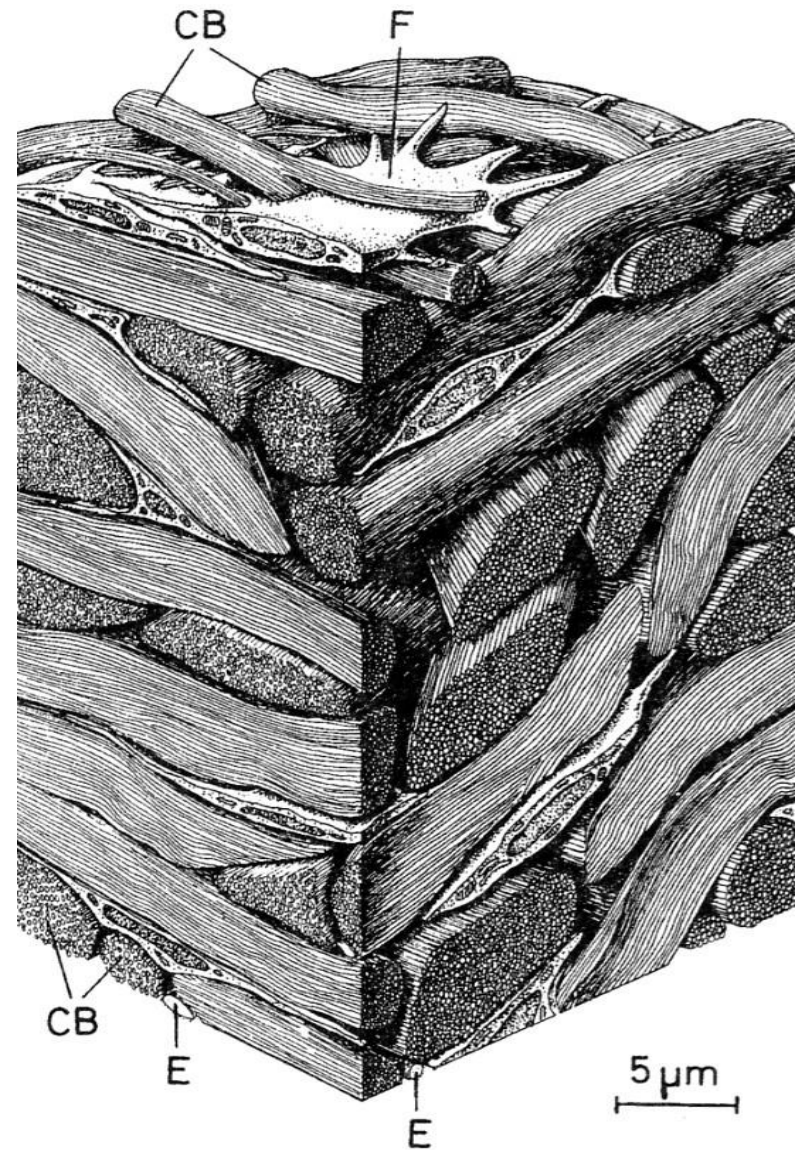
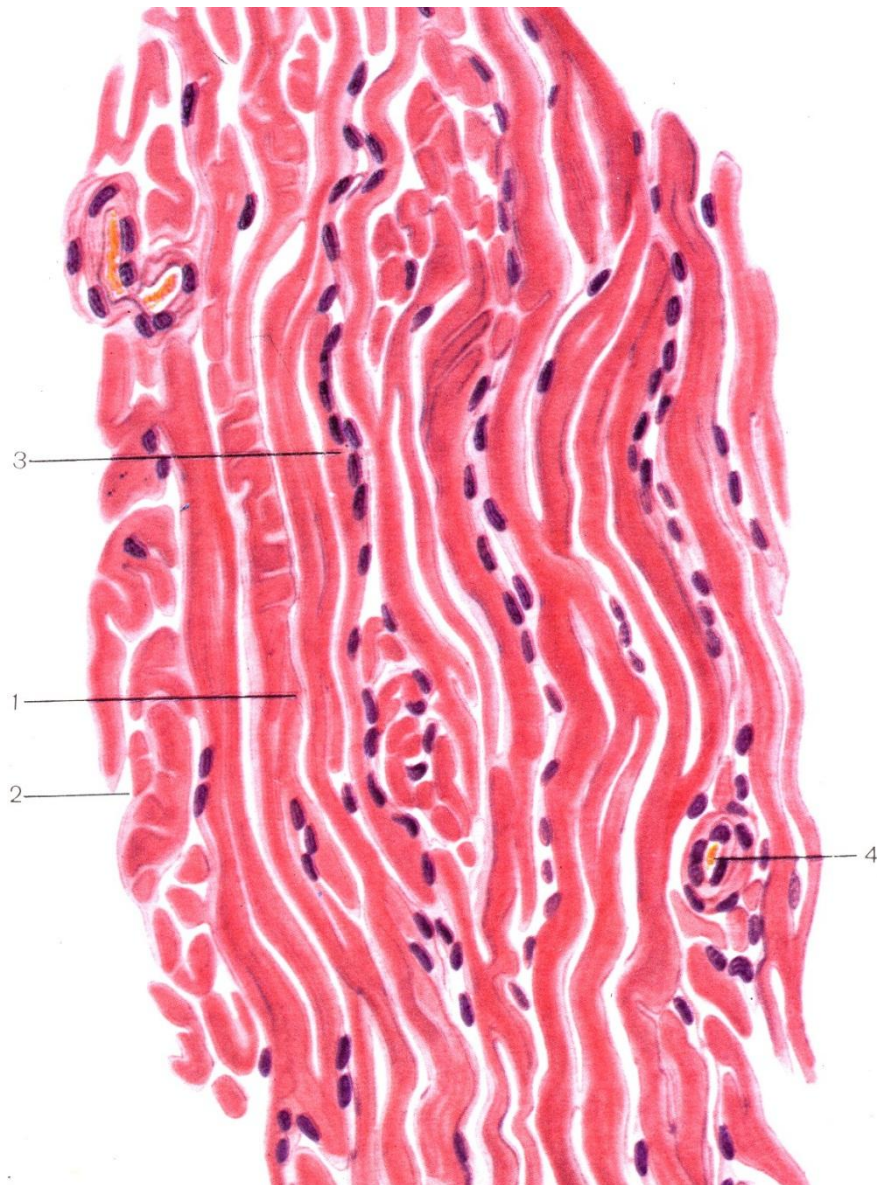
Плотные волокнистые СТ



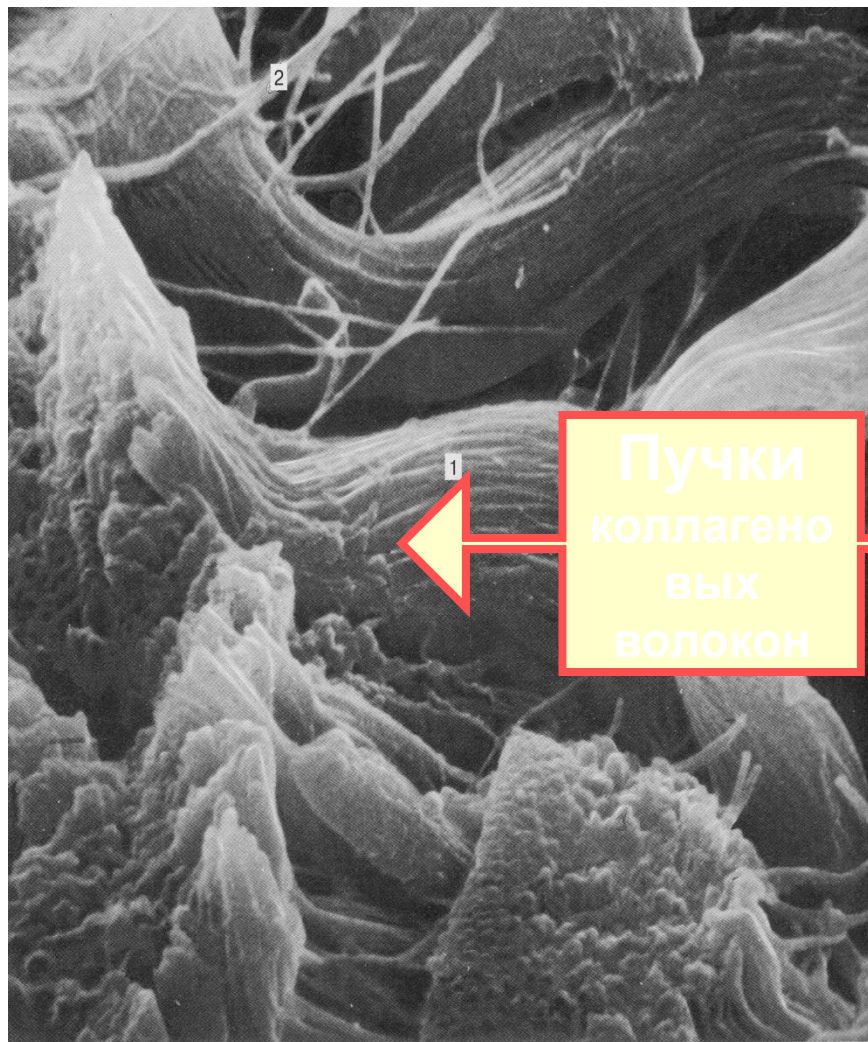
- Плотная СТ представлены двумя разновидностями:

- 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

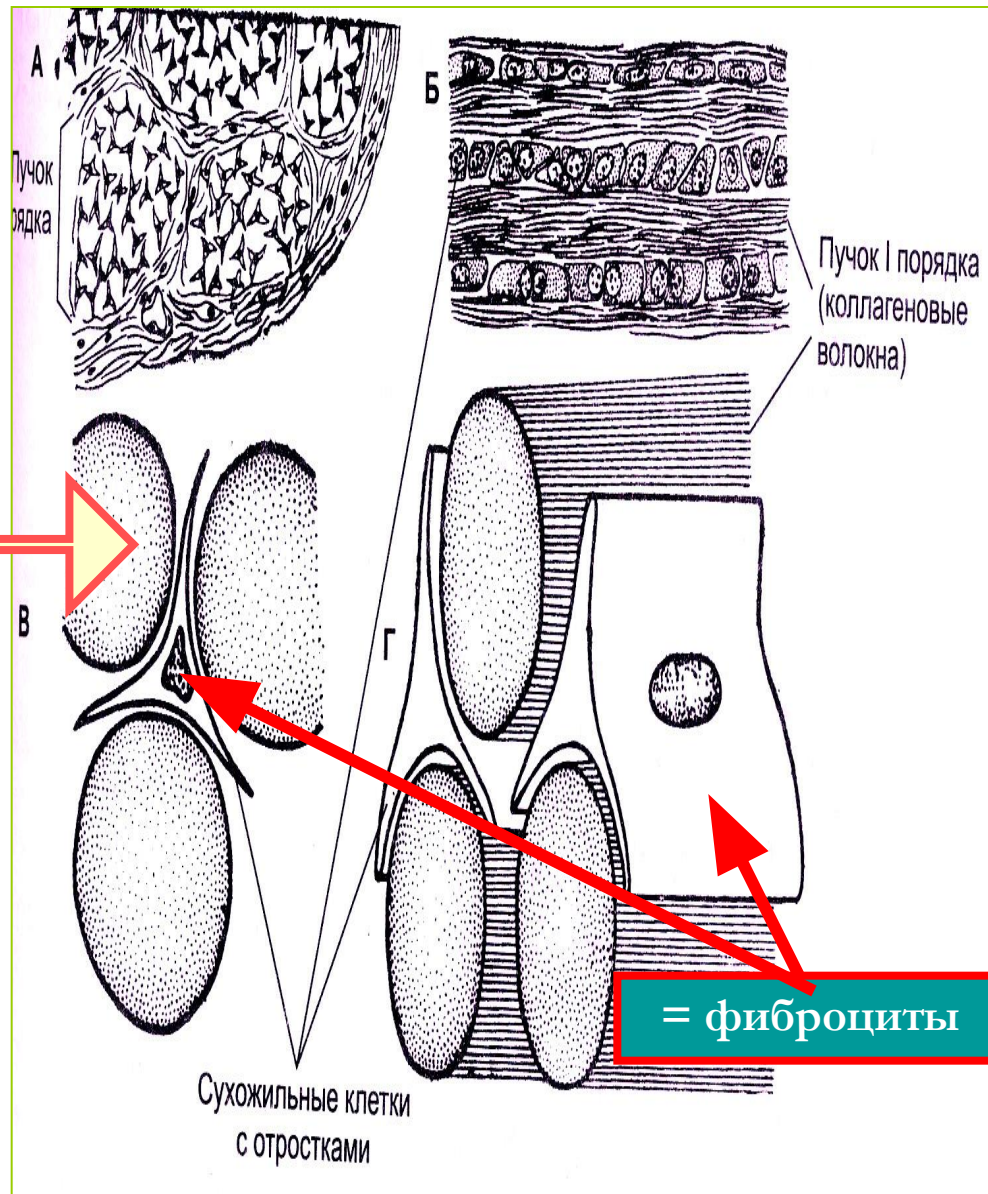


Плотные волокнистые СТ

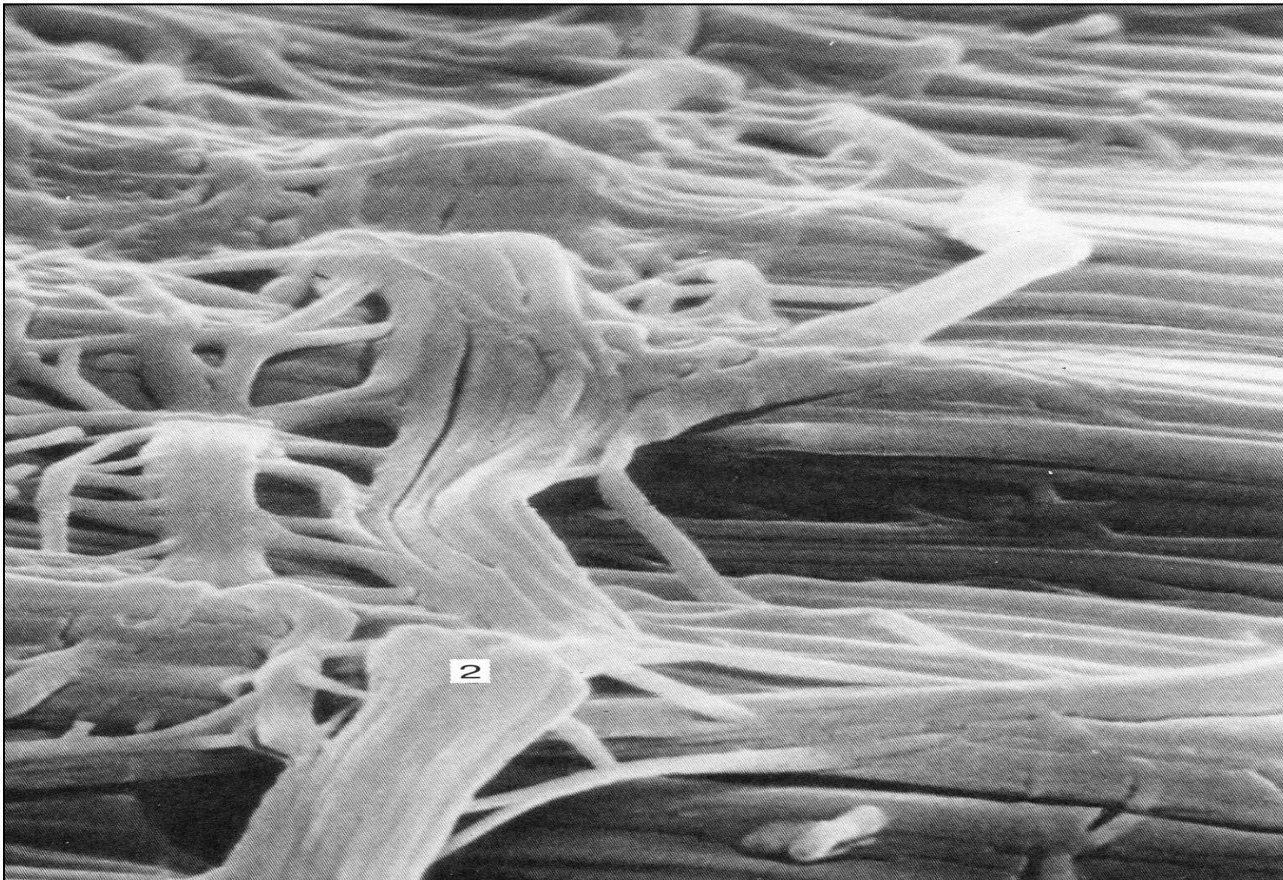
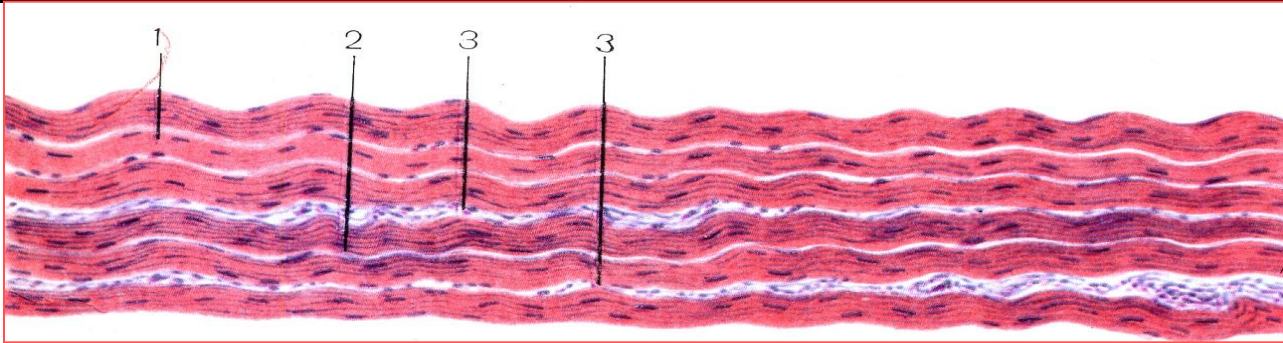


119. Межклеточное вещество плотной неоформленной соединительной ткани дермы. СЭМ. $\times 10\,000$ (по Н. Омеляненко).

1 — коллагеновые волокна; 2 — эластические волокна.



Плотная ОФОРМЛЕННАЯ волокнистая СТ



IV. Ткани со специальными свойствами:

жировая

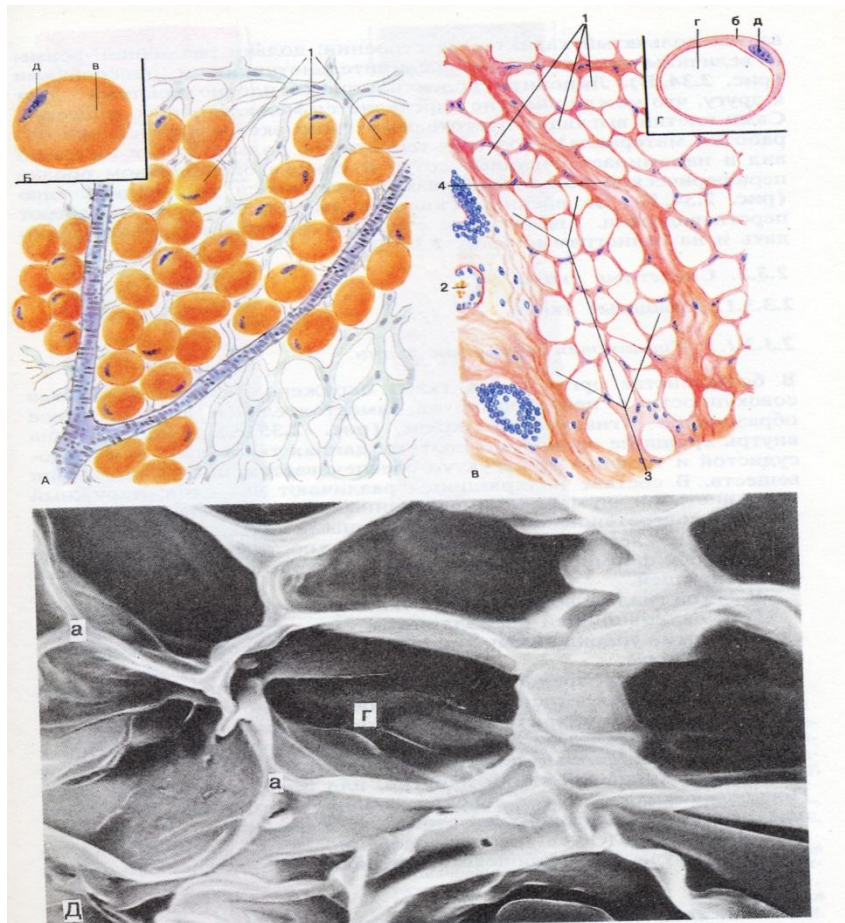


Рис. 2.34. Белая жировая ткань.
А, Б — тотальные препараты салника, окраска суданом III-гематоксилином.
В, Г — препарат подкожной клетчатки. Д — жировая ткань брыжейки (СЭМ).
1 — жировая клетка (а — плазмолемма, б — цитоплазма, в — жировые включения, г — пустоты, оставшиеся после удаления жировых включений обезжириванием, 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:

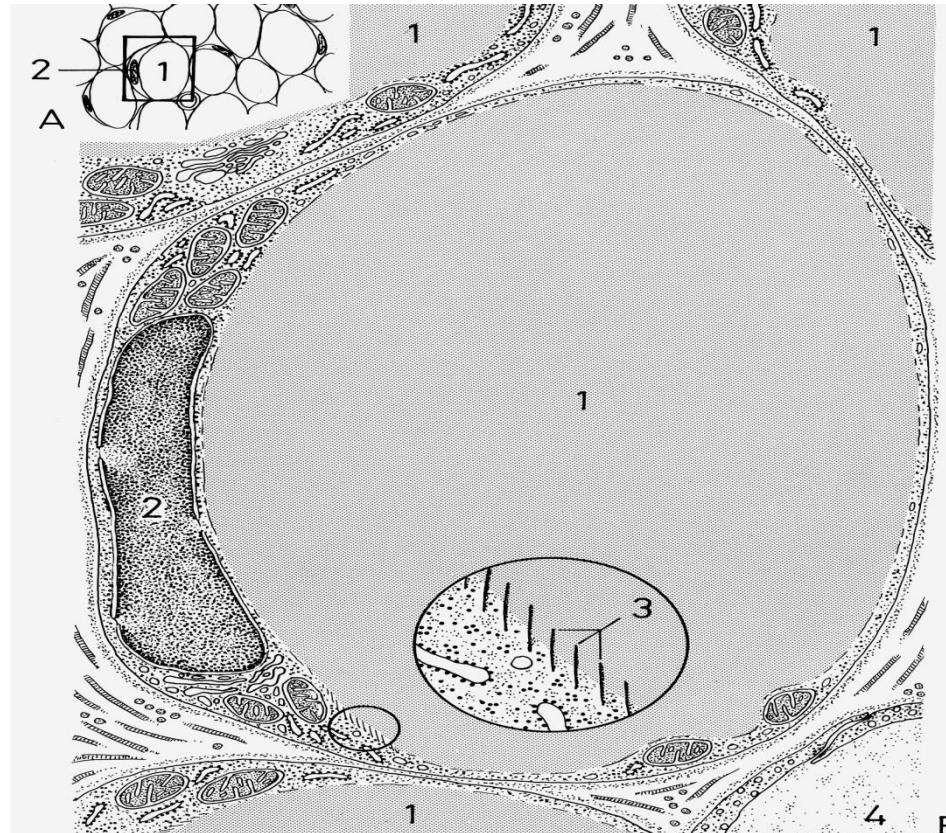
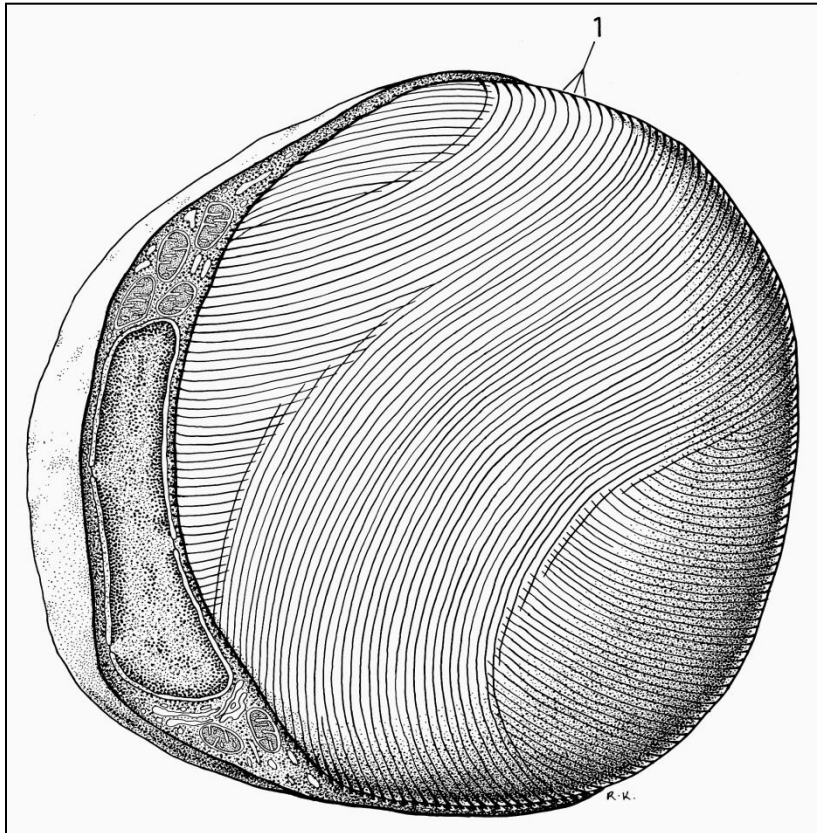
жировая

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

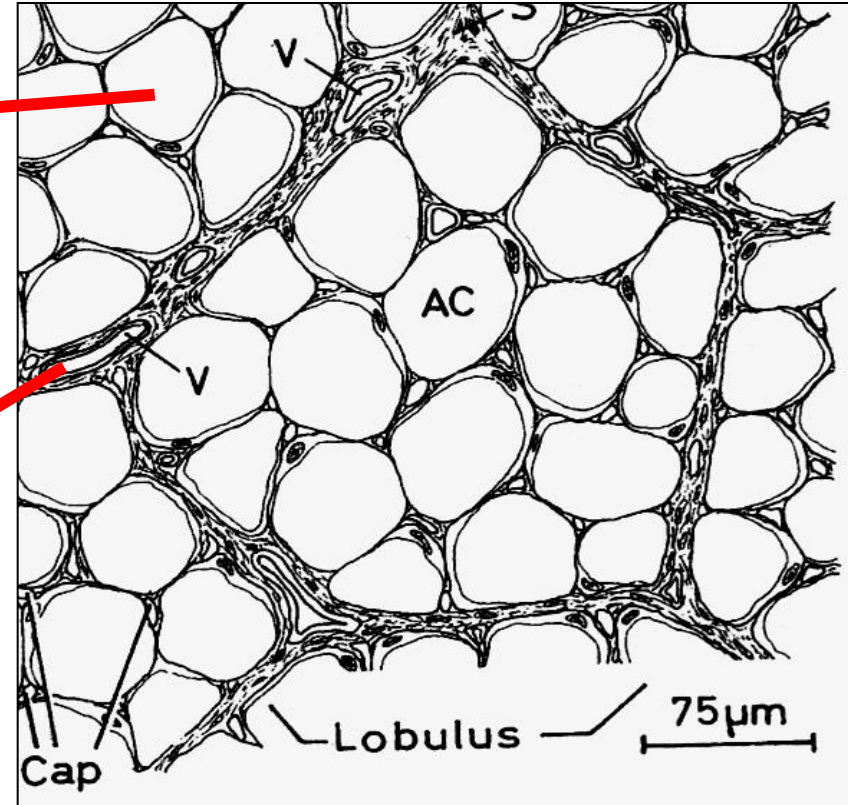
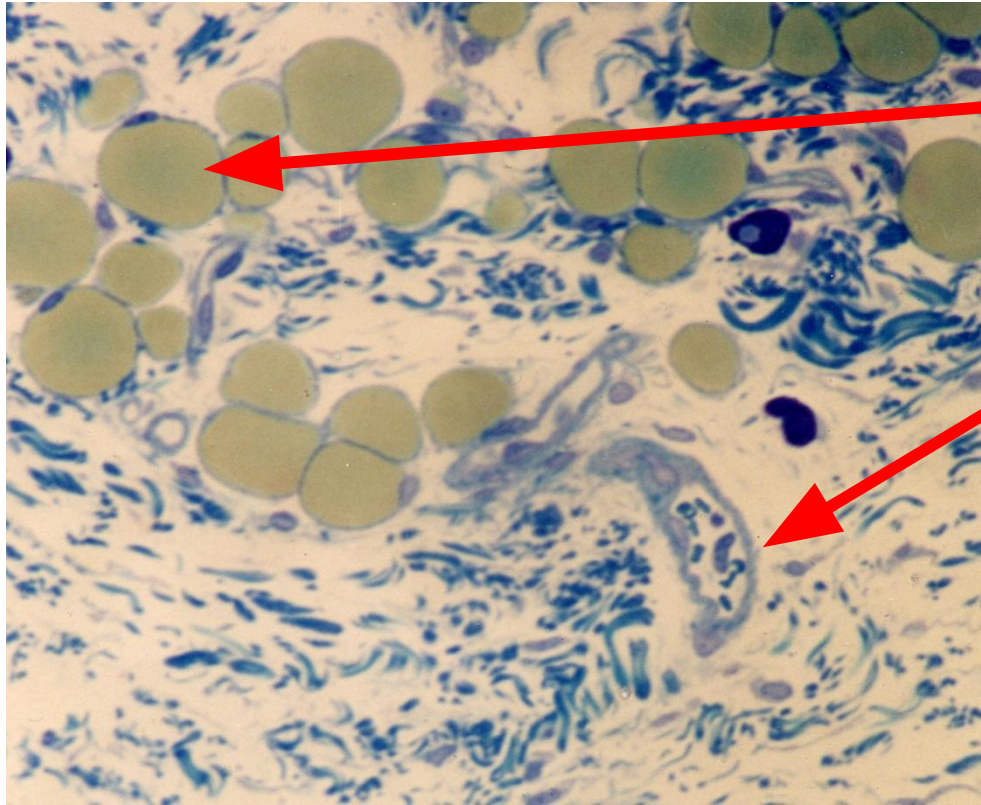


А) Зрелые клетки содержат одну крупную липидную каплю в центре – имеют «перстневидную» форму;

Б) Покрываются базальной мембраной.

IV. Ткани со специальными свойствами:

белая жировая

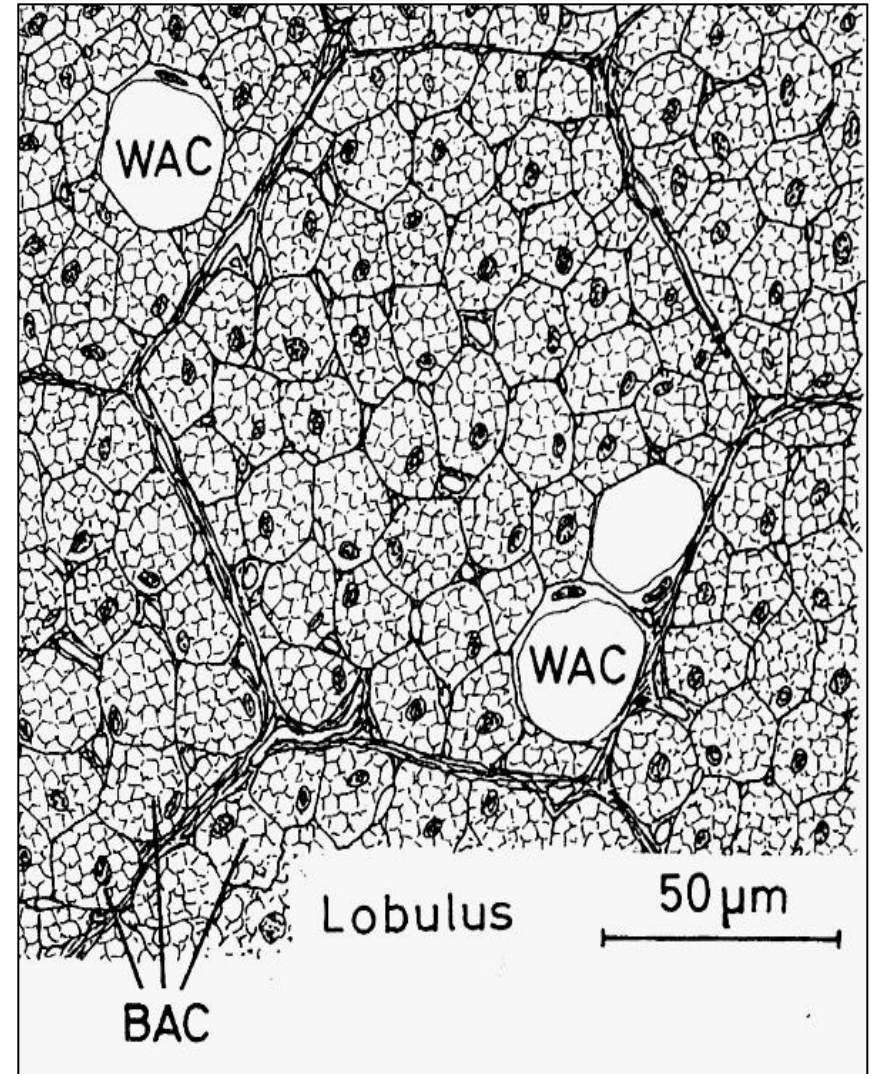
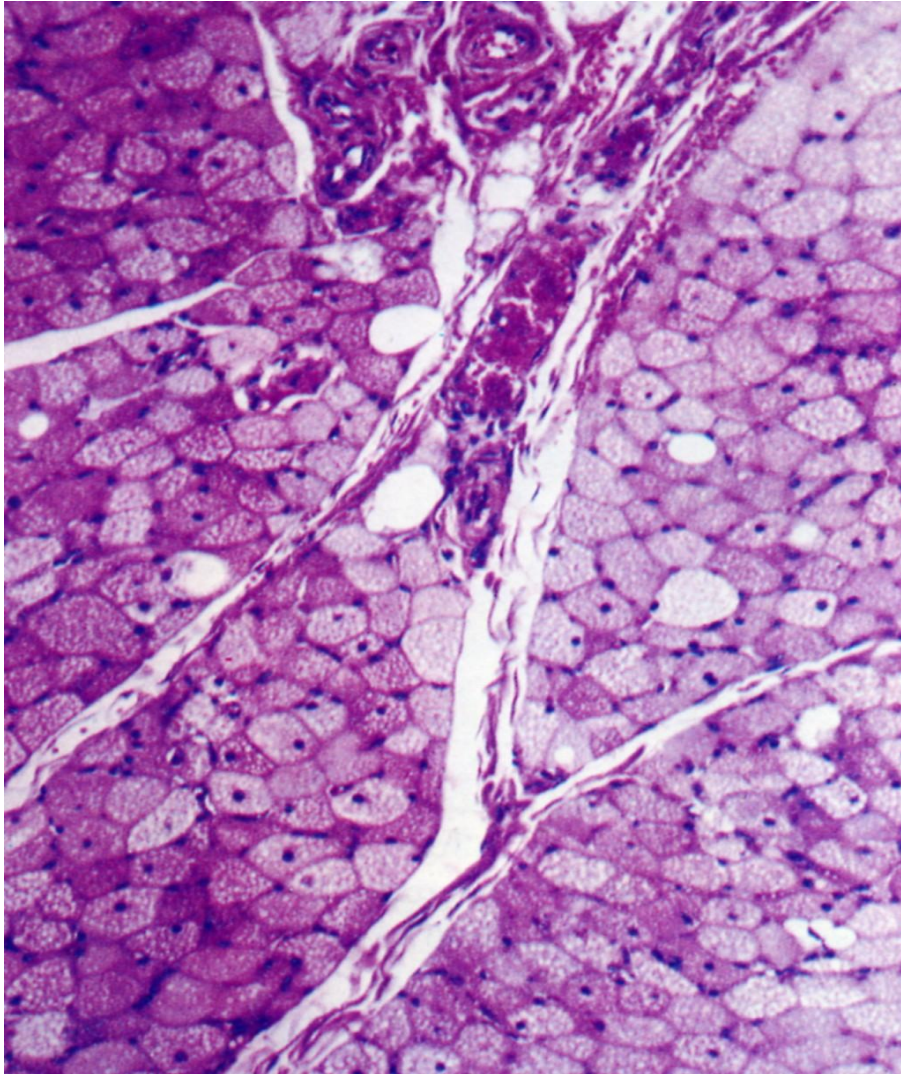


Образуют скопления в виде **долек** возле кровеносных сосудов.

Служат для **накопления** трофических **триглицеридов**.

IV. Ткани со специальными свойствами:

бурая жировая



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

