



ФБГОУ ВПО «ПИМУ» МЗ РФ  
Кафедра травматологии, ортопедии и военно-  
полевой хирургии им. М.В. Колокольцева

# Регенерация костной ткани

Выполнил: Леонов В. А.

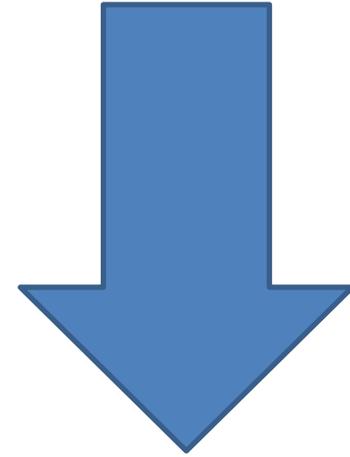
Руководитель: профессор кафедры, д.  
м.н. Ежов И. Ю.

Нижний Новгород, 2018

# Регенерация костной ткани

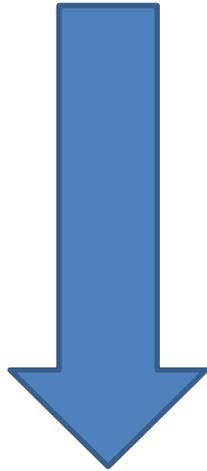


Физиологическая

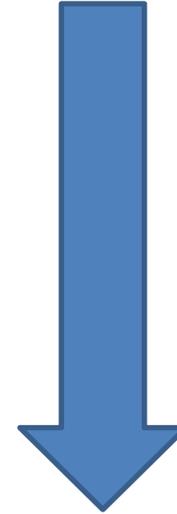


РЕПАРАТИВНАЯ  
(ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ)

# РЕПАРАТИВНАЯ



ИЗБЫТОЧНОЕ  
РАЗРАСТАНИЕ  
КОСТНОЙ  
ТКАНИ



СУБСТИТУЦИЯ  
(РАЗРАСТАНИЕ  
СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ  
ТКАНИ)

# Клетки регенерации

- Клетки воспаления
- Osteобластический дифферон
- Фибробластический дифферон
- Клетки, разрушающие костную мозоль  
(ФАГОЦИТИРУЮЩИЕ КЛЕТКИ)
- Популяции хондробластов и хондроцитов

# КЛЕТКИ ВОСПАЛЕНИЯ

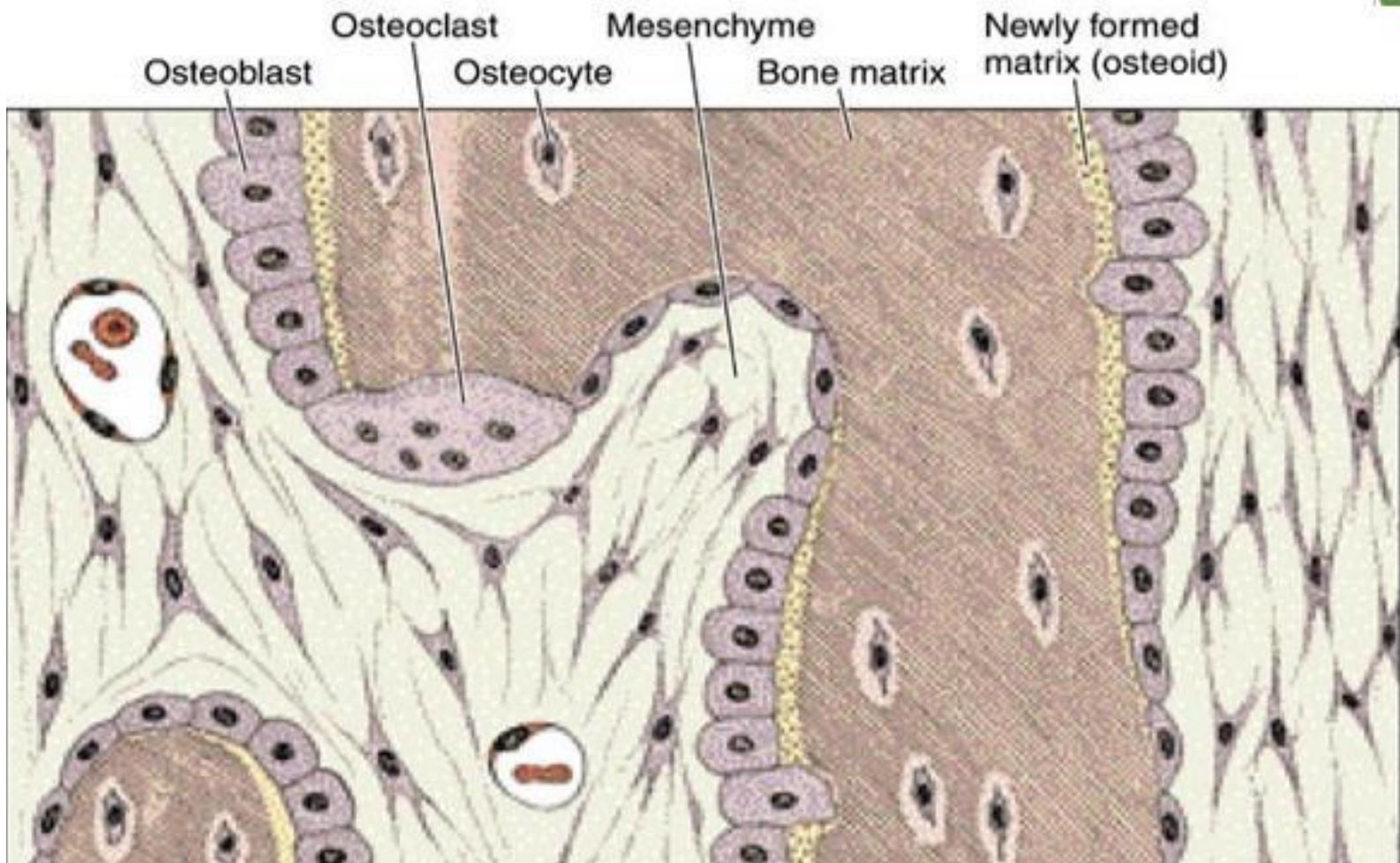
- УЧАСТВУЮТ В ОБРАЗОВАНИИ ГРАНУЛЯЦИОННОГО ВАЛА
- ВАЖНЕЙШАЯ РОЛЬ – ДО ОБРАЗОВАНИЯ ГРАНУЛЯЦИОННОЙ ТКАНИ

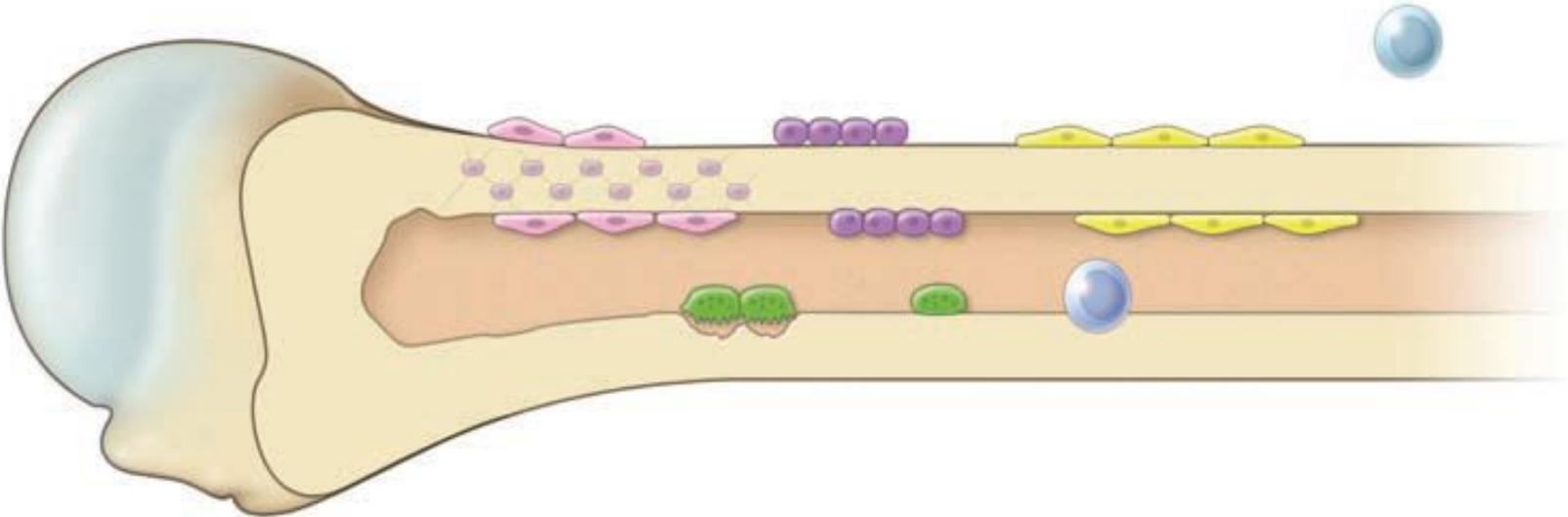
# ОСТЕОБЛАСТИЧЕСКИЙ ДИФФЕРОН

1. ОСТЕОГЕННЫЙ СЛОЙ НАДКОСТНИЦЫ
2. ЭНДОСТ
3. ПЕРИВАСКУЛОЦИТЫ
4. ССК КМ
5. ССК КРОВИ

ССК – РОДОНАЧАЛЬНИК ВСЕГО ДИФФЕРОНА

PS: не исключается и миграция ССК по соединительнотканым каналам , образованным коллагеном, из внекостных структур(характерно для любой реакции на повреждение)





# Периваскулоциты

- В радиусе 20мм от сосуда – малодифференцированы, по объёму ядер: А (40-79 мкм<sup>3</sup>), В(80-119 мкм<sup>3</sup>)
- В радиусе 30мм от сосуда – промежуточная степень дифференцировки – преостеобласты: С(120-169 мкм<sup>3</sup>), D(более 169 мкм<sup>3</sup>)

# ОСТЕОБЛАСТЫ

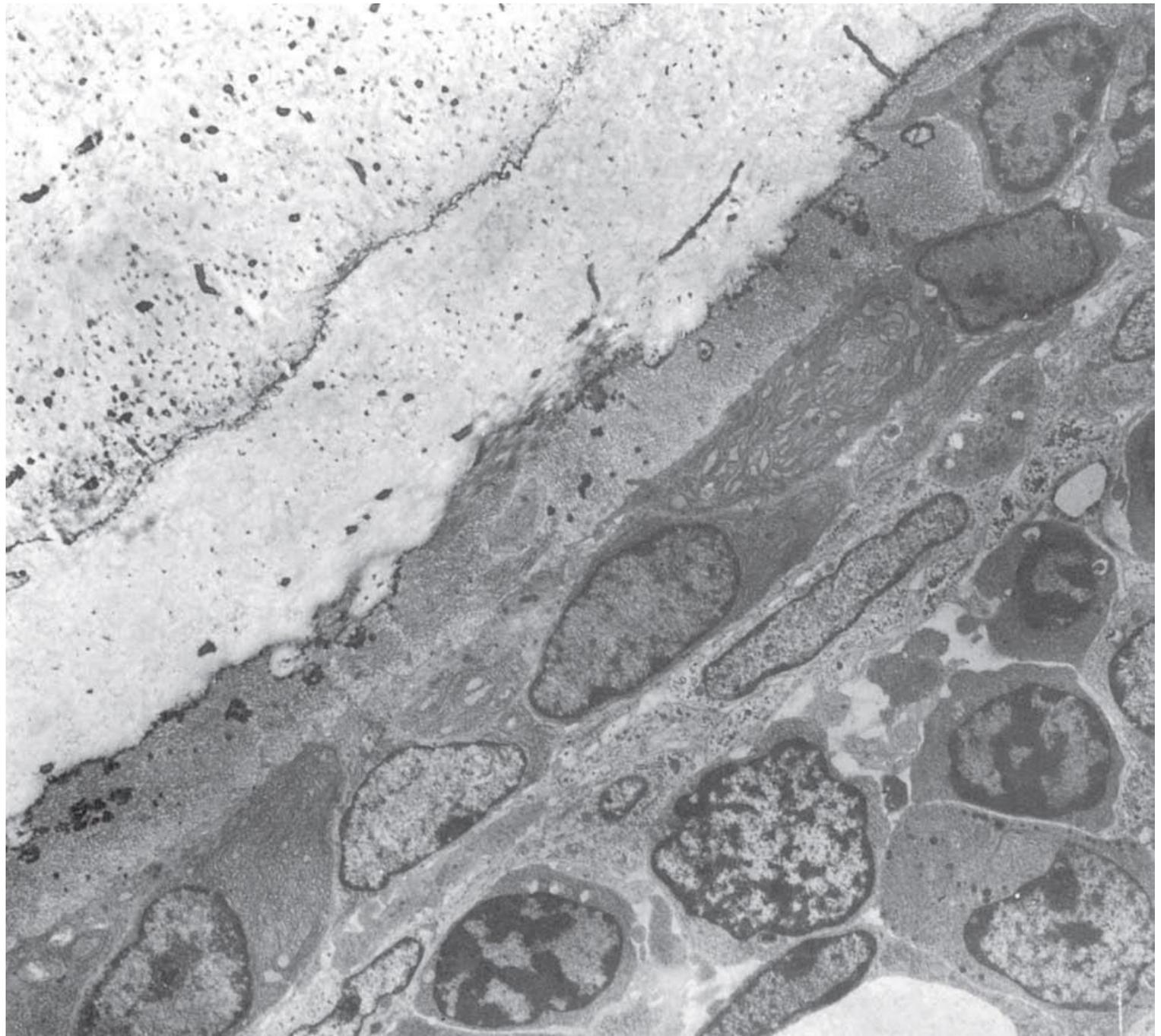
АКТИВНЫЕ

НЕАКТИВНЫЕ

# ОСТЕОБЛАСТЫ

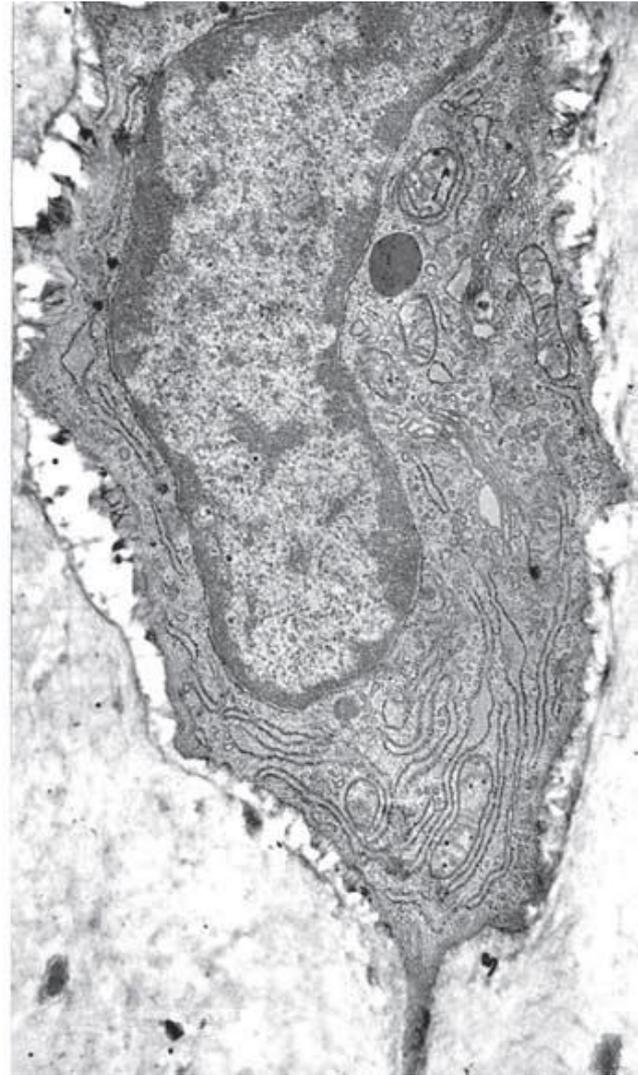
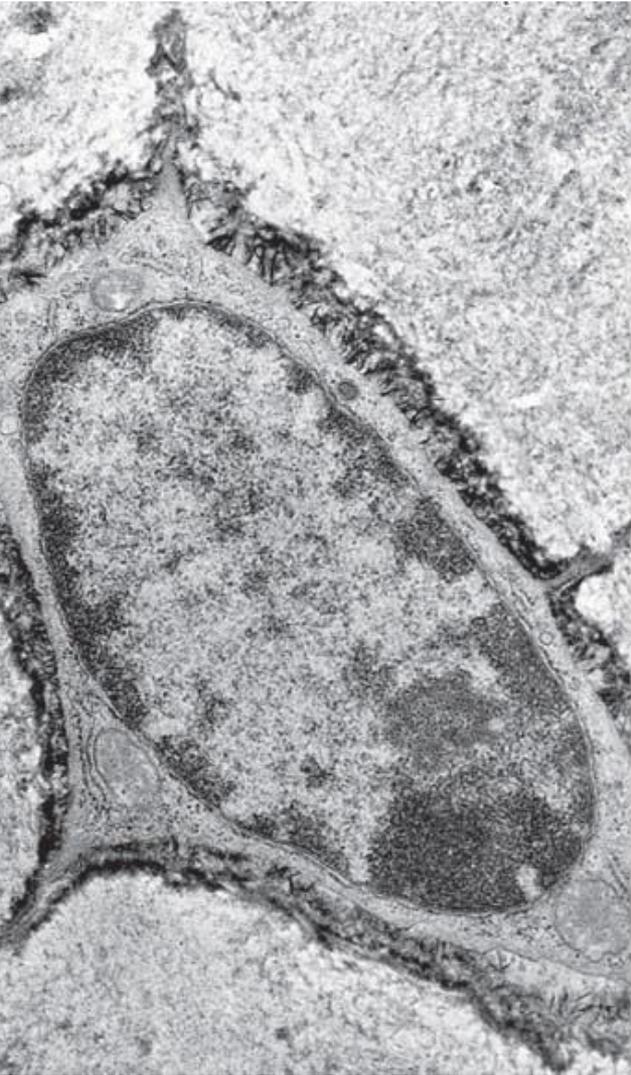
4 СОСТОЯНИЯ:

- МОЛОДЫЕ
- ФУНКЦИОНАЛЬНО АКТИВНЫЕ И ЗРЕЛЫЕ
- ГИПЕРТРОФИРОВАННЫЕ
- ВЫСТИЛАЮЩИЕ КЛЕТКИ



# ОСТЕОЦИТЫ

- ПРОДУЦИРУЮЩИЕ И РЕЗОРБИРУЮЩИЕ
- ДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ

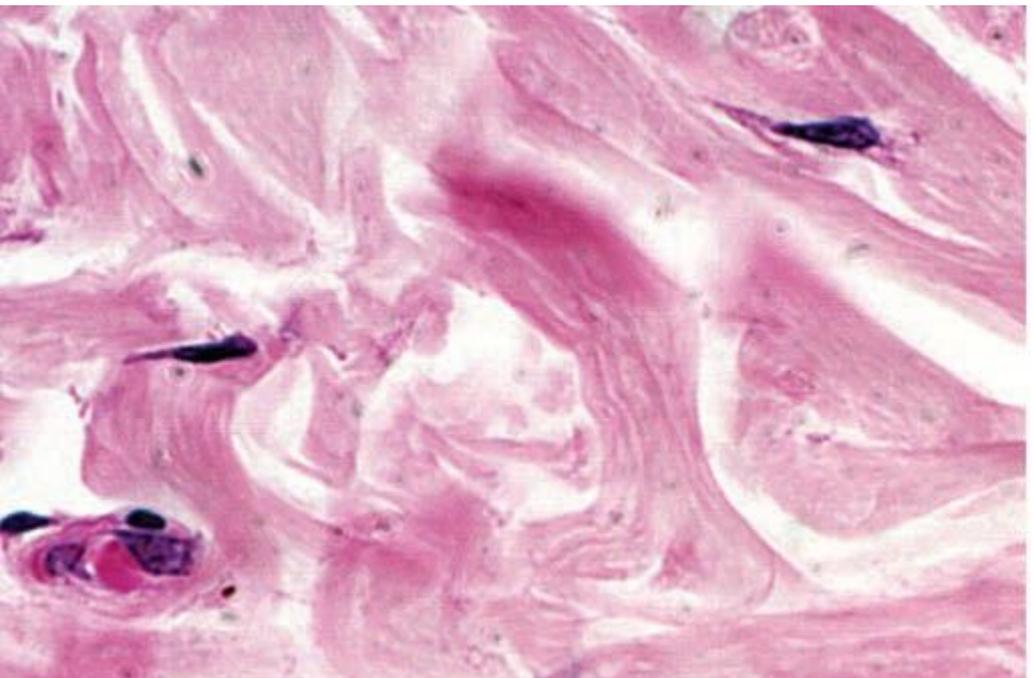
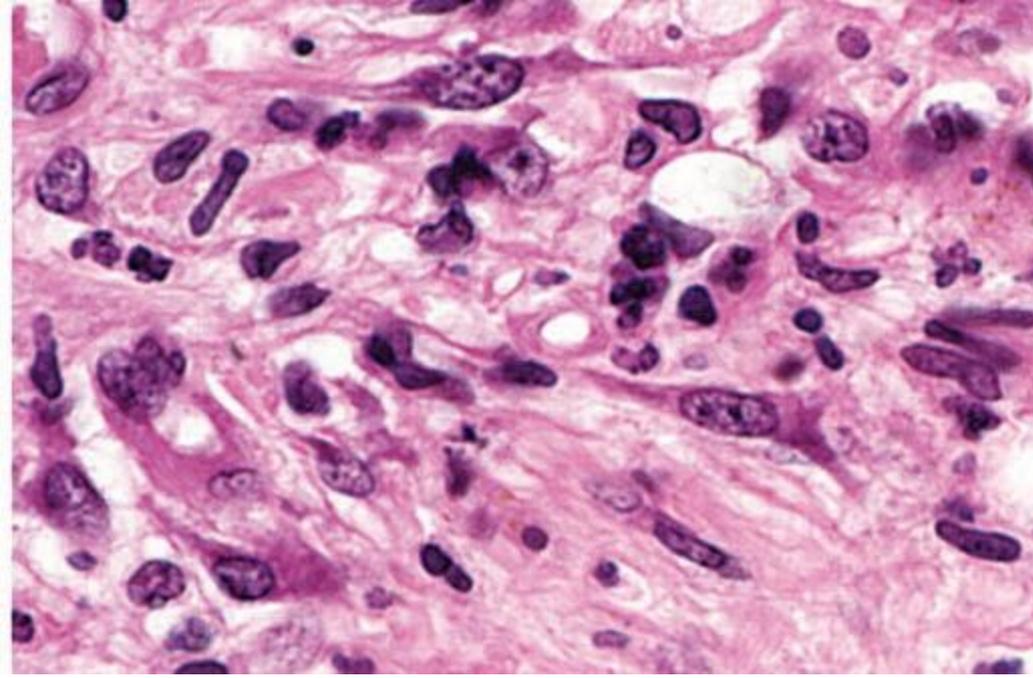


# ССК

МОЖЕТ ТРАНСФОРМИРОВАТЬСЯ В  
ЛЮБОЙ КЛАСС ДИФФЕРОНА  
ВЫВОД: ОТНОСИТСЯ КО ВСЕМ  
ДИФФЕРОНАМ СРАЗУ

# ФИБРОБЛАСТИЧЕСКИЙ ДИФФЕРОН

- МАЛОДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ – Я/ЦП БОЛЕЕ 1,8
- ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕСЯ – Я/ЦП=ОТ 1 ДО 1,5
- ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ - Я/ЦП=ОТ 0,25 ДО 0,5
- ФИБРОБЛАСТЫ СТАРЕЮТ И СТАНОВЯТСЯ ФИБРОЦИТАМИ С ВЫСОКИМ Я/ЦП=ДО 3,8. При травмах могут молодеть и переходить в фибробласты



# ХОНДРОБЛАСТИЧЕСКИЙ ДИФФЕРОН

- ХОНДРОБЛАСТЫ – ОБРАЗУЮТ КОЛЛАГЕН 2 ТИПА И СУЛЬФАТИРОВАННЫЙ ГАГ

- ХОНДРОЦИТЫ

1ГО ТИПА

2ГО ТИПА

3Й ТИП – В ЦИТОПЛАЗМЕ МНОГО ГЛИКОГЕНА И ЛИПИДОВ

# ХОНДРОБЛАСТИЧЕСКИЙ ДИФФЕРОН

- ХОНДРОН – ПОНЯТИЕ, КОТОРОЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТ РОСТ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ(ПРЕДСТАВЛЕН ХОНДРОЦИТОМ, ПЕРИЦЕЛЛЮЛЯРНЫМ МАТРИКСОМ И ПЕРИЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ КАПСУЛОЙ)

# ФАГОЦИТИРУЮЩИЕ КЛЕТКИ

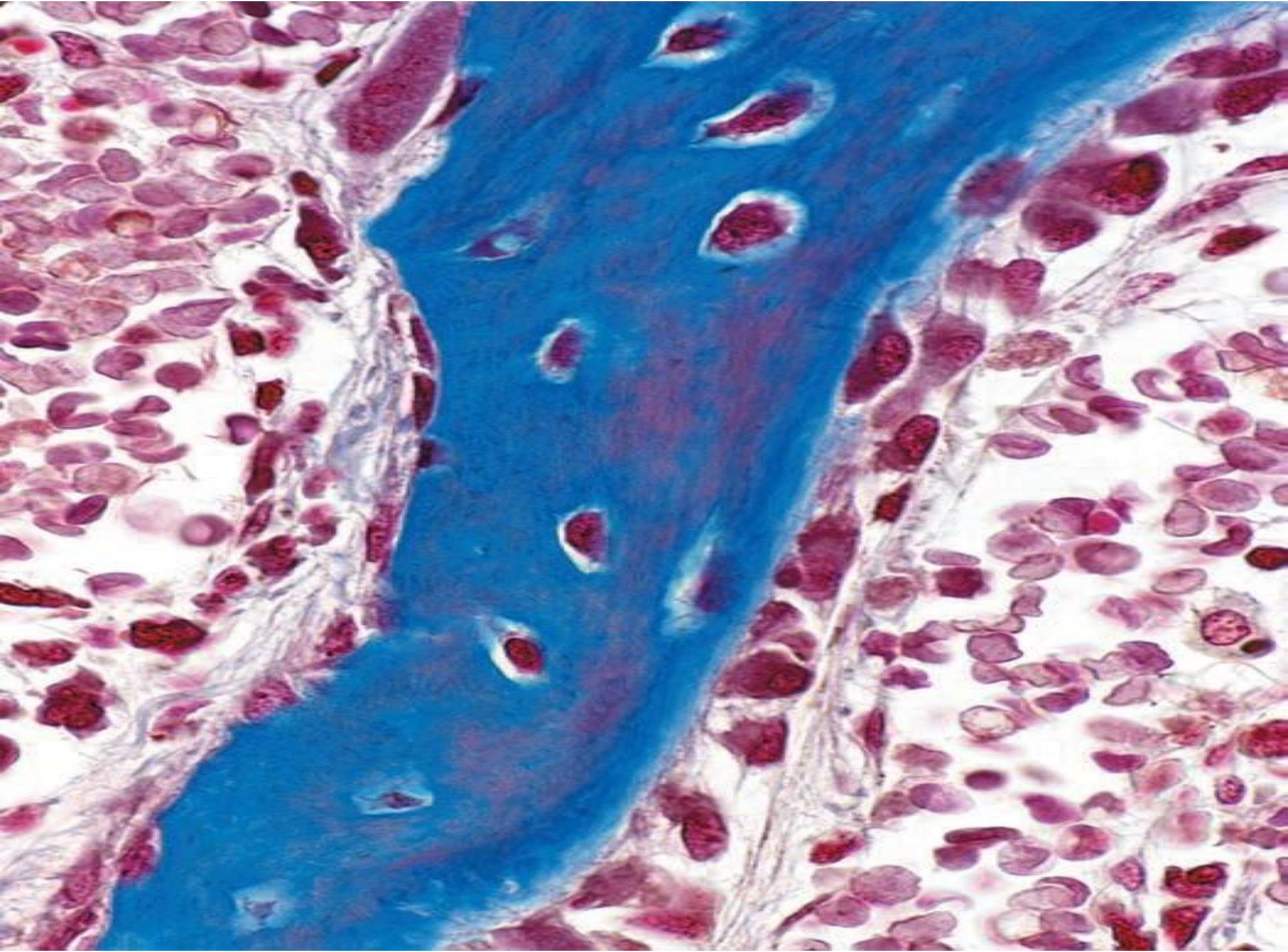
- ОСТЕОКЛАСТЫ(НЕАКТИВНЫЕ И АКТИВНЫЕ)
- ОСТЕОКЛАСТОПОДОБНЫЕ КЛЕТКИ
- МАКРОФАГИ
- ХОНДРОБЛАСТЫ(БЫСТРАЯ ПЕРЕСТРОЙКА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ)

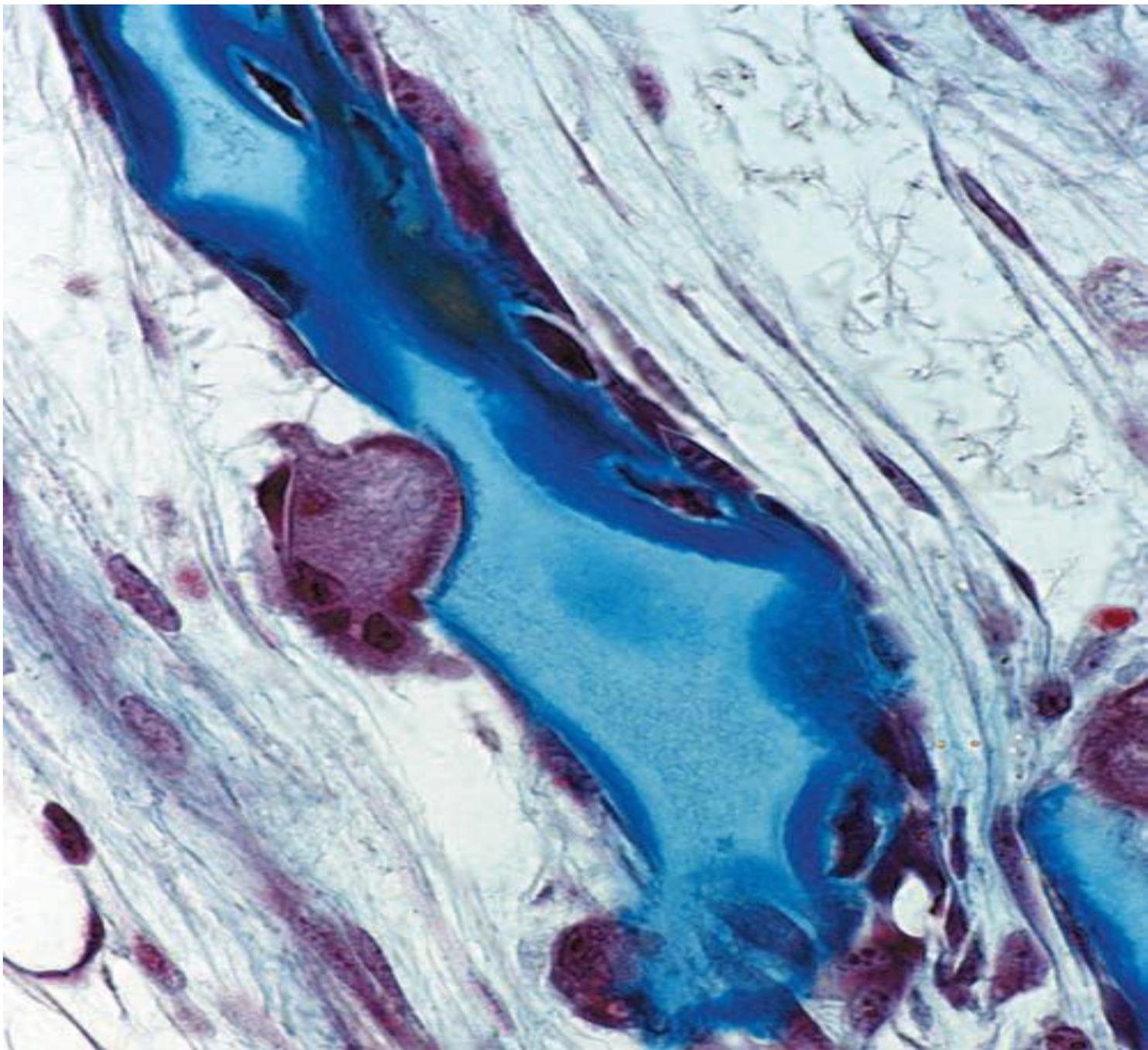
# РОЛЬ МАКРОФАГОВ

- ПРИ ЧРЕЗКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ – ОТДЕЛЬНЫЙ ВИД МФ – ФАГОЦИТОЗ ЖИРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ И МИНЕРАЛИЗОВАННОГО ЭКССУДАТА
- БЕЗ ОСТЕОСИНТЕЗА – ФУНКЦИЯ ТА ЖЕ, КЛЕТКИ ОТЛИЧАЮТСЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИ

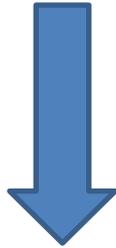
# ОСТЕОКЛАСТЫ

- Недеятельные – в состоянии функциональной подготовки. От 2 до 5 ядер, гофрированной каёмки нет
- Активные – 5-10 ядер, гофрированная каёмка есть, удалены от минерализованного матрикса
- «Затухающие» – без каёмки, округлые, мало ядрышек, удалены от костной ткани





ПОВРЕЖДЕНИЕ



КРОВОТЕЧЕНИЕ

ВОСПАЛЕНИЕ

ЗАМЕДЛЯЕТ  
РЕГЕНЕРАЦИЮ

ТРОМБ



ГРАНУЛЯЦИОННЫЙ ВАЛ, ГРАНУЛЯЦИОННАЯ ТКАНЬ



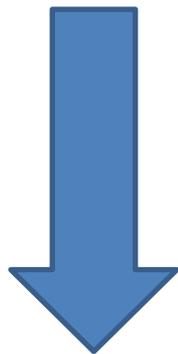
КЛЕТКИ ВОСПАЛЕНИЯ УХОДЯТ, ВАЖНА РОЛЬ МАКРОФАГОВ

МИГРАЦИЯ ФИБРОБЛАСТОВ, ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛАГЕНА



ХОНДРОИДНАЯ

ОСТЕОИДНАЯ ТКАНЬ



КОСТНАЯ МОЗОЛЬ

ВИДЫ КОСТНЫХ МОЗОЛЕЙ(КМ)  
И  
ВРЕМЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

СЛОИ КМ

# ПЕРИОСТАЛЬНЫЙ СЛОЙ КМ

- САМЫЙ МАССИВНЫЙ СЛОЙ
- РЕГЕНЕРАЦИЯ С МОМЕНТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ДО 5-6 ДНЕЙ
- ИЗ НАДКОСТНИЦЫ
- ФОРМИРУЕТСЯ ФИБРОЗНАЯ МОЗОЛЬ

# ЭНДОСТАЛЬНЫЙ СЛОЙ КМ

- СЛАБЕЕ ПЕРИОСТАЛЬНОЙ ПО ПРОЧНОСТИ
- ЗАПОЛНЯЮТ ДЕФЕКТ ИЗНУТРИ МЕЖДУ ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ И ЦЕНТРАЛЬНЫМИ КОСТНЫМИ ОТЛОМКАМИ

# ИНТЕРМЕДИАРНЫЙ СЛОЙ КМ

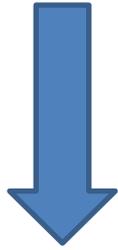
- МЕЖДУ ОТЛОМКАМИ
- ЧЕМ ЛУЧШЕ РЕПОЗИЦИЯ, ТЕМ БУДЕТ МЕНЬШЕ
- ЗАВИСИТ ОТ ТОЛЩИНЫ КОРКОВОГО СЛОЯ КОСТИ

# ПАРАОССАЛЬНЫЙ

- ПРЯМАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРА СЛОЯ ОТ ОБЪЁМА ПОВРЕЖДЁННЫХ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

4 СЛОЯ ОБРАЗУЮТ МЯГКУЮ  
КОСТНУЮ МОЗОЛЬ ИЗ  
ОСТЕОИДНОЙ ТКАНИ

ПОВРЕЖДЕНИЕ



КРОВОТЕЧЕНИЕ



ВОСПАЛЕНИЕ

ЗАМЕДЛЯЕТ  
РЕГЕНЕРАЦИЮ

ТРОМБ



ГРАНУЛЯЦИОННЫЙ ВАЛ, ГРАНУЛЯЦИОННАЯ ТКАНЬ



КЛЕТКИ ВОСПАЛЕНИЯ УХОДЯТ, ВАЖНА РОЛЬ МАКРОФАГОВ

МИГРАЦИЯ ФИБРОБЛАСТОВ, ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛАГЕНА, **ФИБРОЗНАЯ МОЗОЛЬ**



**КОСТНАЯ МОЗОЛЬ**



ХОНДРОИДНАЯ



ОСТЕОИДНАЯ ТКАНЬ

# ФОРМИРОВАНИЕ КОСТНОЙ МОЗОЛИ

1. КАТАБОЛИЗМ ТКАНЕВЫХ СТРУКТУР,  
ПРОЛИФЕРАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ(3-4ДНЯ)
2. ОБРАЗОВАНИЕ И ДИФФЕРЕНЦИРОВКА  
КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР
3. ОБРАЗОВАНИЕ АНГИОГЕННОЙ КОСТНОЙ  
СТРУКТУРЫ
4. ПОЛНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ АНАТОМО-  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КОСТИ

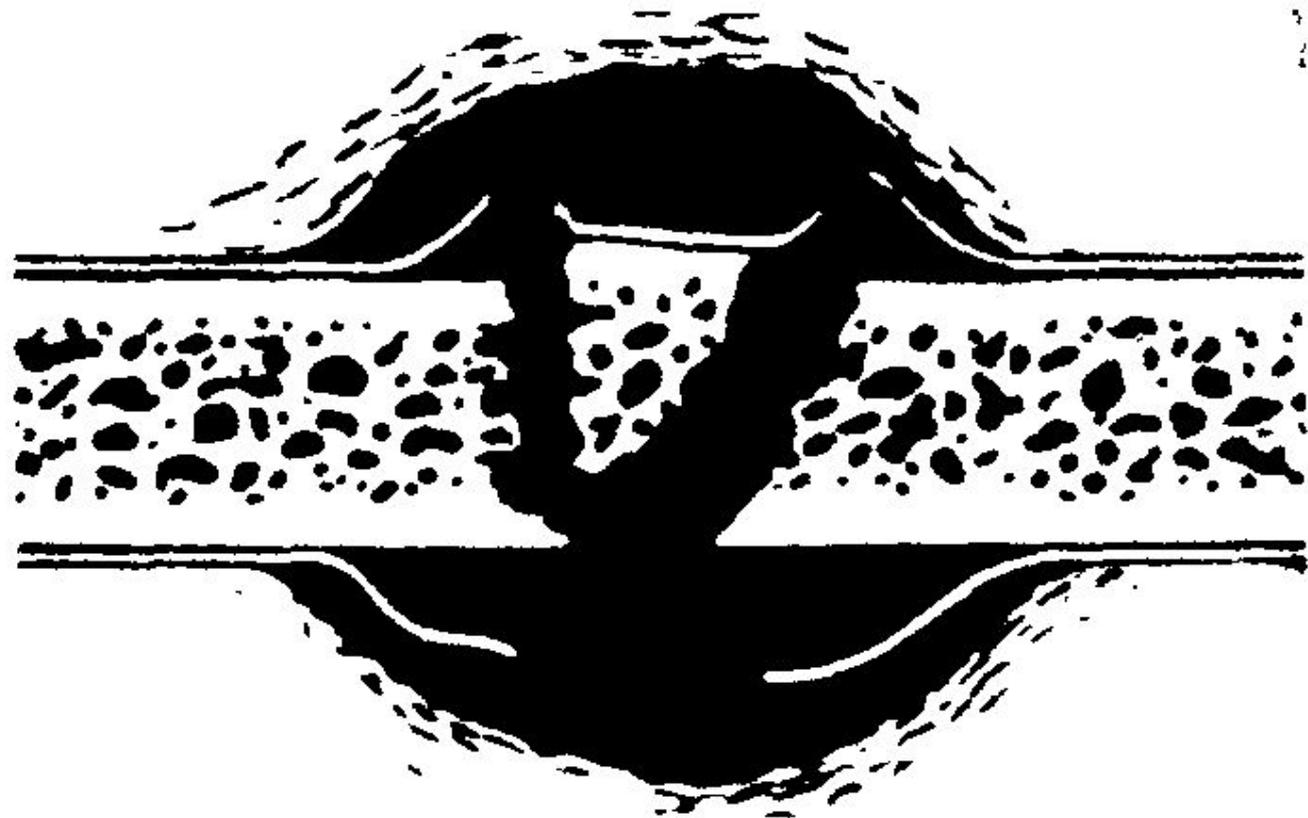
# ЭТАПНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТНОЙ МОЗОЛИ по Полякову В.

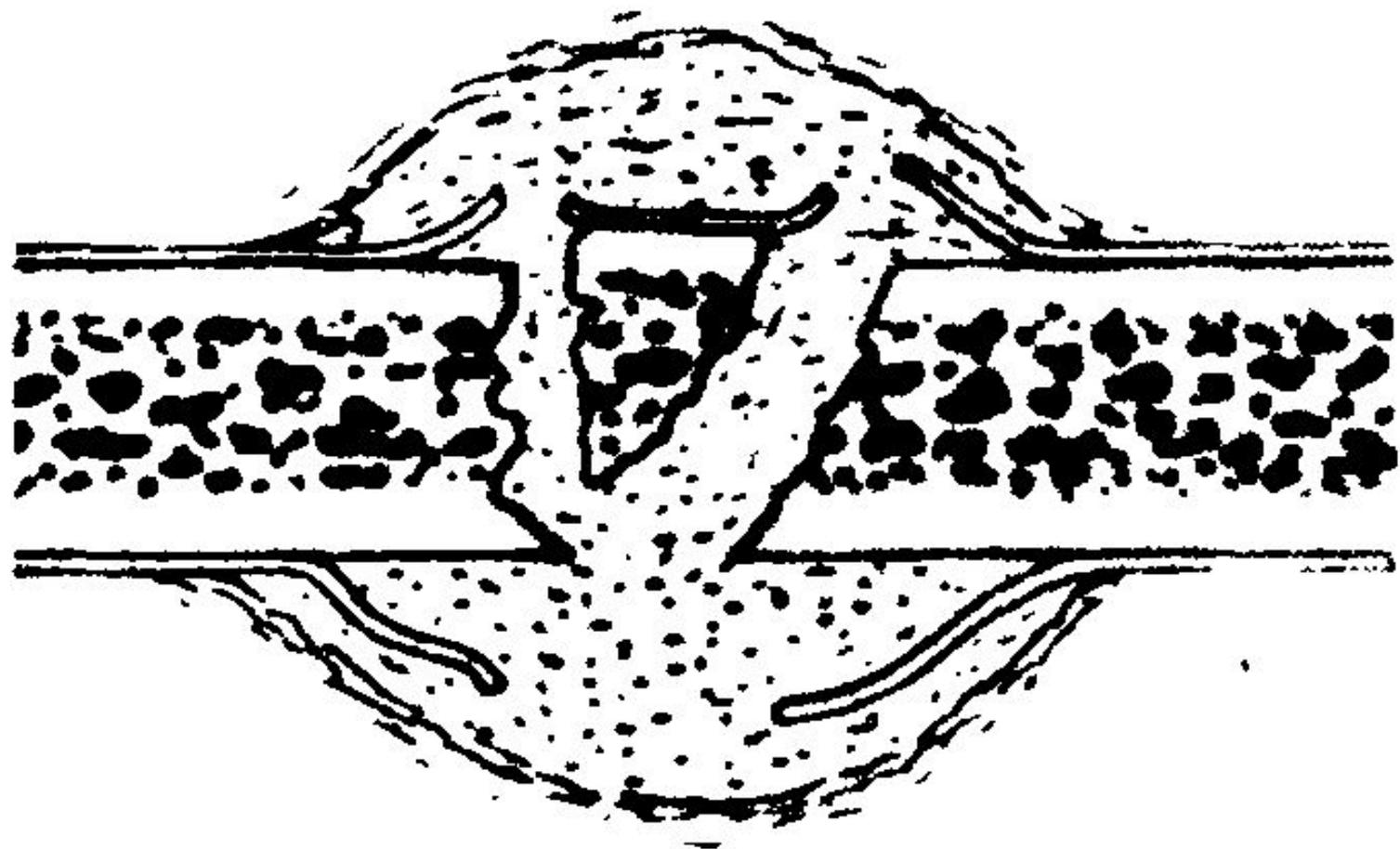
## А.

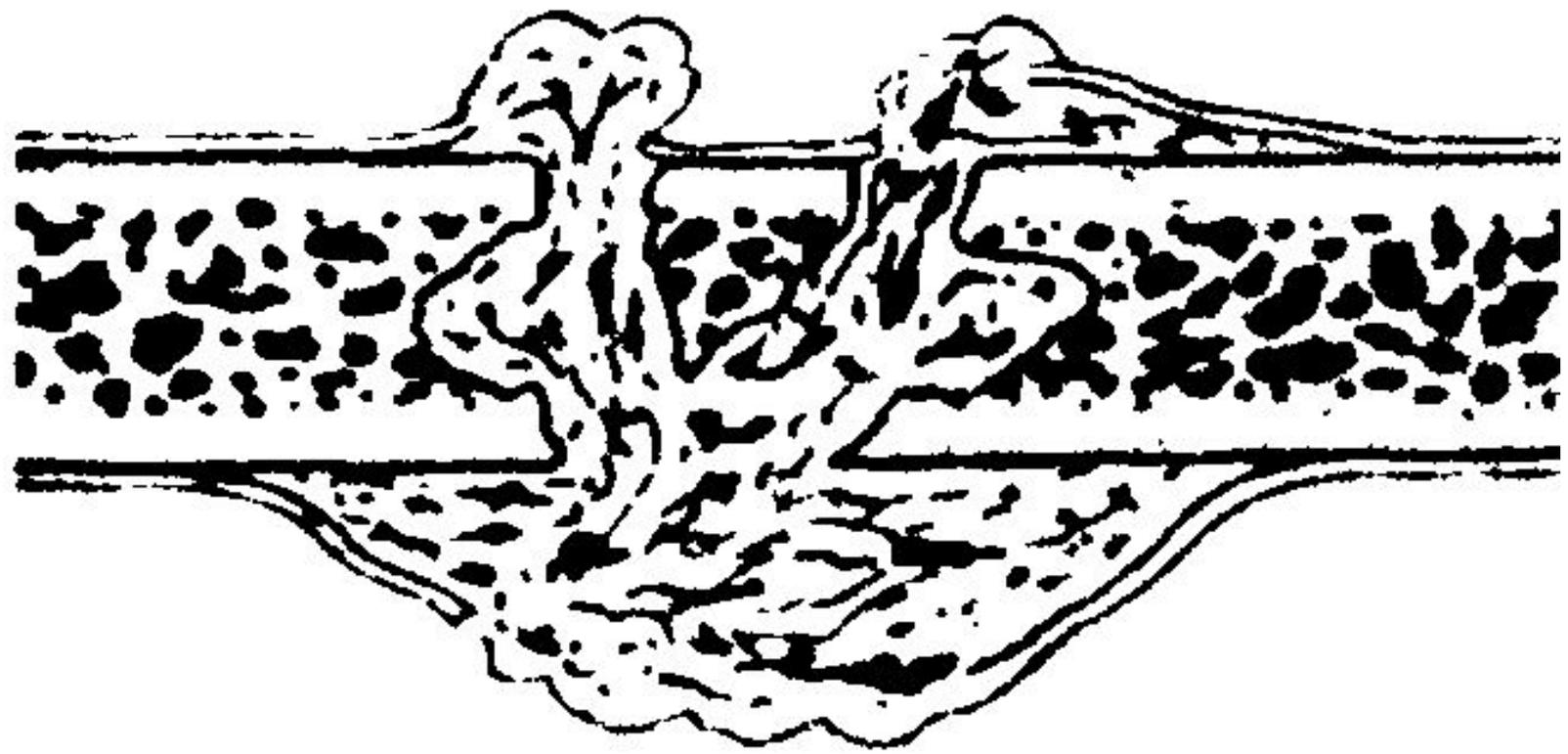
1. Гематома, воспаление, клубок из нитей фибрина
2. Нити фибрина «выпрямляются», формируются коллагеновые нити.
3. Минеральные соли из жидкого состояния переходят в кристаллическое, бета-трикальцийфосфаты оседают между коллагеновыми волокнами.
4. Бета-трикальцийфосфаты замещаются кристаллами гидроксиапатита. Рассасываются лишние структуры, минеральный обмен в месте перелома снижается
5. Нормальная новая костная ткань, физиологическая регенерация

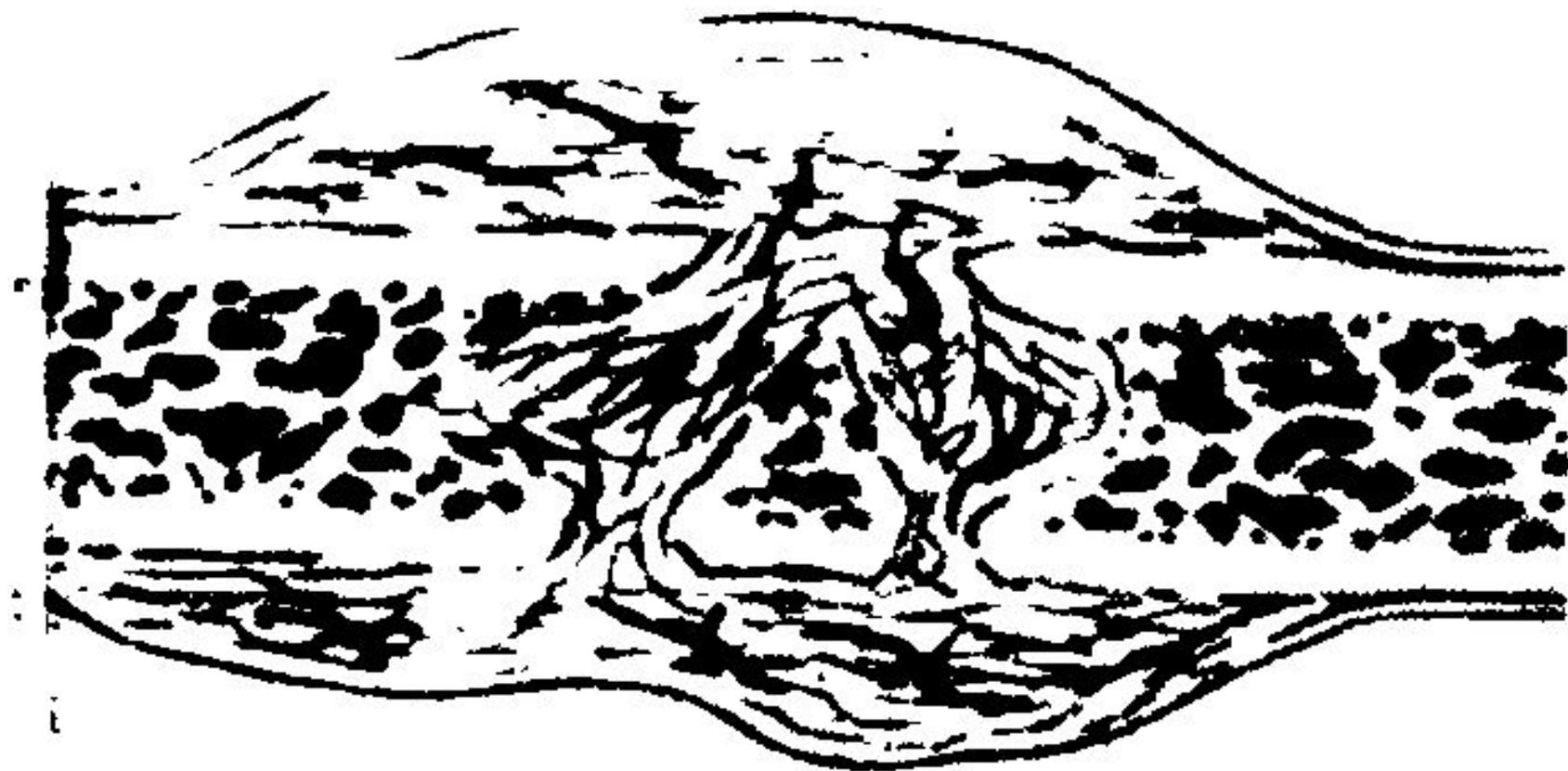
# КЛИНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

- ПЕРВИЧНАЯ КОСТНАЯ МОЗОЛЬ – 4-5 НЕДЕЛЬ
- ВТОРИЧНАЯ КОСТНАЯ МОЗОЛЬ – 5-6 НЕДЕЛЬ
- АРХИТЕКТУРНАЯ ПЕРЕСТОЙКА – ЗАВИСИТ ОТ РЕАКТИВНОСТИ ИНДИВИДУУМА, ПРОЯВЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ









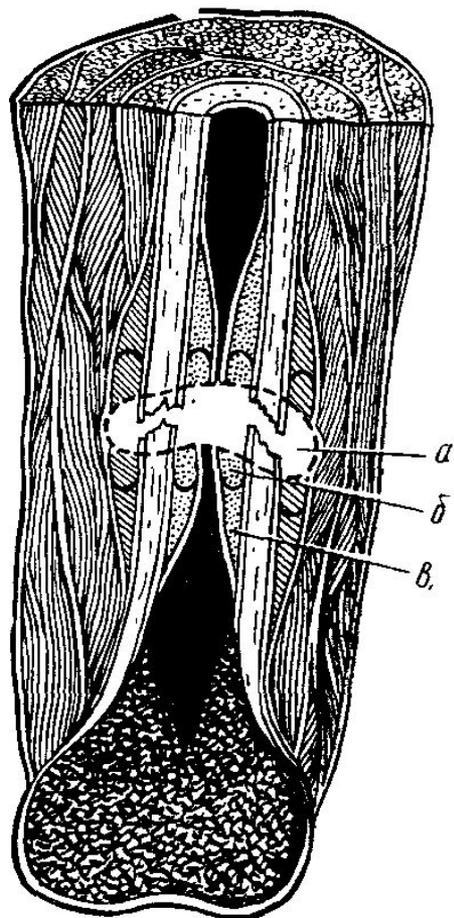


Рис. 7. Схема регенерации костной ткани:

*a* — межотломковая зона;  
*b* — ближайшая и отдаленная периостальная зоны;  
*в* — ближайшая и отдаленная эндостальная зоны.

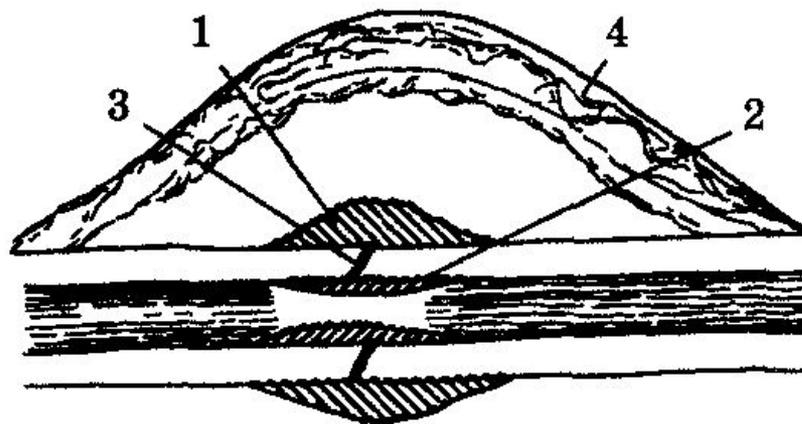
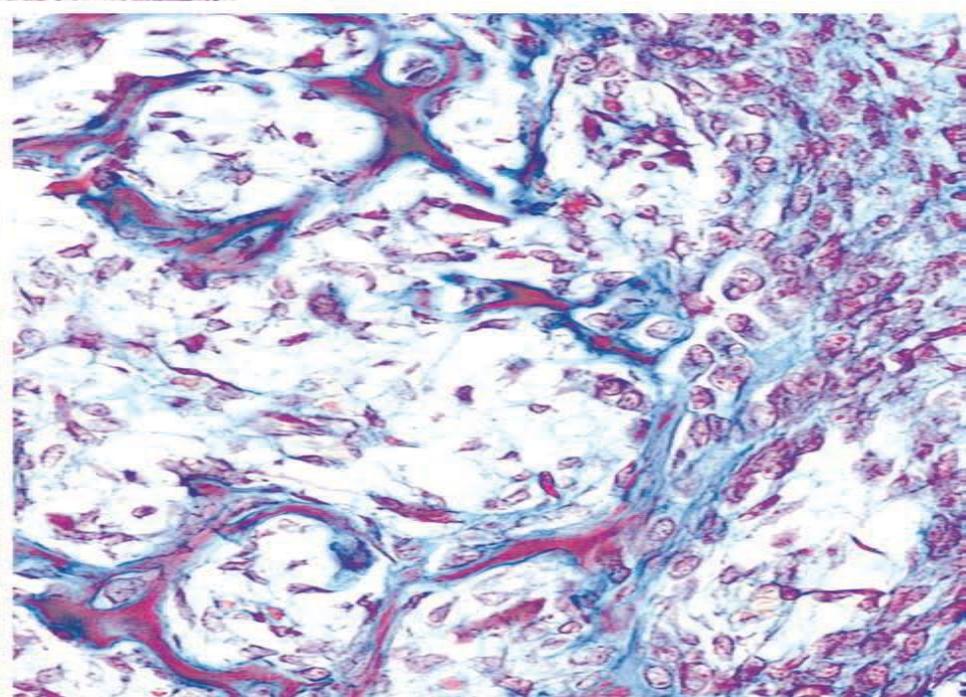
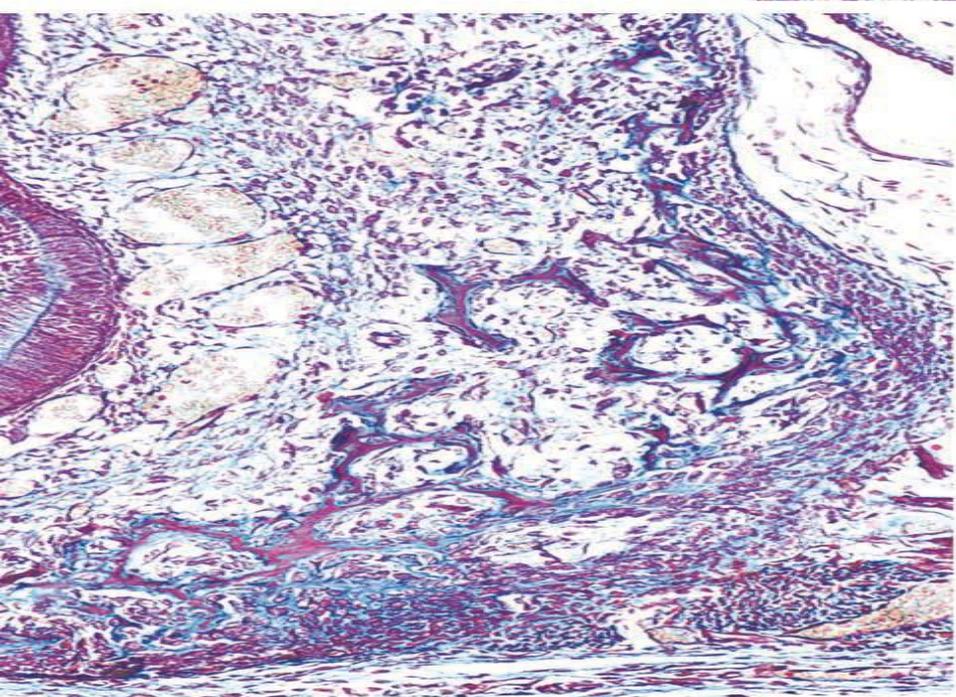
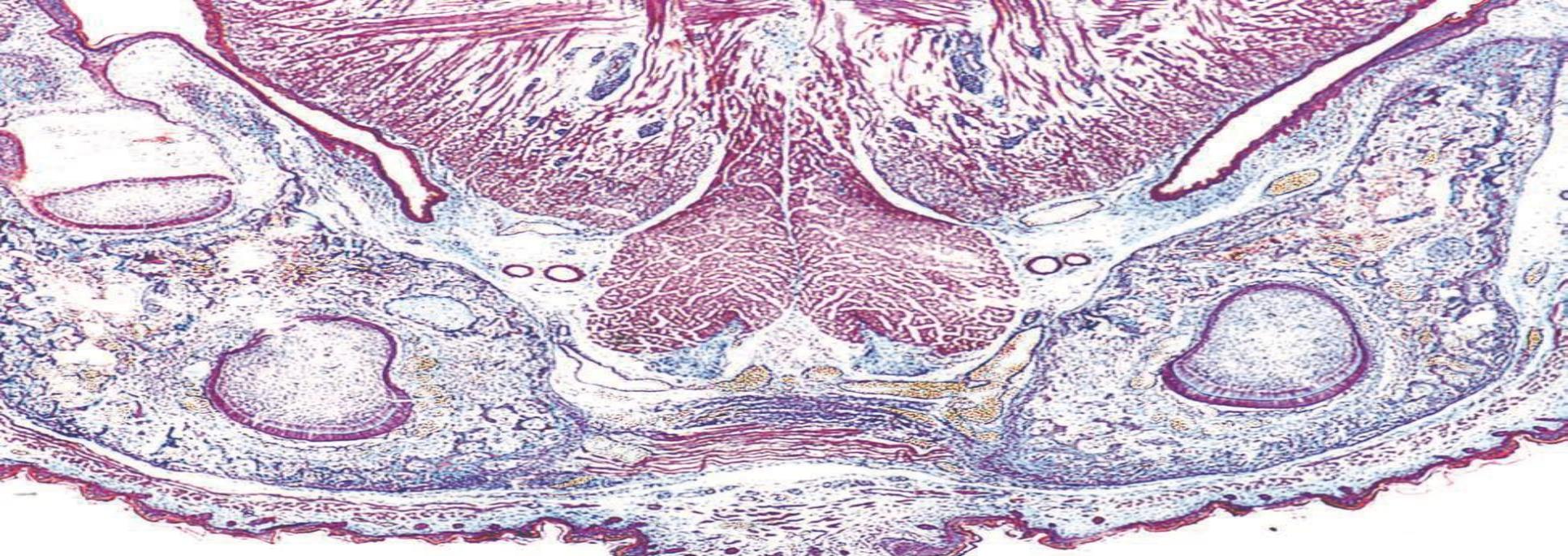


Рис. 11.4

Составные части костной мозоли

1 — периостальная; 2 — эндостальная;  
 3 — интермедиарная; 4 — параоссальная



# Сроки заживления переломов

Локализация перелома	Продолжительность, дни	
	фиксация и консолидация перелома	нетрудоспособность
<b>Верхняя конечность</b>		
Фаланги пальцев	21	28–49
Кости запястья	28	42
Лучевая кость:		
дистальная часть	28–35	42–63
диафиз	56–70	70–84
Локтевая кость	60–75	60–90
Обе кости предплечья	75–90	105–135
Плечевая кость:		
шейка	45–60	60–75
диафиз	45–90	60–75
Ключица	21–28	30–45
<b>Нижняя конечность</b>		
Пяточная кость	35–42	45–75
Плюсневые кости	21–42	30–60
Обе лодыжки	45–60	60–75
То же с подвывихом стопы	60–75	75–105
Диафиз большеберцовой кости	60–75	75–105
Диафиз обеих берцовых костей	60–90	90–135
Надколенник	30	45–90
Бедренная кость:		
диафиз	60–120	105–180
шейка	90–120	150–240