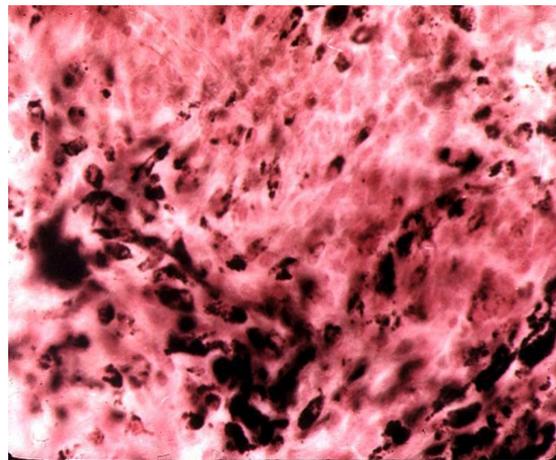
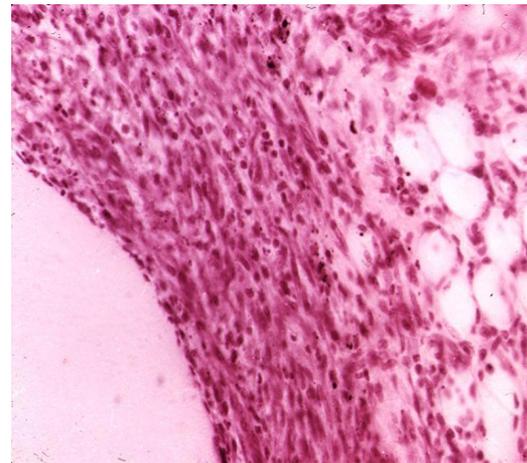


ПЕРВАЯ ФАЗА



ВТОРАЯ ФАЗА



ТРЕТЬЯ ФАЗА



# Стадии воспалительной реакции

## 1. Лейкоцитарная

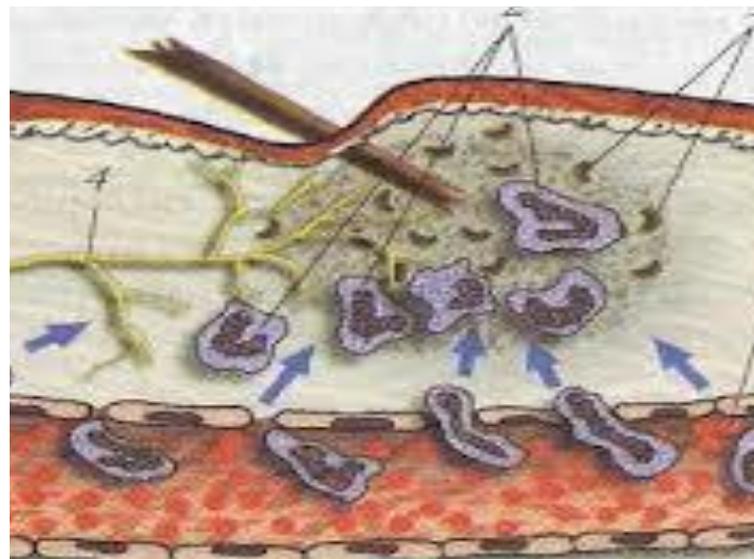
(тучные клетки, нейтрофилы)

## 2. Макрофагическая

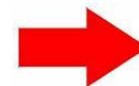
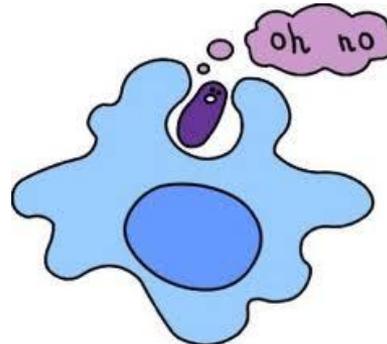
(макрофаги)

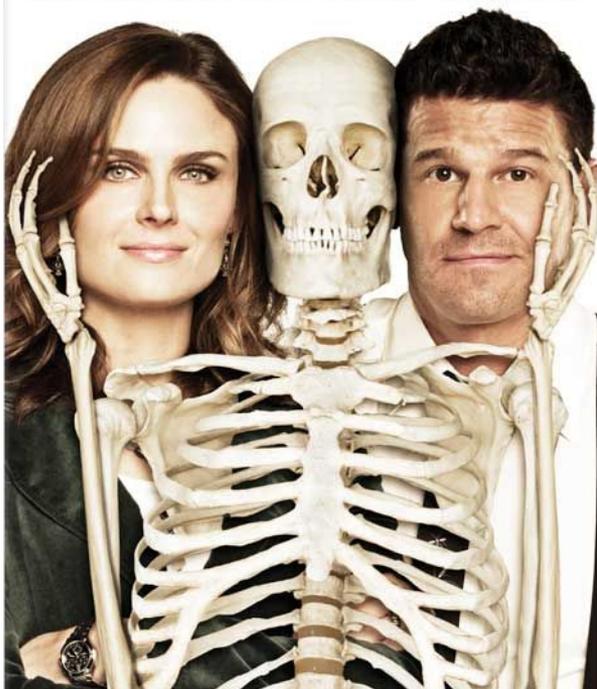
## 3. Фибробластическая

(фибробласты)



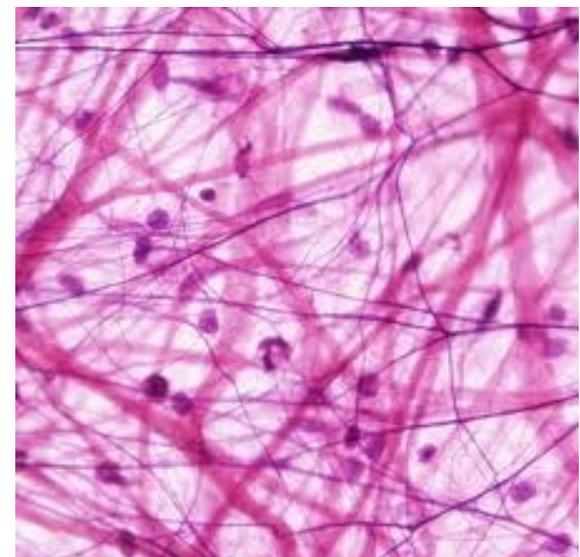
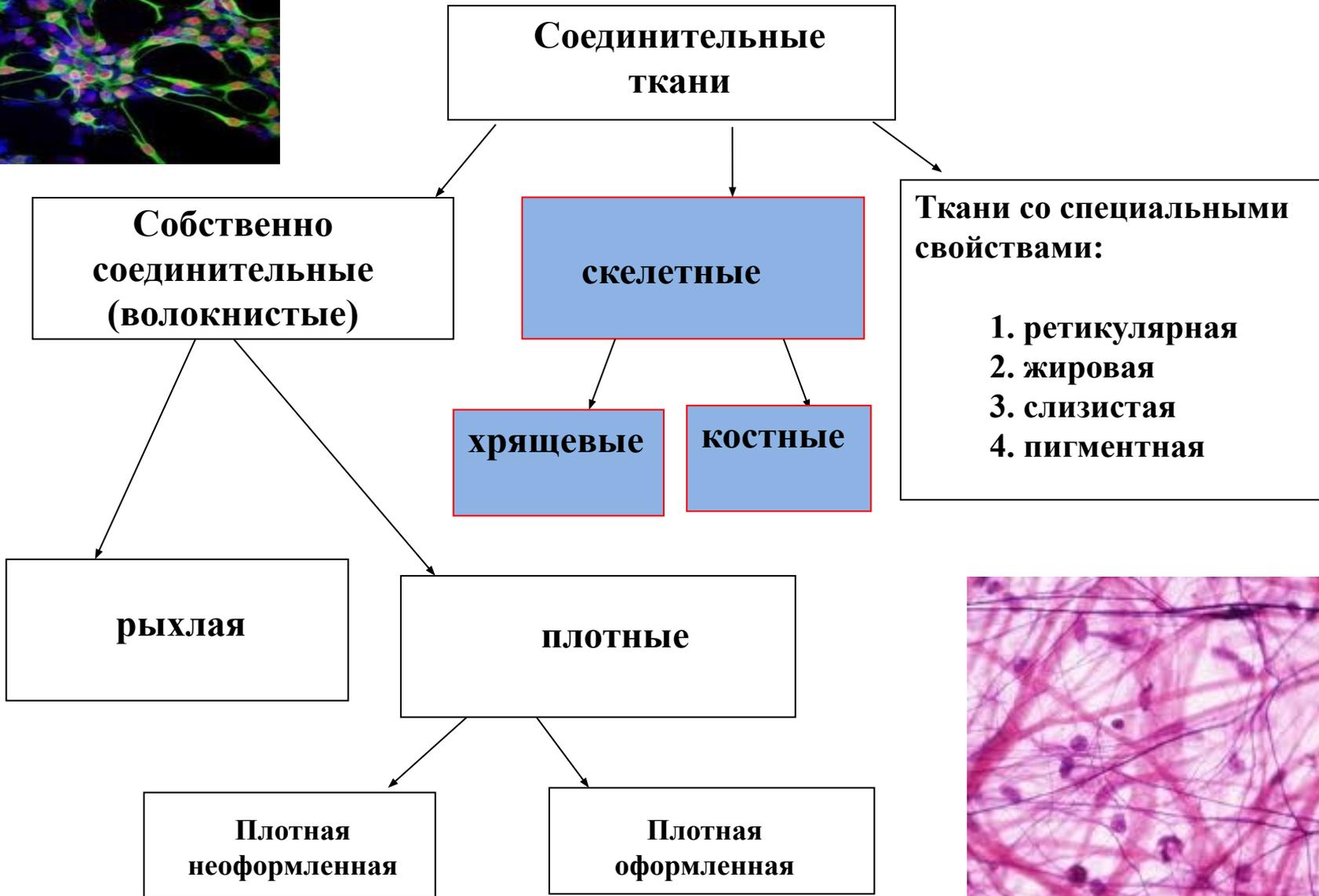
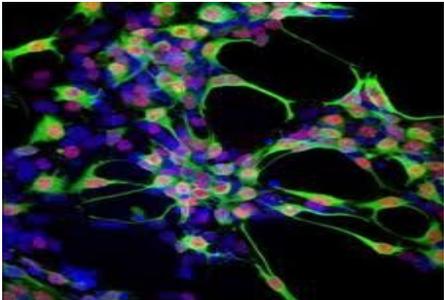
ПОМОГИ



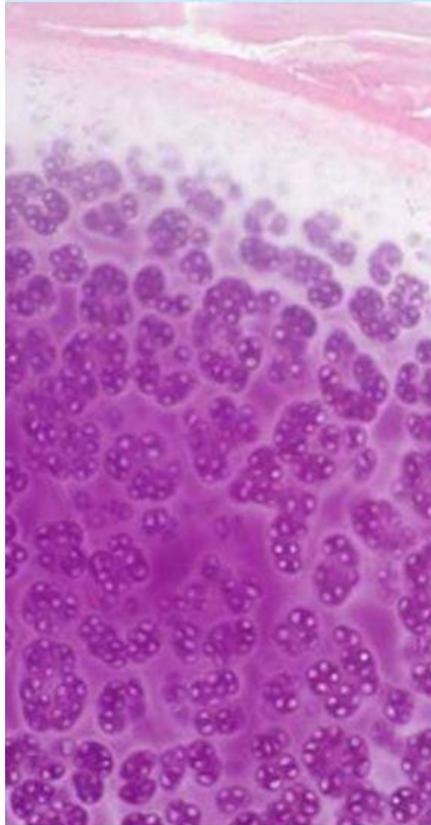


# СКЕЛЕТНЫЕ ТКАНИ

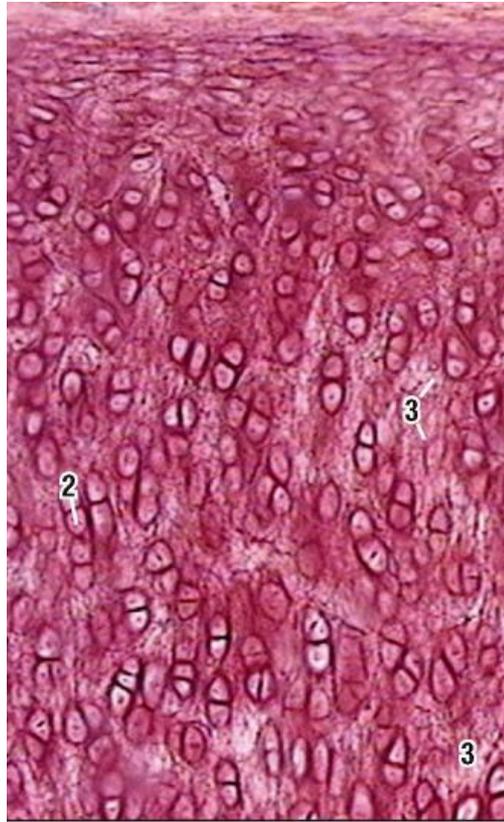




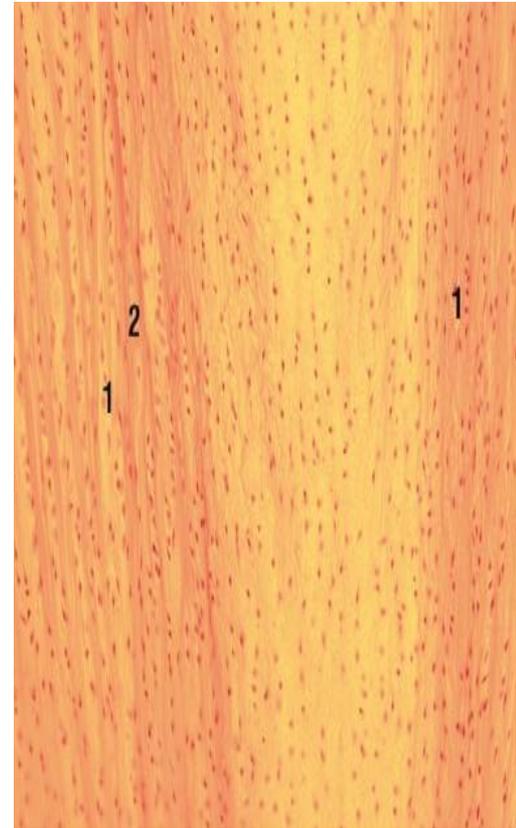
# Хрящевые ткани



**Гиалиновая  
Волокнистая**



**Эластическая**



Такое подразделение хрящевых тканей основано на структурно-функциональных особенностях строения их межклеточного вещества, степени содержания и соотношения коллагеновых и эластических волокон, степени гидратации основного вещества.

Гиалиновая хрящевая ткань, называемая еще стекловидной - в связи с ее прозрачностью и голубовато-белым цветом, является наиболее распространенной разновидностью хрящевой ткани. Во взрослом организме гиалиновая ткань встречается в местах соединения ребер с грудиной, в гортани, воздухоносных путях, на суставных поверхностях костей.

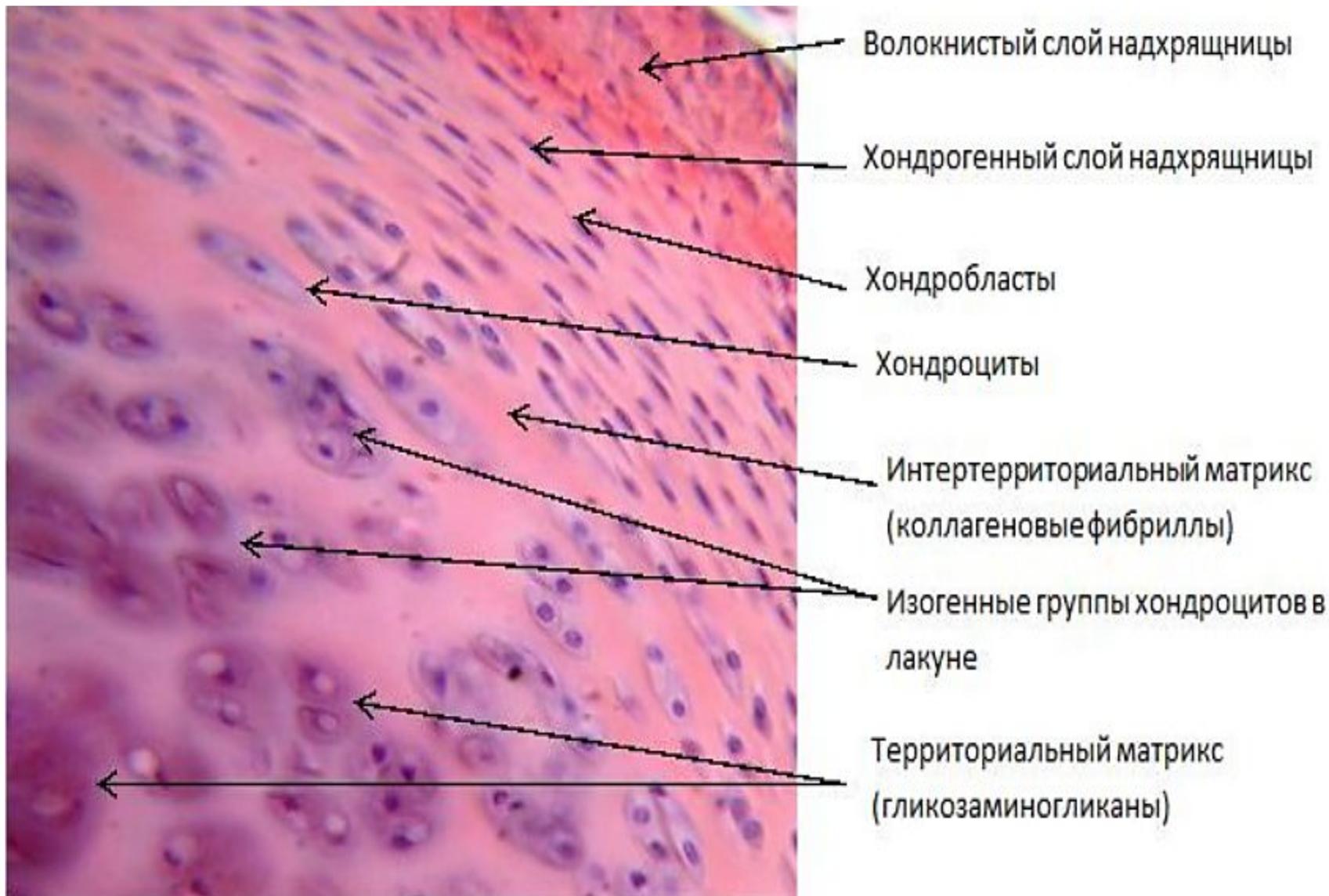
Гиалиновая хрящевая ткань различных органов имеет много общего, но в то же время различается по органоспецифичности - расположению клеток, строению межклеточного вещества. Большая часть встречающейся в организме человека гиалиновой хрящевой ткани покрыта *надхрящницей* и представляет собой анатомические образования - *хрящи*.

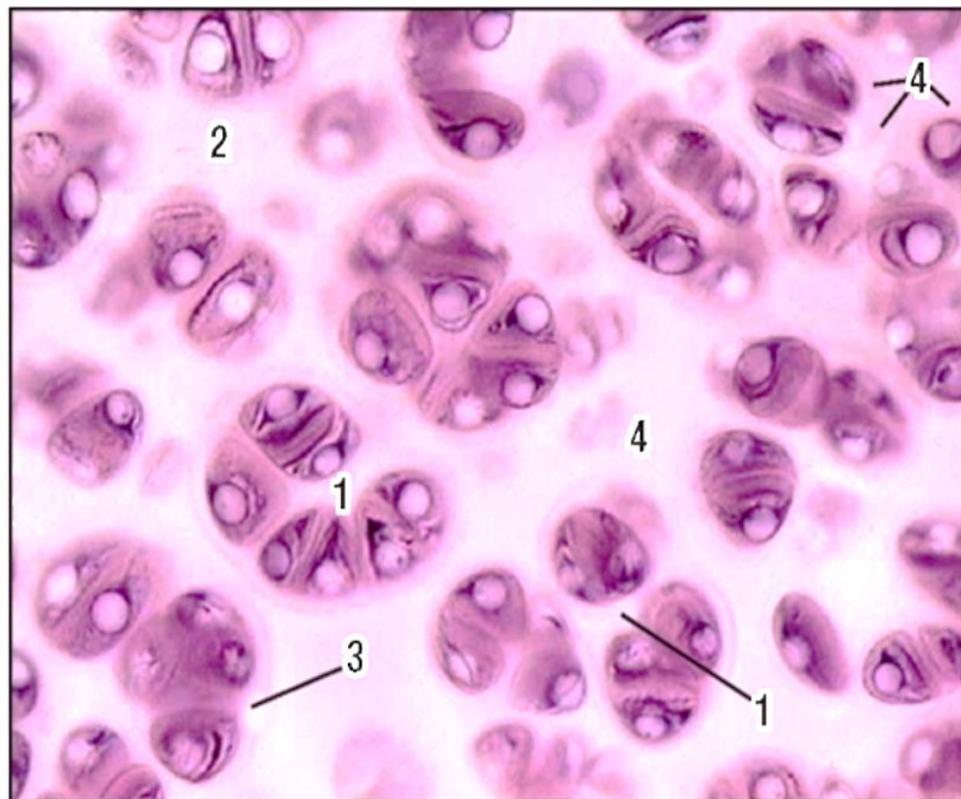
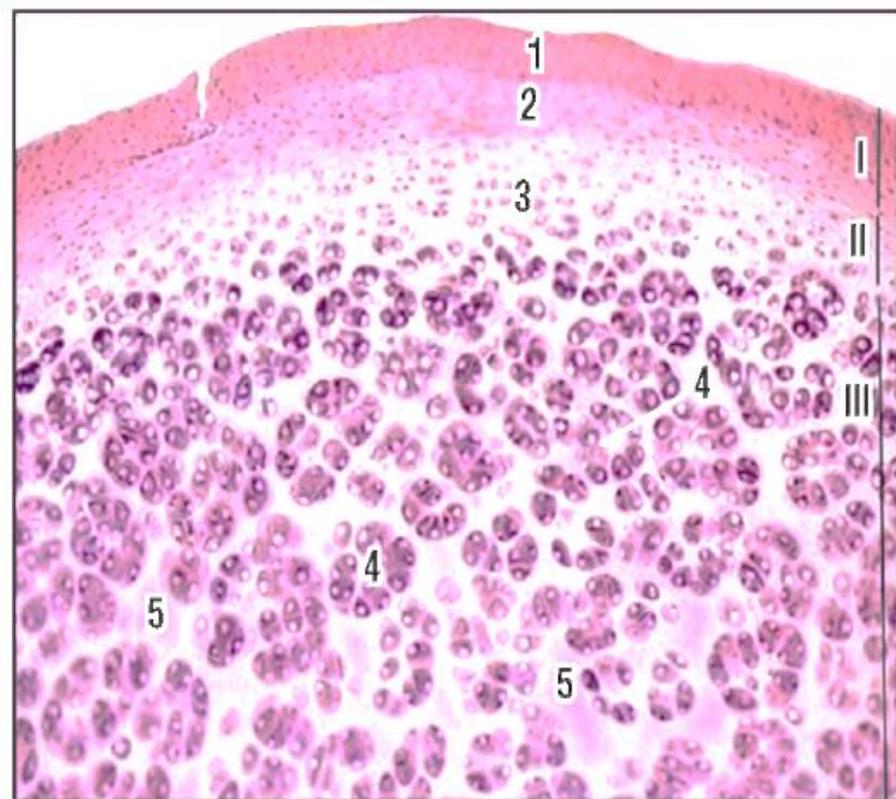
В надхрящнице выделяют два слоя: наружный, состоящий из волокнистой соединительной ткани с кровеносными сосудами; внутренний, преимущественно клеточный, содержащий хондробласты и их предшественники - прехондробласты.

Под надхрящницей в поверхностном слое располагаются молодые хондроциты веретенообразной формы, длинная ось которых направлена вдоль поверхности хряща. В более глубоких слоях хрящевые клетки приобретают овальную или круглую форму. В связи с тем, что синтетические и секреторные процессы у этих клеток ослабляются, они после деления далеко не расходятся, а лежат компактно, образуя так называемые изогенные группы из 2-4 хондроцитов. Более дифференцированные хрящевые клетки и изогенные группы, кроме оксифильного перичеселлюлярного слоя межклеточного вещества, имеют расположенную снаружи базофильную зону. Эти свойства объясняются неравномерным распределением химических компонентов межклеточного вещества - белков и гликозаминогликанов. В гиалиновом хряще любой локализации принято различать *территориальные участки* межклеточного вещества, или матрикса. К территориальному участку относится матрикс, непосредственно окружающий хрящевые клетки или их группы. В этих участках коллагеновые волокна II типа и фибриллы, извиваясь, окружают изогенные группы хрящевых клеток, предохраняя их от механического давления. В межтерриториальном матриксе коллагеновые волокна ориентированы в направлении вектора действия сил основных нагрузок. Пространство между коллагеновыми структурами заполнено протеогликанами.

Опорная биомеханическая функция хрящевых тканей при сжатии, растяжении обеспечивается не только строением ее волокнистого каркаса, но и наличием гидрофильных протеогликанов с высоким уровнем гидратации (65-85 %). Высокая гидрофильность межклеточного вещества способствует диффузии питательных веществ, солей. Газы и многие метаболиты также свободно диффундируют через него. Однако крупные белковые молекулы, обладающие антигенными свойствами, не проходят. Этим объясняется успешная трансплантация в клинике (пересадка от одного человека к другому) участков хряща. Метаболизм хондроцитов преимущественно анаэробный, гликолитический.

# Гиалиновый хрящ

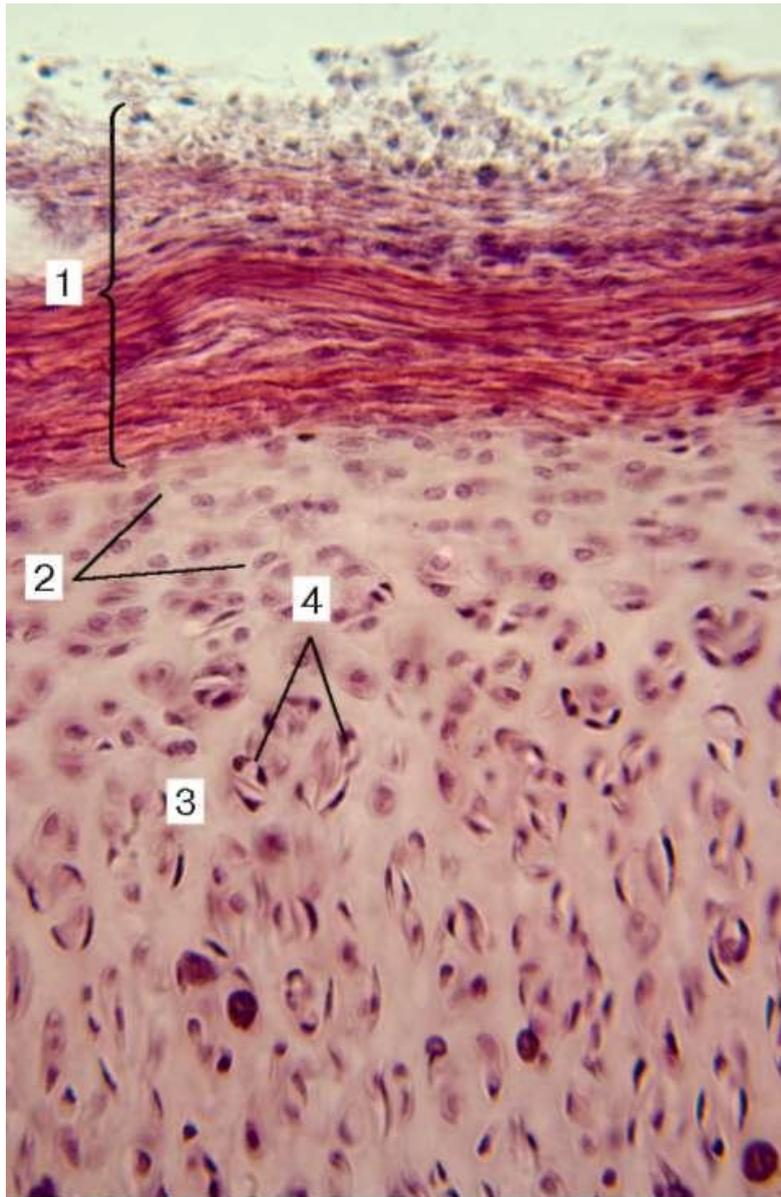




**Поперечный срез гиалинового хряща (окраска гематоксилином и эозином, малое увеличение):** I - надхрящница (перихондр): 1 - наружный волокнистый слой, 2 - внутренний клеточный (хондрогенный) слой; II - зона молодого хряща: 3 - одиночные хондроциты; III - зона зрелого хряща: 4 - изогенные группы хондроцитов; 5 - межклеточное вещество (матрикс хряща).

**Зона зрелого хряща. Поперечный срез (окраска гематоксилином и эозином, большое увеличение):** 1 - изогенные группы хондроцитов; 2 - межклеточное вещество (матрикс хряща); 3 - территориальный матрикс; 4 - интертерриториальный матрикс

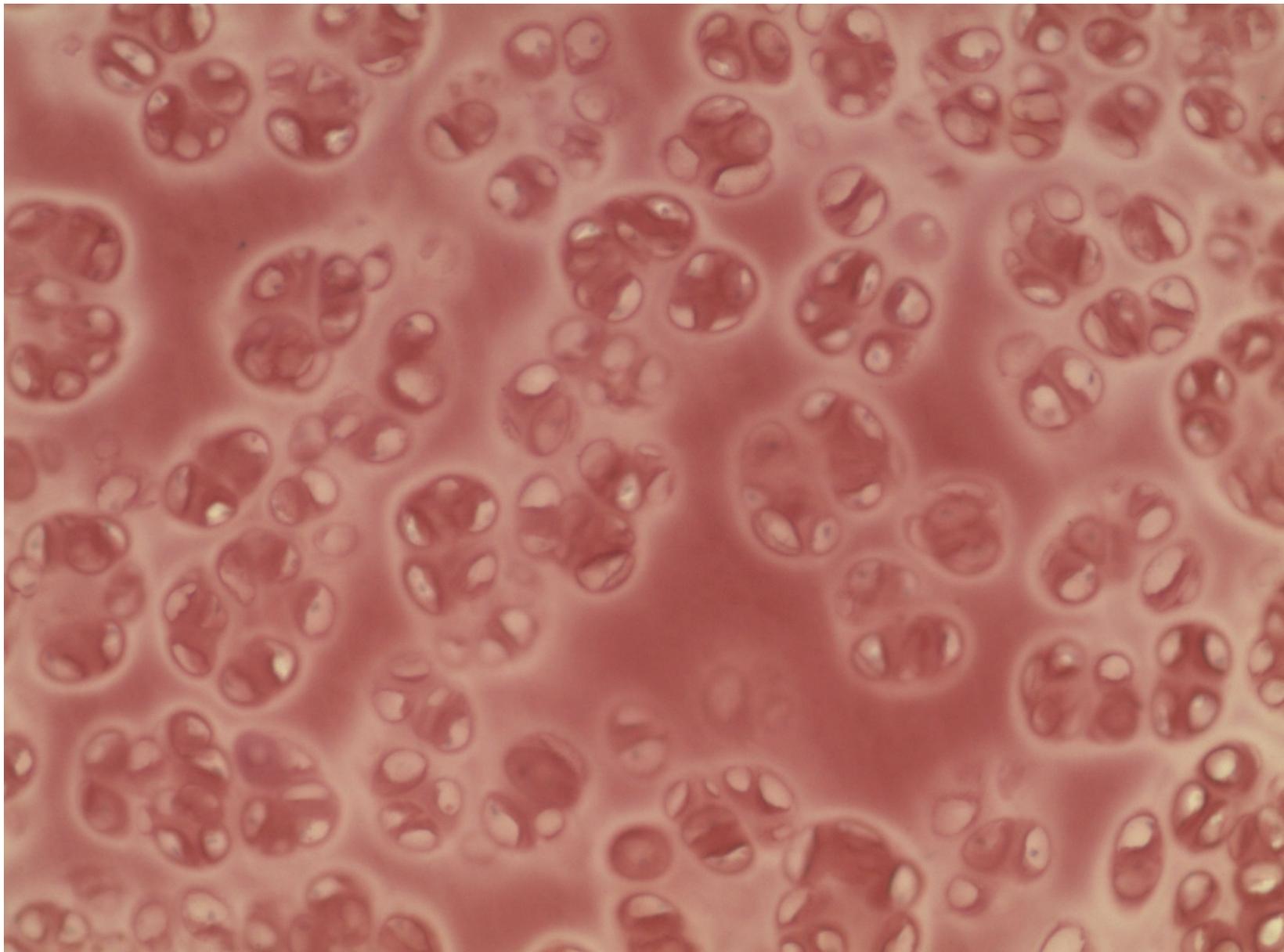
# Гиалиновый хрящ



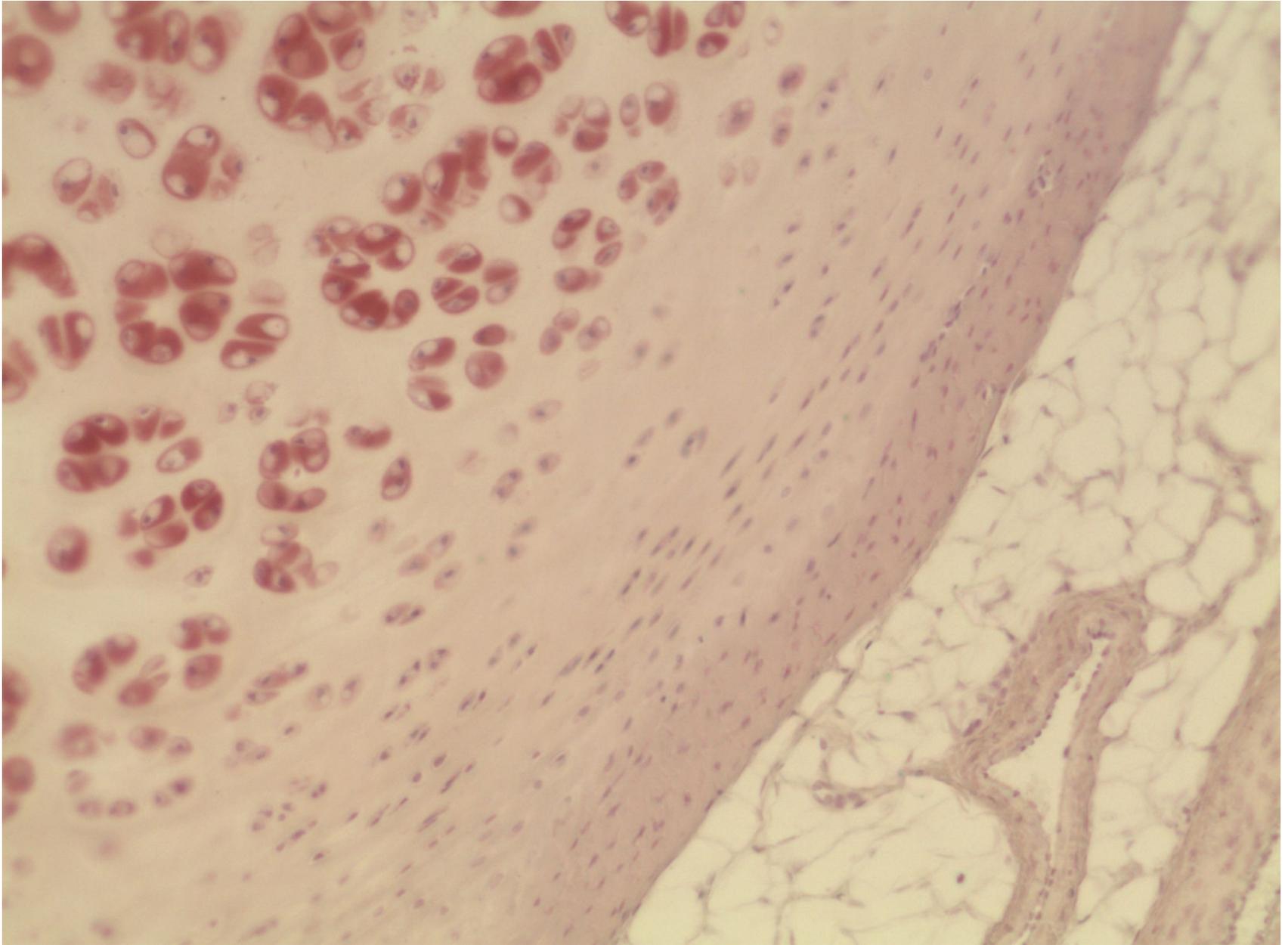
- 1 - надхрящница;
- 2 - молодые хондроциты;
- 3 - основное вещество с расположенными внутри него изогенными группами хондроцитов (4)

*a*

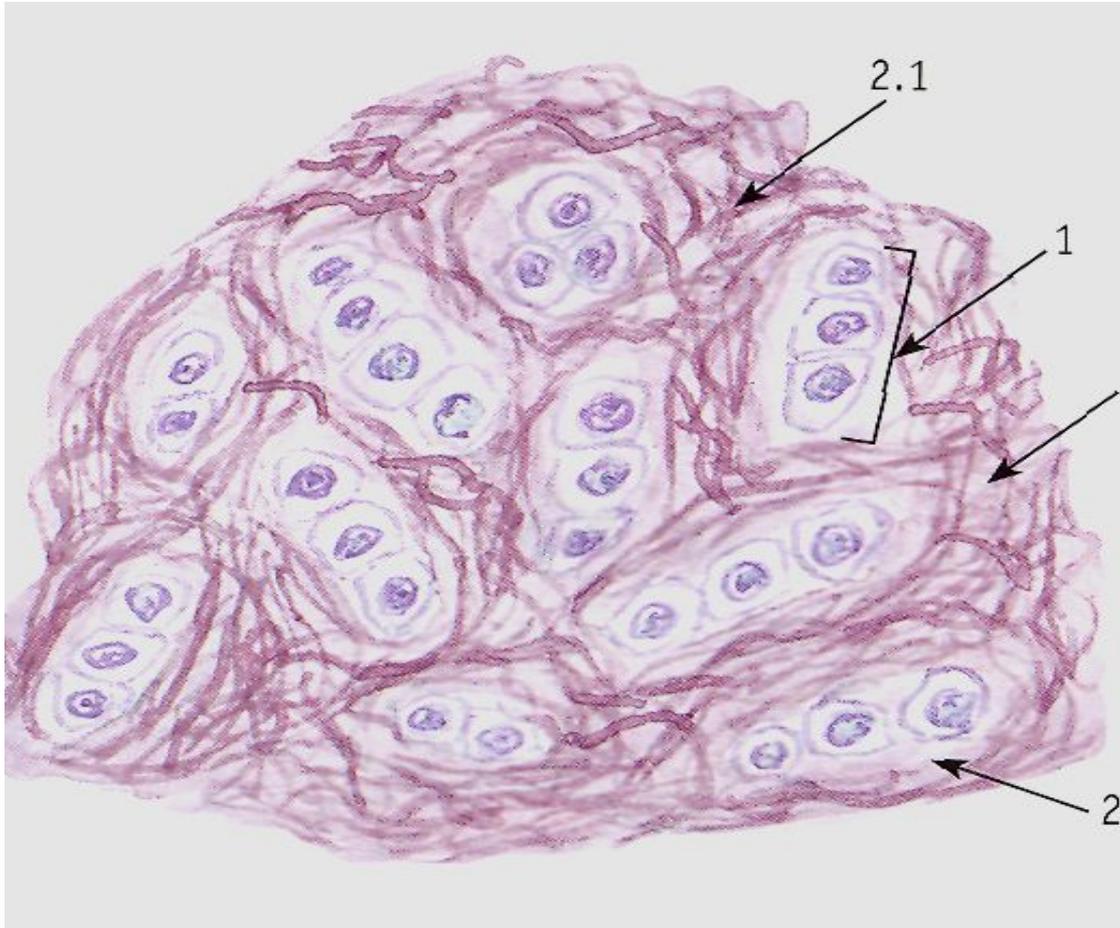
# Гиалиновый хрящ

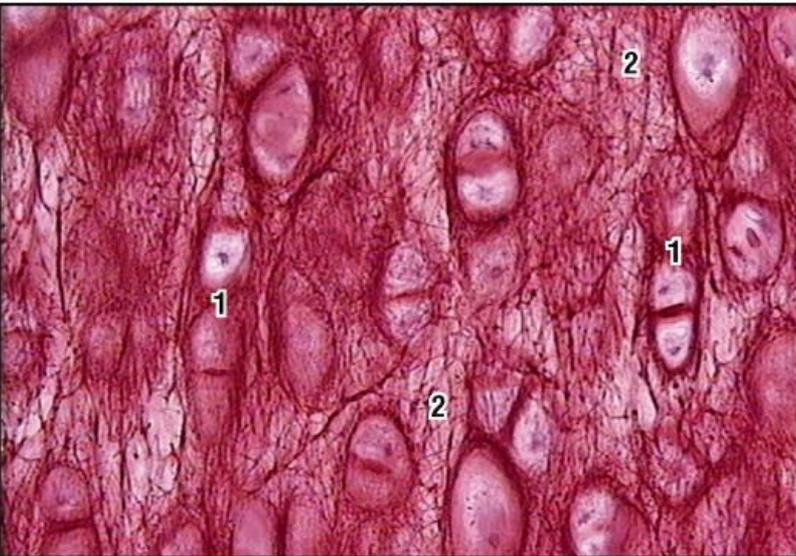
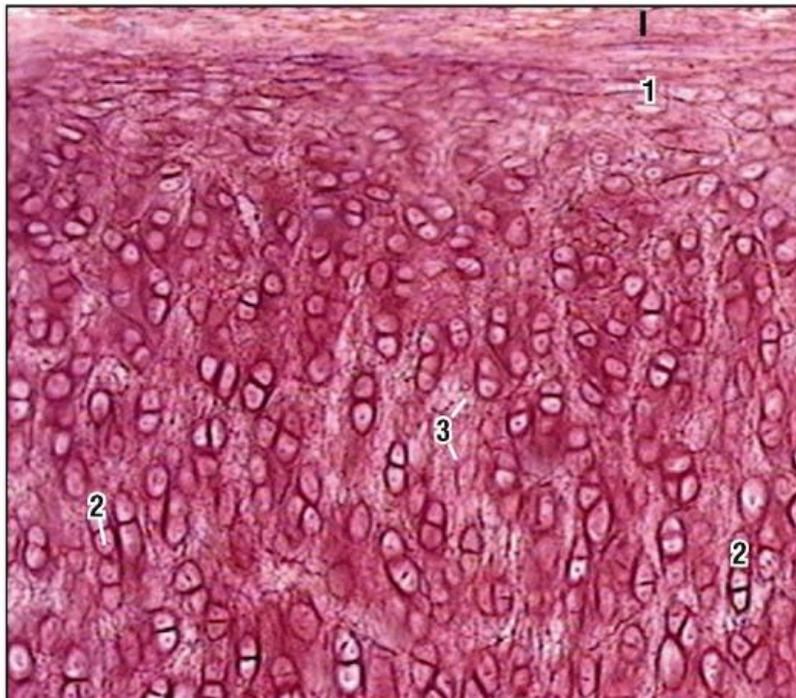


# Гиалиновый хрящ



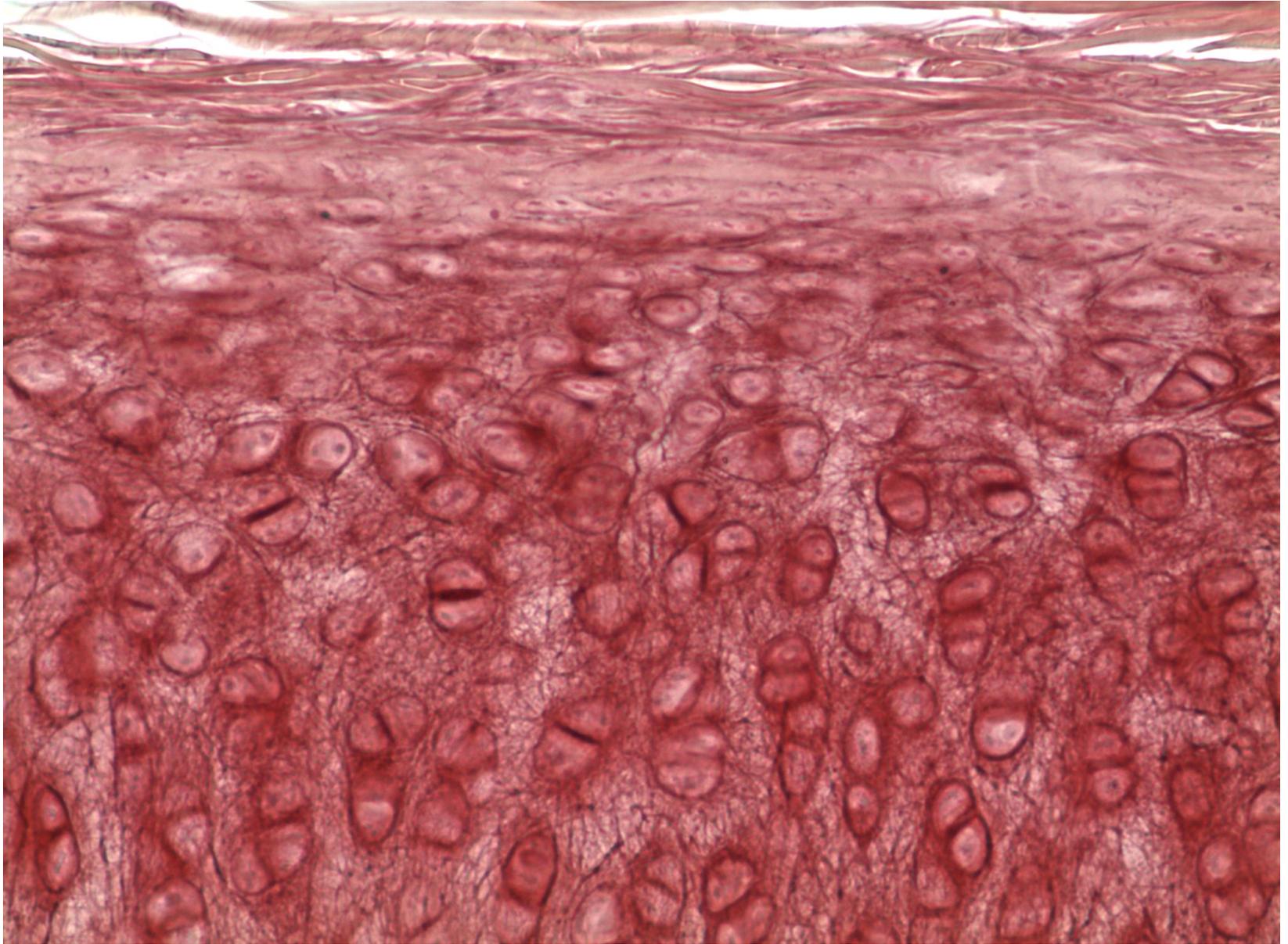
# Эластический хрящ

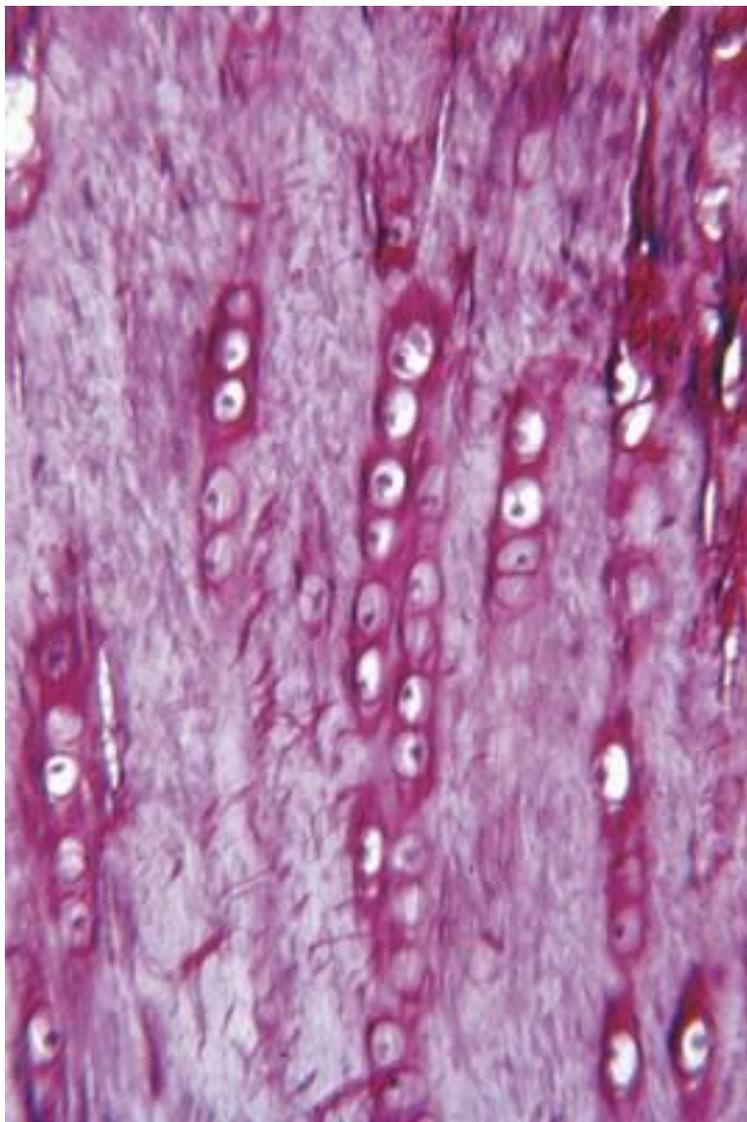




Эластическая хрящевая ткань встречается в тех органах, где хрящевая основа подвергается изгибам (в ушной раковине, рожковидных и клиновидных хрящах гортани и др.). В свежем, нефиксированном состоянии эластическая хрящевая ткань бывает желтоватого цвета и не такая прозрачная, как гиалиновая. По общему плану строения эластический хрящ сходен с гиалиновым. Снаружи он покрыт надхрящницей. Хрящевые клетки (молодые и специализированные *хондроциты*) располагаются в капсулах поодиночке или образуют изогенные группы. Одним из главных отличительных признаков эластического хряща является наличие в его межклеточном веществе наряду с коллагеновыми волокнами эластических волокон, пронизывающих межклеточное вещество во всех направлениях. Из слоя, прилежащего к надхрящнице, эластические волокна без перерыва переходят в эластические волокна надхрящницы. Липидов, гликогена и хондроитинсульфатов в эластическом хряще меньше, чем в гиалиновом.

# Эластический хрящ

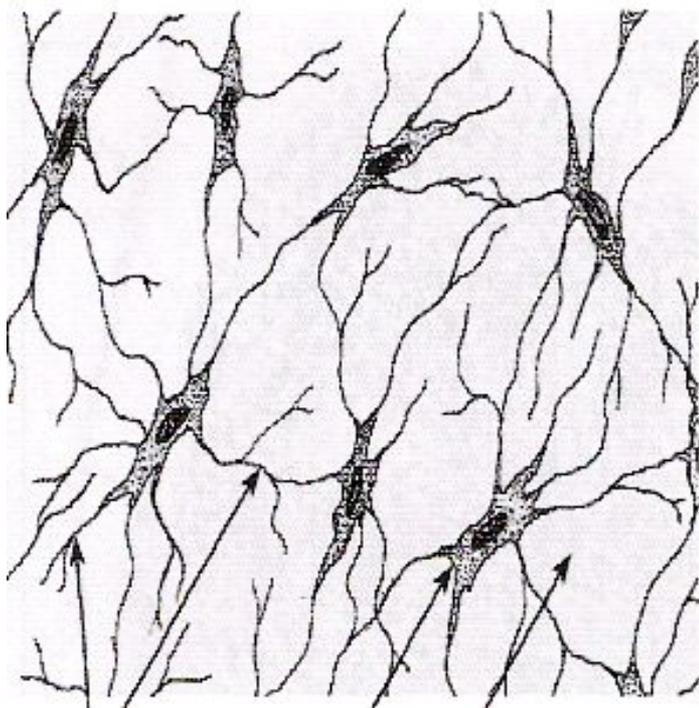




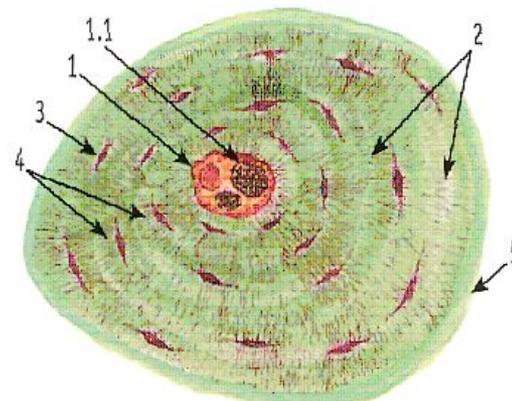
Волокнистая хрящевая ткань находится в межпозвоночных дисках, полуподвижных сочленениях, в местах перехода волокнистой соединительной ткани (сухожилия, связки) в гиалиновый хрящ, где ограниченные движения сопровождаются сильными натяжениями. Межклеточное вещество содержит параллельно направленные коллагеновые пучки, постепенно разрыхляющиеся и переходящие в гиалиновый хрящ. В хряще имеются полости, в которые заключены хрящевые клетки. Последние располагаются поодиночке или образуют небольшие изогенные группы. Цитоплазма клеток часто бывает вакуолизированной. По направлению от гиалинового хряща к сухожилию волокнистый хрящ становится все более похожим на сухожилие. На границе хряща и сухожилия между коллагеновыми пучками лежат столбиками сдавленные хрящевые клетки, которые без какой-либо границы переходят в сухожильные клетки, расположенные в плотной соединительной ткани.

# Классификация костной ткани

↙  
Грубоволокнистая



↘  
Пластинчатая



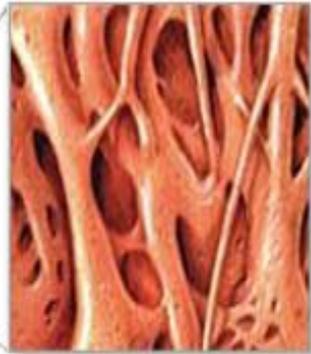
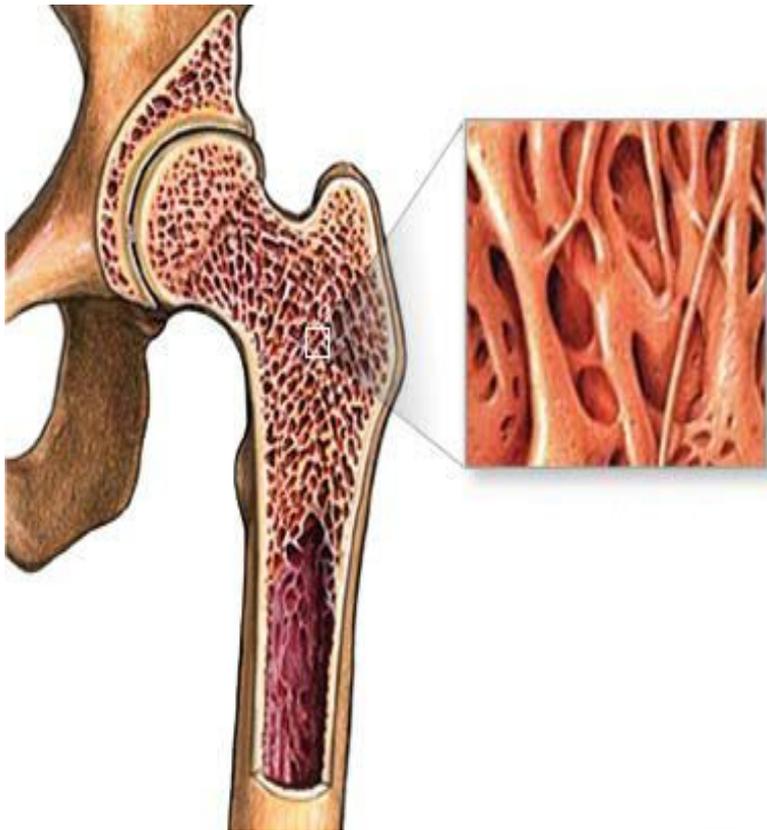
Грубоволокнистая костная ткань встречается главным образом у зародышей. У взрослых ее можно обнаружить на месте заросших черепных швов, в местах прикрепления сухожилий к костям. Беспорядочно расположенные коллагеновые волокна образуют в ней толстые пучки, хорошо заметные даже при сравнительно небольших увеличениях микроскопа.

В основном веществе грубоволокнистой костной ткани находятся удлинено-овальной формы *костные полости*, или лакуны, с длинными анастомозирующими канальцами, в которых лежат костные клетки - *остеоциты* с их отростками. С поверхности кость покрыта *надкостницей*.

Пластинчатая костная ткань

Пластинчатая костная ткань - наиболее распространенная разновидность костной ткани во взрослом организме. Она состоит из *костных пластинок*.

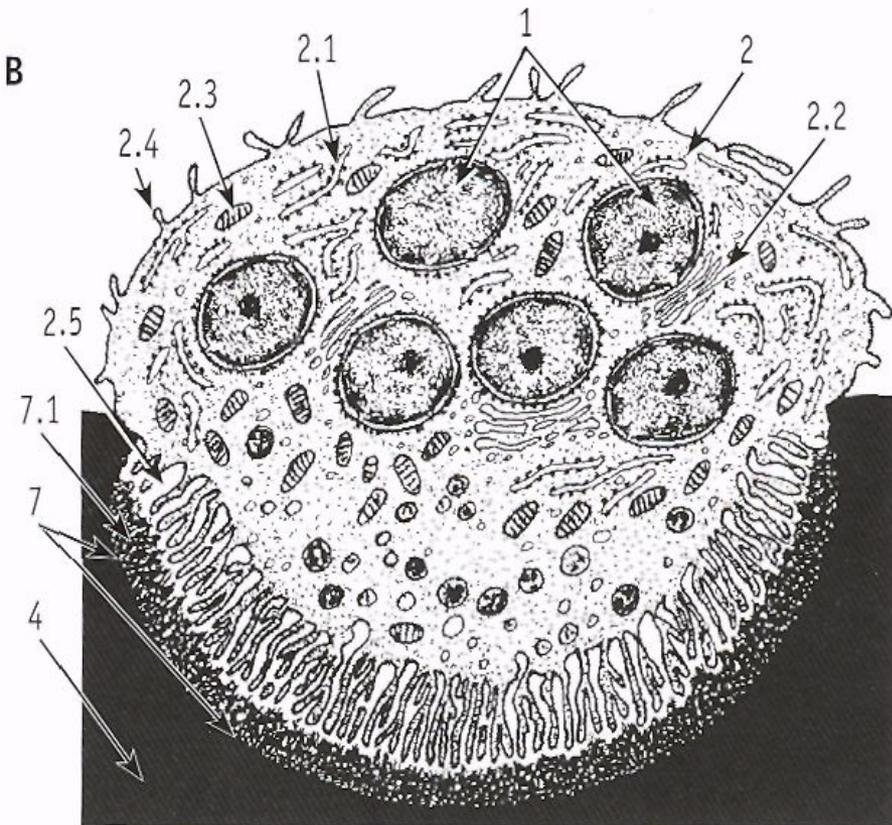
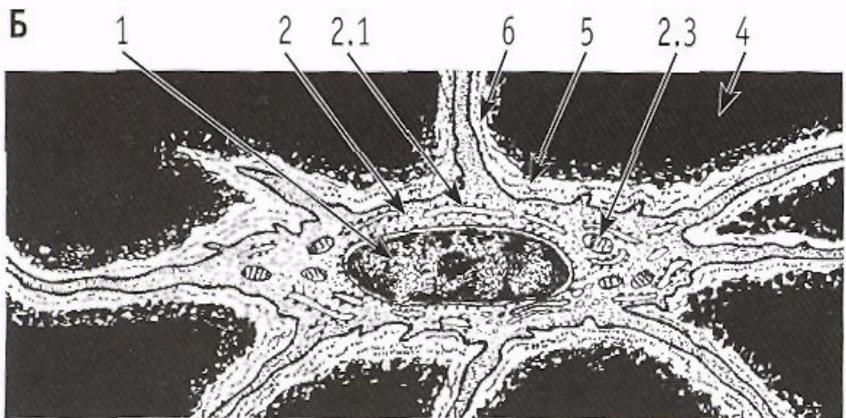
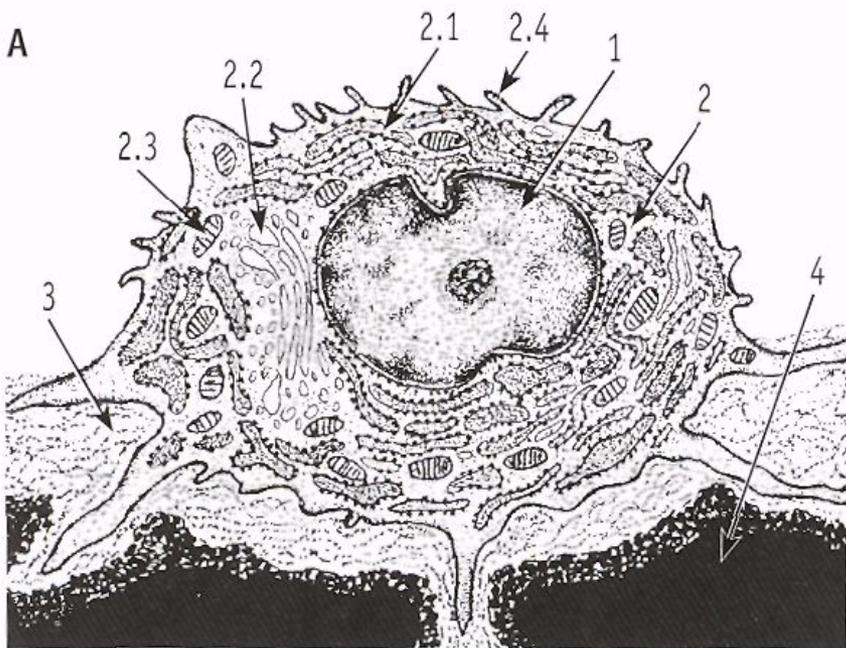
# Губчатая и компактная костные ткани (костное вещество)



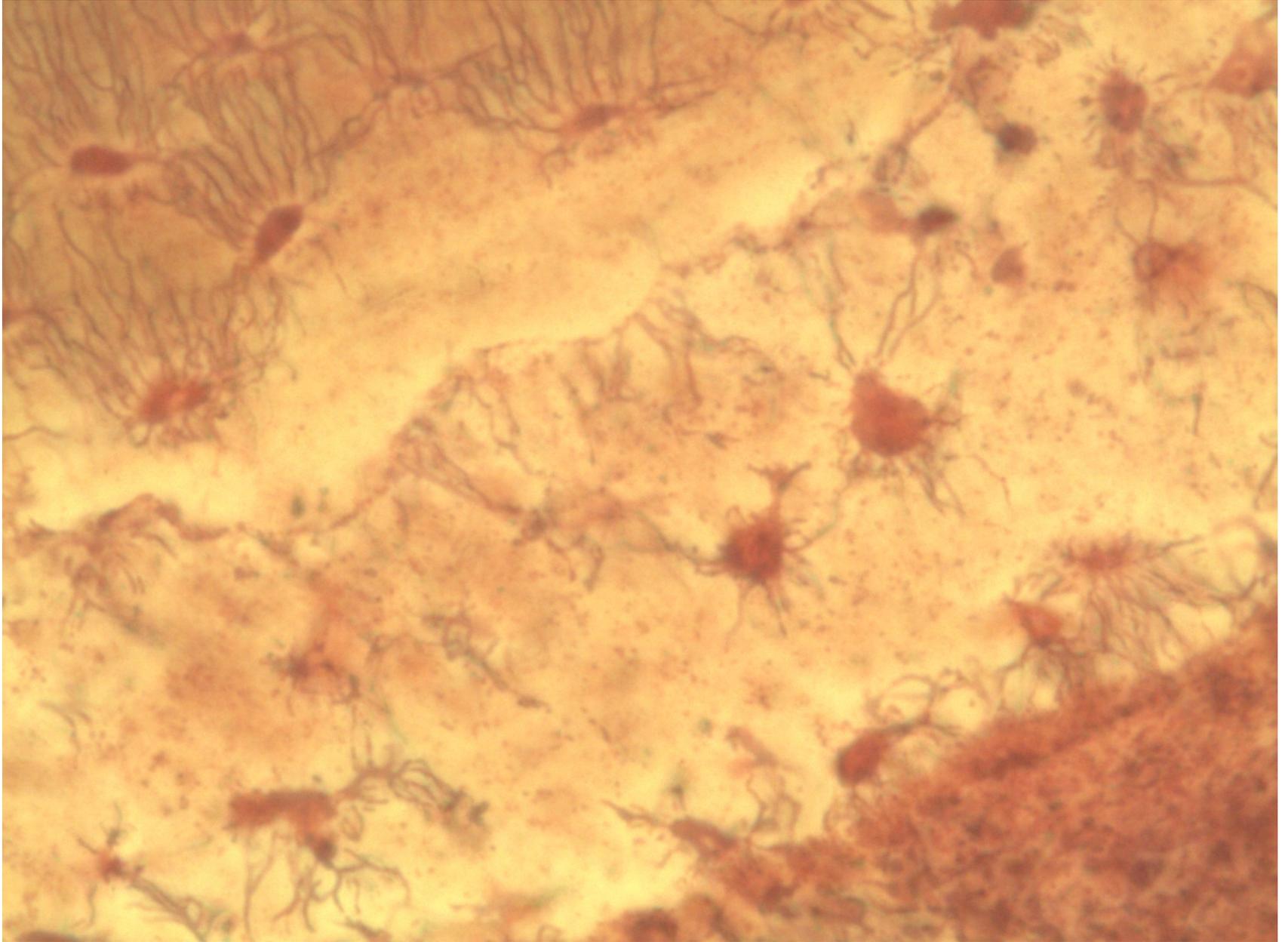
# Клетки костной ткани

А: остеобласт; Б: остеоцит; В: остеокласт

1 – ядро (ядра); 2 – цитоплазма: 2.1 – цистерны гранулярной эндоплазматической сети, 2.2 – комплекс Гольджи, 2.3 – митохондрии, 2.4 – микроворсинки, 2.5 – гофрированный край (цитоплазматические отростки); 3 – остеоид; 4 – обызвествленное межклеточное вещество; 5 – костная лакуна с телом остеоцита; 6 – костные каналцы с отростками остеоцита; 7 – резорбционная лакуна: 7.1 – зона резорбции



# Остеоциты

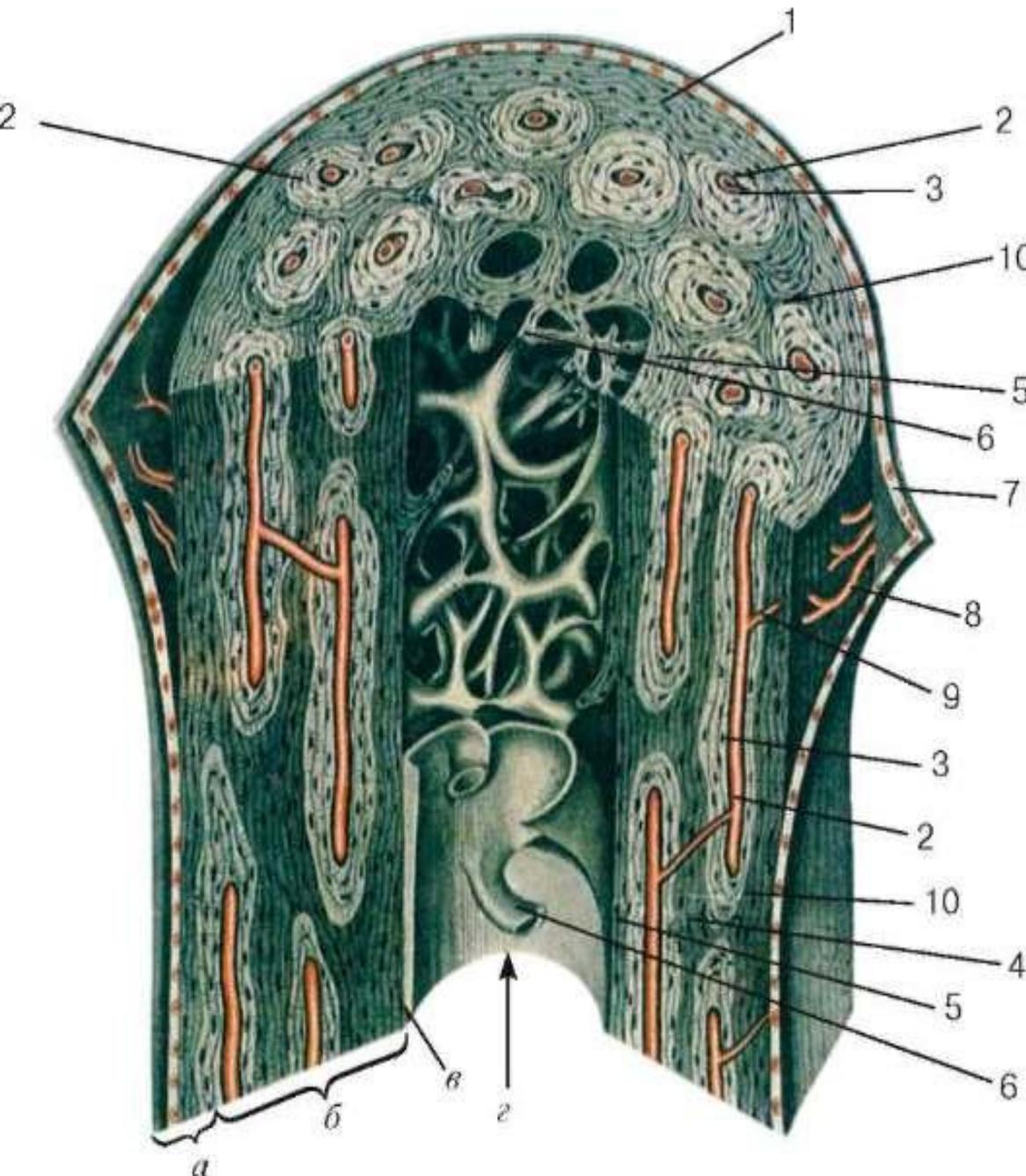


*Остеобласты* - это молодые клетки, создающие костную ткань. В сформированной кости они встречаются только в глубоких слоях надкостницы и в местах регенерации костной ткани после ее травмы. Они способны к пролиферации, в образующейся кости покрывают почти непрерывным слоем всю поверхность развивающейся костной балки. Форма остеобластов бывает различной: кубической, пирамидальной или угловатой. Размер их тела около 15-20 мкм. Ядро округлой или овальной формы, часто располагается эксцентрично, содержит одно или несколько ядрышек. В цитоплазме остеобластов хорошо развиты гранулярная эндоплазматическая сеть, митохондрии и комплекс Гольджи. В ней выявляются в значительных количествах РНК и высокая активность щелочной фосфатазы. Остеобласты выделяют матриксные пузырьки, содержащие липиды,  $Ca^{2+}$ , щелочную фосфатазу, что приводит к кальцификации органического матрикса ткани.

*Остеоциты* - это преобладающие по количеству дефинитивные клетки костной ткани, утратившие способность к делению. Они имеют отростчатую форму, компактное, относительно крупное ядро и слабобазофильную цитоплазму. Органеллы развиты слабо. Наличие центриолей в остеоцитах не установлено. Костные клетки лежат в костных полостях, или лакунах, которые повторяют контуры остеоцита. Длина полостей колеблется от 22 до 55 мкм, ширина - от 6 до 14 мкм. Канальцы костных полостей заполнены тканевой жидкостью, анастомозируют между собой и с периваскулярными пространствами сосудов, заходящих внутрь кости. Обмен веществ между остеоцитами и кровью осуществляется через тканевую жидкость.

*Остеокласты*. Эти клетки гематогенной природы способны разрушать обызвествленный хрящ и кость. Диаметр их достигает 150-180 мкм, они содержат от 3 до нескольких десятков ядер. Цитоплазма слабобазофильна, иногда оксифильна. Остеокласты располагаются обычно на поверхности костных перекладин. На той стороне остеокласта, которая прилежит к разрушаемой поверхности, имеется микроскладчатая (гофрированная) кайма; она является областью синтеза и секреции гидролитических ферментов. По периферии остеокласта находится зона плотного прилегания клетки к костной поверхности, которая как бы герметизирует область действия ферментов. Эта зона цитоплазмы светлая, содержит мало органелл, за исключением микрофиламентов, состоящих из актина. Периферический слой цитоплазмы над гофрированным краем содержит многочисленные мелкие пузырьки и более крупные - вакуоли. Полагают, что остеокласты выделяют  $CO_2$  в окружающую среду, а фермент - карбоангидраза, обнаруживаемый здесь, способствует образованию кислоты ( $H_2CO_3$ ) и растворению кальциевых соединений. Остеокласт богат митохондриями и лизосомами, ферменты которых (коллагеназа и другие протеазы) расщепляют коллаген и протеогликаны матрикса костной ткани. В том месте, где остеокласт соприкасается с костным веществом, в последнем образуется резорбционная лакуна. Один остеокласт может разрушить столько кости, сколько создают 100 остеобластов за это же время.

Функции остеобластов и остеокластов взаимосвязаны и коррелируют с участием гормонов, простагландинов, функциональной нагрузкой, витаминами и др.



**Строение трубчатой кости** (по В. Г. Елисееву, Ю. И. Афанасьеву, Е. Ф. Котовскому):

- а – надкостница;
- б - компактное вещество кости; в - эндост;
- г - костномозговая полость.
- 1 - слой наружных общих пластинок;
- 2 - остеон;
- 3 - канал остеона;
- 4 - вставочные пластинки;
- 5 - слой внутренних общих пластинок;
- 6 - костная трабекула губчатого вещества;
- 7 - волокнистый слой надкостницы;
- 8 - кровеносные сосуды надкостницы;
- 9 - прободающий канал;
- 10 - остеоциты

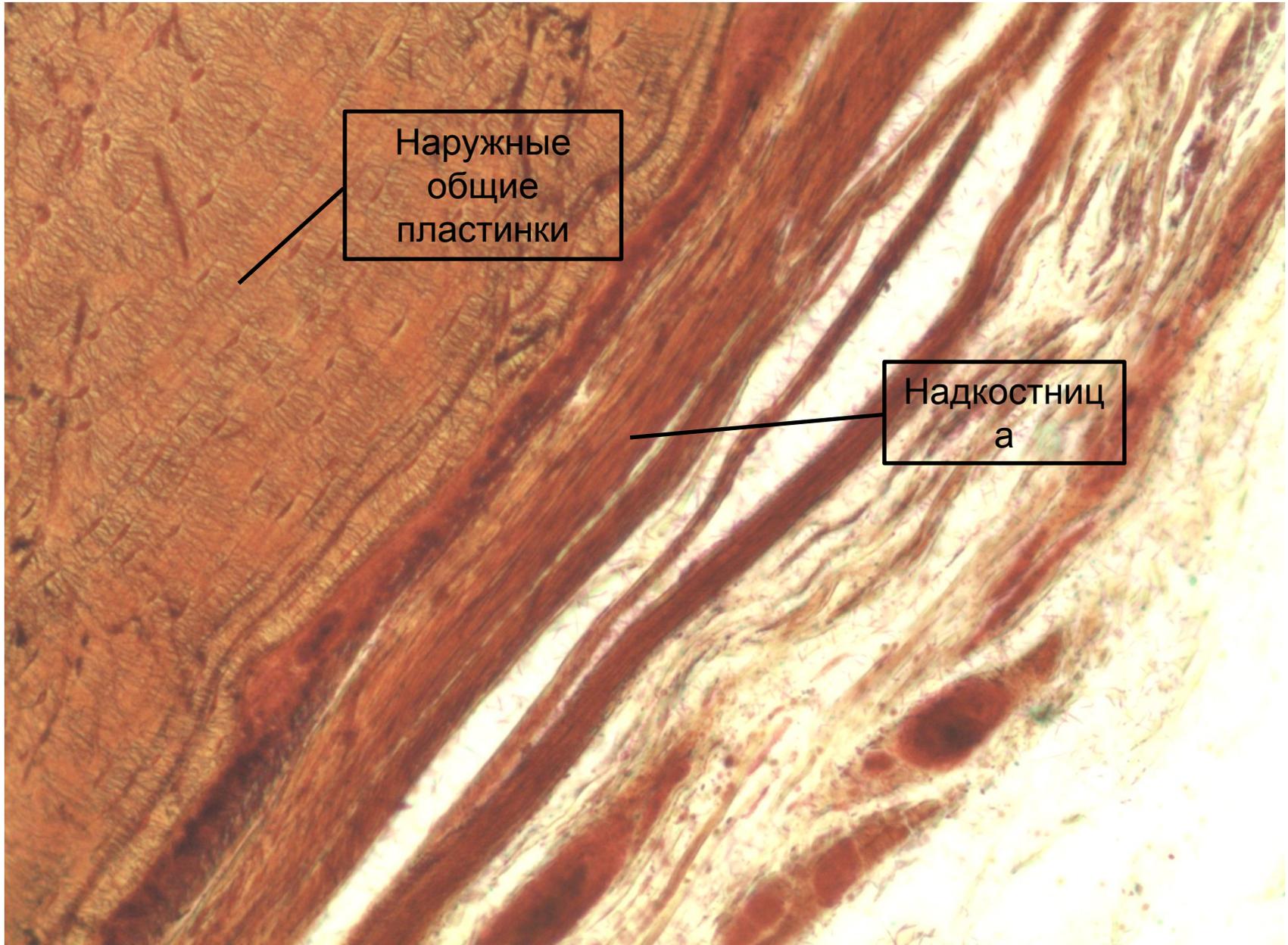
**Строение диафиза.** Компактное вещество, образующее диафиз кости, состоит из костных пластинок, толщина которых колеблется от 4 до 12-15 мкм. Костные пластинки располагаются в определенном порядке, образуя сложные системы. В диафизе различают три слоя: *наружный* слой опоясывающих (общих, генеральных) пластинок, *средний*, образованный концентрически напластованными вокруг сосудов костными пластинками - остеонами и называемый остеонным слоем, и *внутренний* слой опоясывающих (общих) пластинок. Наружные пластинки не образуют полных колец вокруг диафиза кости, перекрываются на поверхности следующими слоями пластинок. Внутренние пластинки хорошо развиты только там, где компактное вещество кости непосредственно граничит с костномозговой полостью. В тех же местах, где компактное вещество переходит в губчатое, его внутренние общие пластинки продолжают в пластинки перекладин губчатого вещества. Наружные пластинки пронизаны *прободающими (фолькмановыми) каналами*, по которым из надкостницы внутрь кости входят сосуды.

В среднем слое костные *концентрические (остеонные) пластинки* формируют остеоны. Между остеонами располагаются *промежуточные (вставочные) пластинки*. Толщина и длина костных пластинок колеблются от нескольких десятков до сотен микрометров. *Остеоны* (гаверсовы системы) являются структурными единицами компактного вещества трубчатой кости. Они представляют собой цилиндрические образования, состоящие из концентрических костных пластинок, как бы вставленных друг в друга. В костных пластинках и между ними располагаются тела костных клеток и их отростки, замурованные в костном межклеточном веществе. Каждый остеон ограничен от соседних остеонов цементирующей (спайной) линией, образованной основным веществом. В центральном канале остеона проходят кровеносные сосуды с сопровождающей их соединительной тканью и остеогенными клетками. В диафизе длинной кости остеоны расположены преимущественно параллельно длинной оси.

Большую часть диафиза составляет компактное вещество трубчатых костей. На внутренней поверхности диафиза, граничащей с костномозговой полостью, пластинчатая костная ткань образует костные перекладины губчатого вещества кости. Полость диафиза трубчатых костей заполнена костным мозгом.

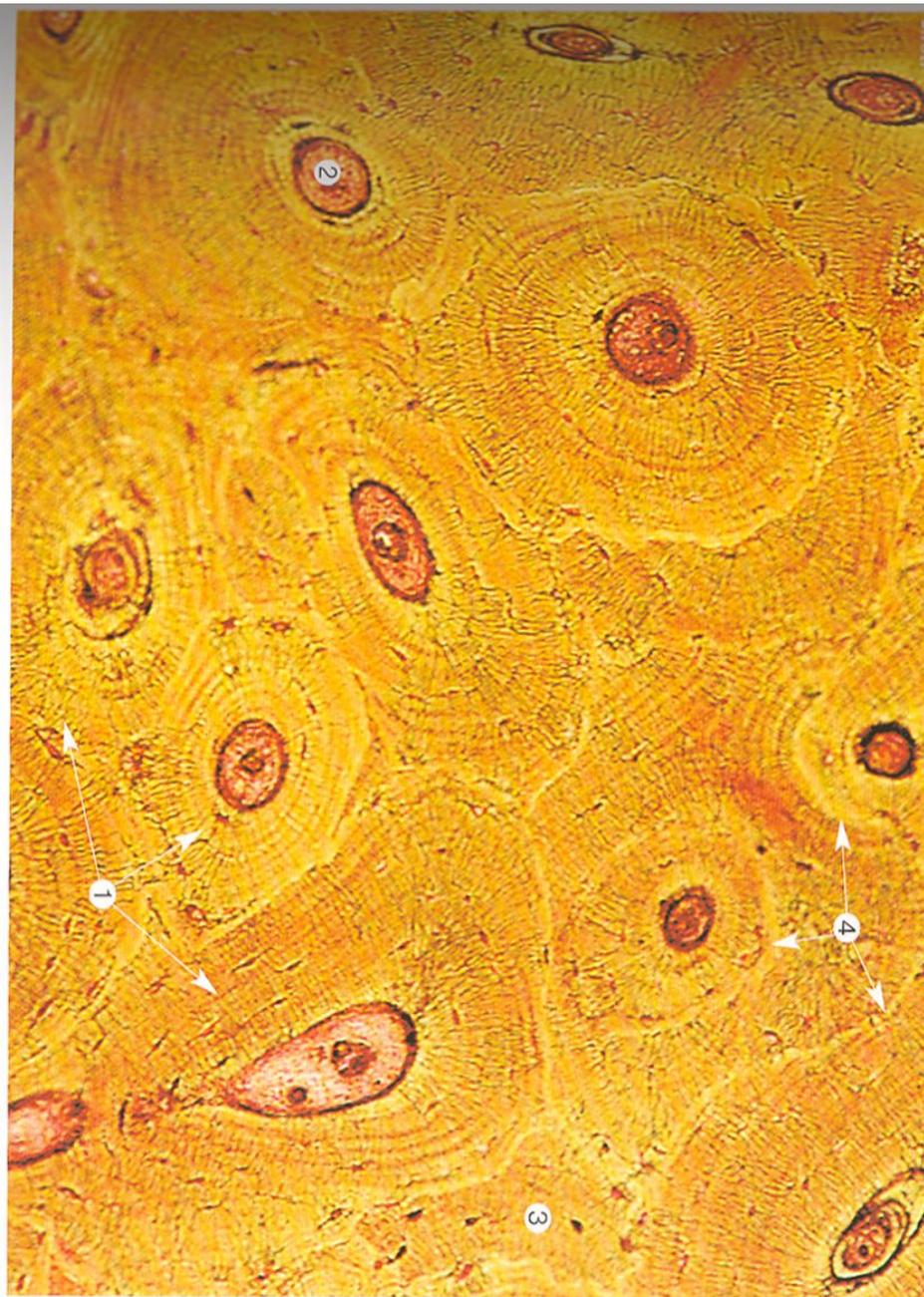
*Эндост (endosteum)* - оболочка, покрывающая кость со стороны костномозговой полости. В эндосте сформированной поверхности кости различают осмиофильную линию на наружном крае минерализованного вещества кости; *остеоидный слой*, состоящий из аморфного вещества, коллагеновых фибрилл и остеобластов, кровеносных капилляров и нервных окончаний, слоя клеток, нечетко отделяющих эндост от элементов костного мозга. Толщина эндоста превышает 1-2 мкм, но меньше, чем у периоста.

# Пластинчатая костная ткань

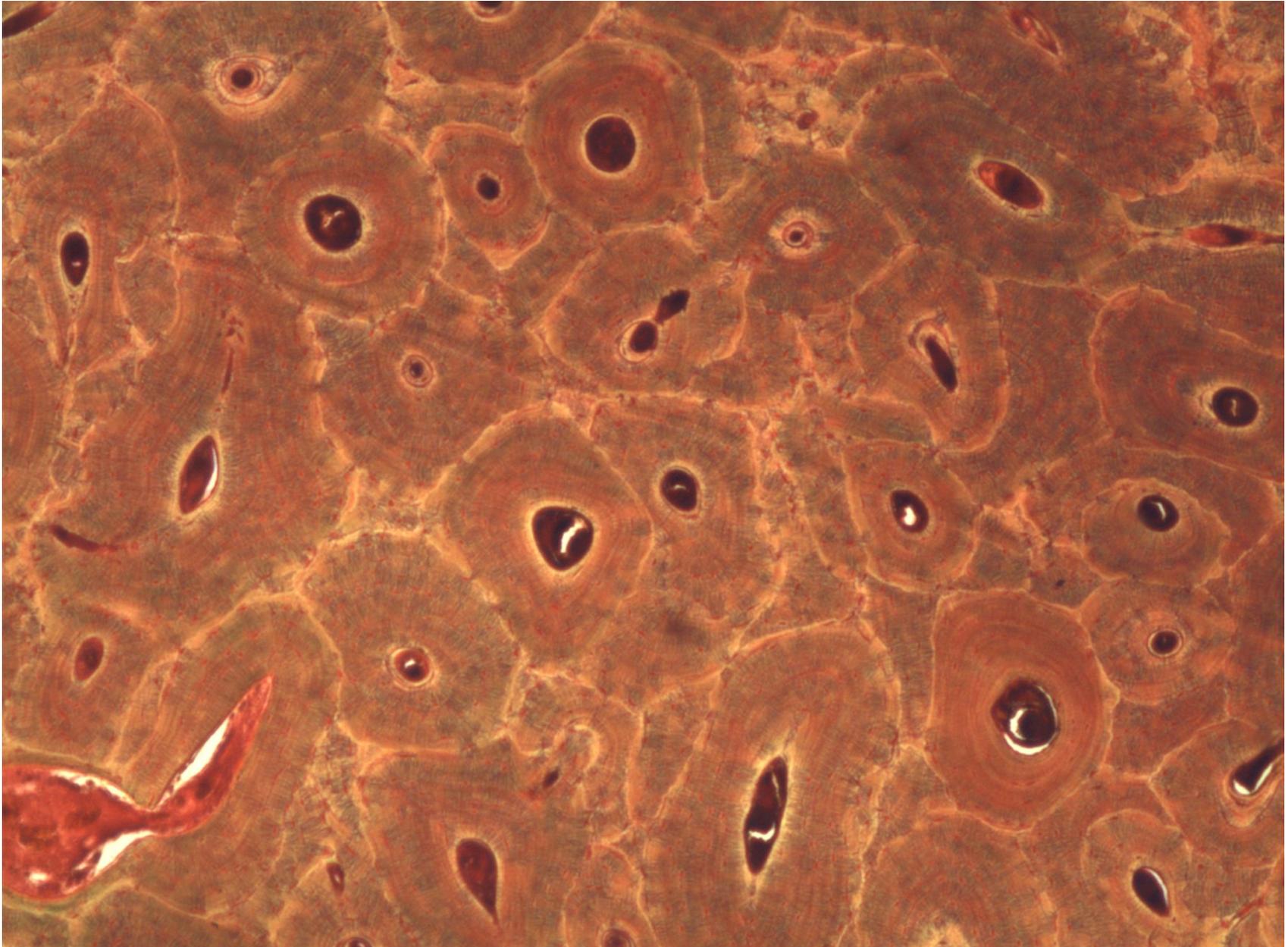


*Надкостница* или *периост*. В надкостнице различают два слоя: наружный (волокнистый) и внутренний (клеточный). Наружный слой образован в основном волокнистой соединительной тканью. Внутренний слой содержит большое количество клеток: преостеобласты и остеобласты различной степени дифференцировки. Малодифференцированные клетки веретеновидной формы имеют небольшой объем цитоплазмы и умеренно развитый синтетический аппарат. Преостеобласты - энергично пролиферирующие клетки овальной формы, способные синтезировать гликозаминогликаны. Остеобласты характеризуются хорошо развитым белоксинтезирующим аппаратом. Через надкостницу проходят питающие кость сосуды и нервы. Надкостница связывает кость с окружающими тканями и принимает участие в ее трофике, развитии, росте и регенерации.

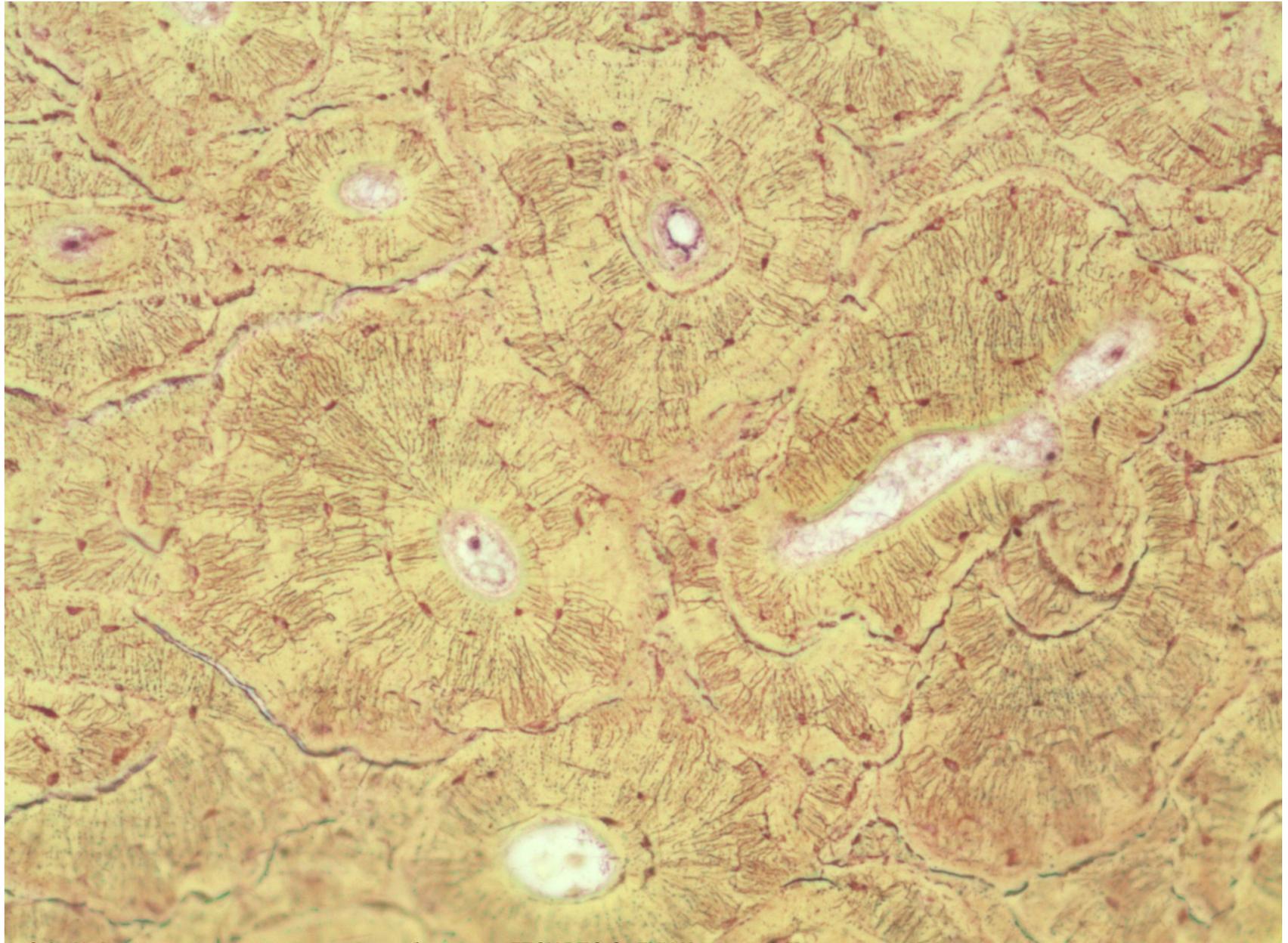
# Остеонный слой диафиза

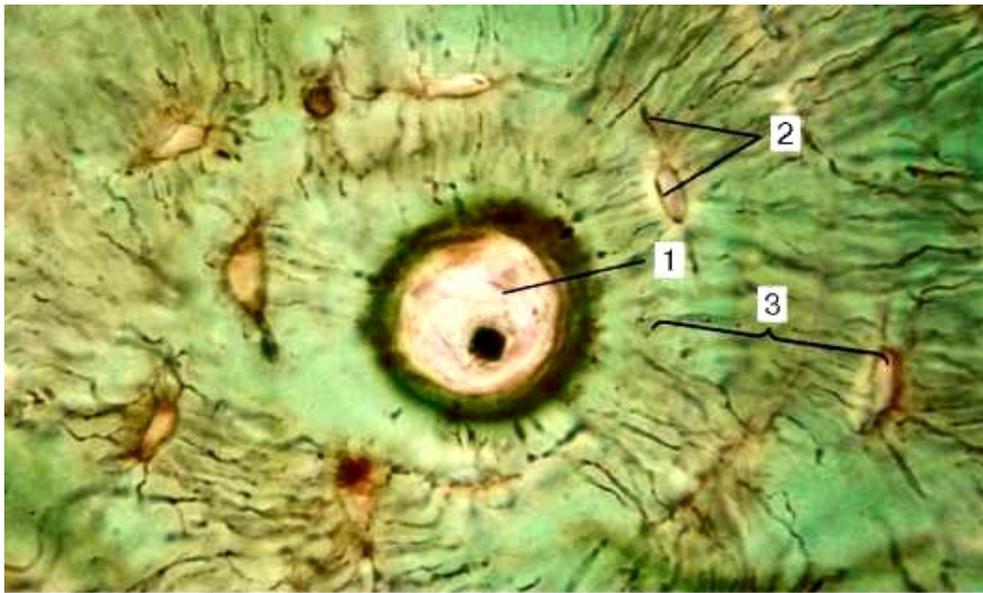


# Пластинчатая костная ткань. Остеонный слой

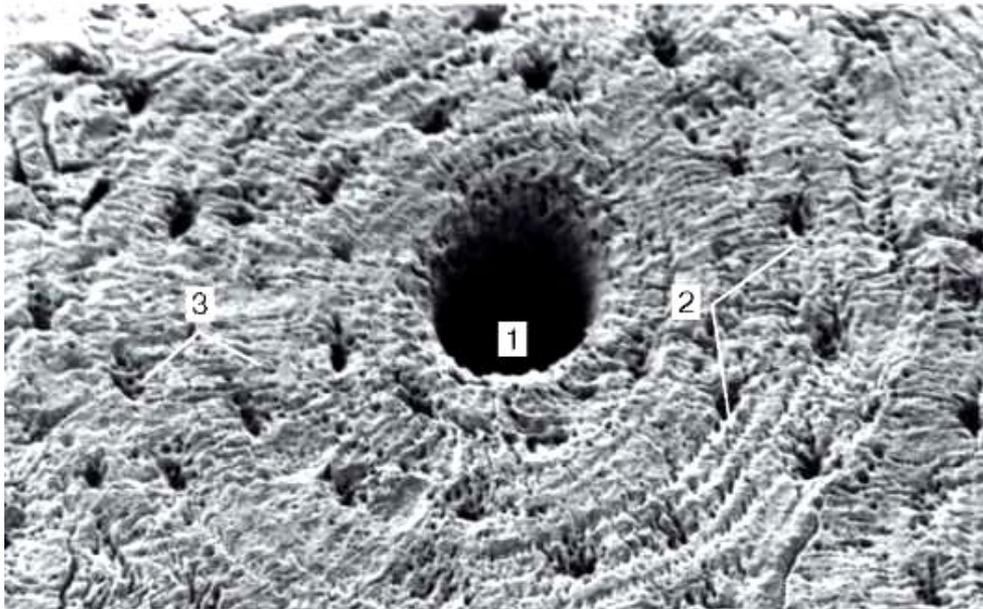


# Пластинчатая костная ткань





*a*



*б*

## Остеон

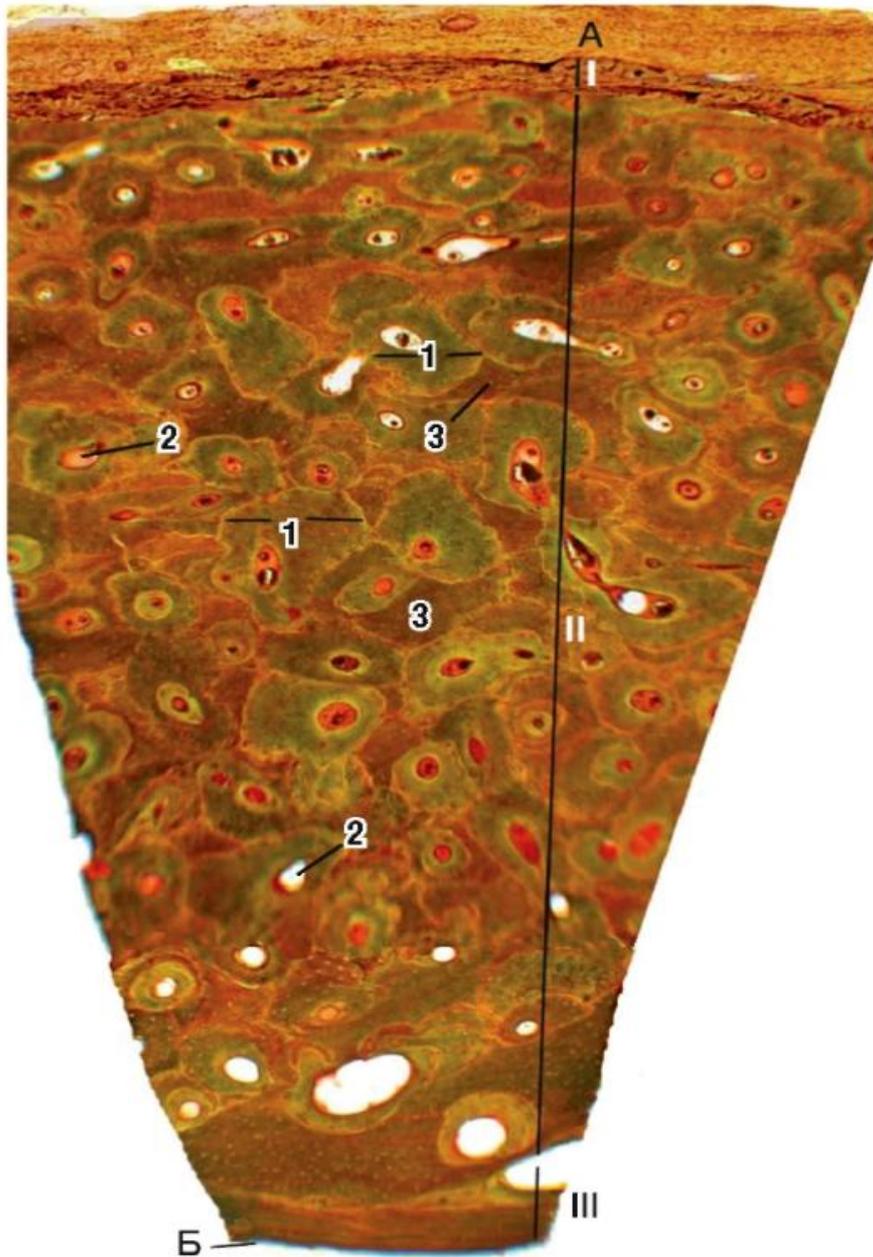
*a* - микрофотография (окраска по методу Шморля);

*б* - сканирующая электронная микроскопия фрагмента кости (препарат О. В. Слесарева).

1 - канал остеона;

2 - остеоциты;

3 - костные пластинки



**Компактное вещество диафиза трубчатой кости (окраска по Шморлю):**

A - надкостница, периост;

I - наружный слой общих (генеральных) костных пластинок;

II - остеонный слой:

1 - остеоны;

2 - канал остеона с кровеносным сосудом;

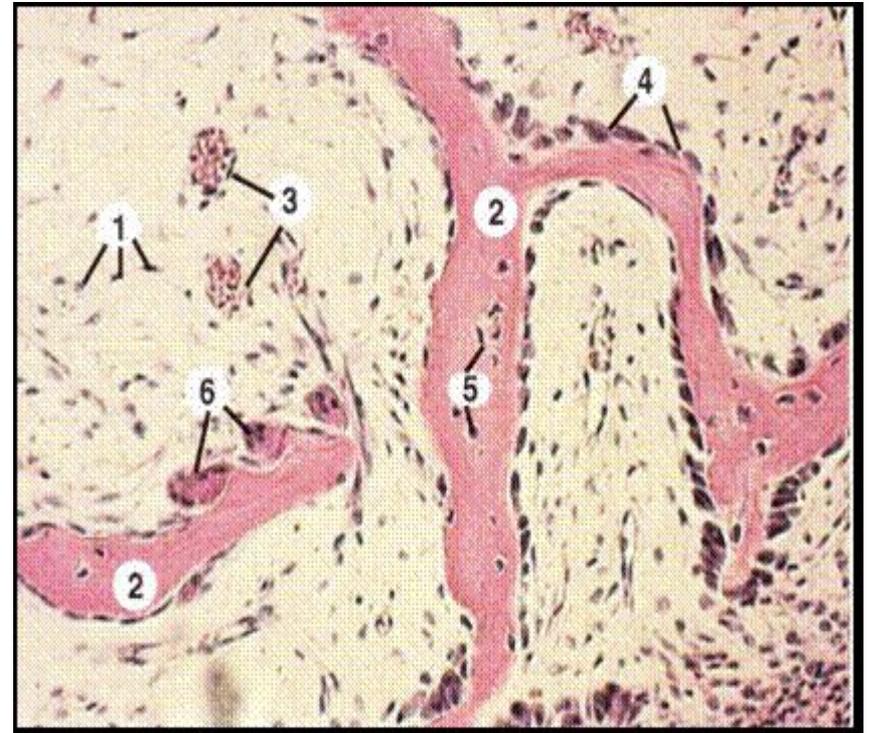
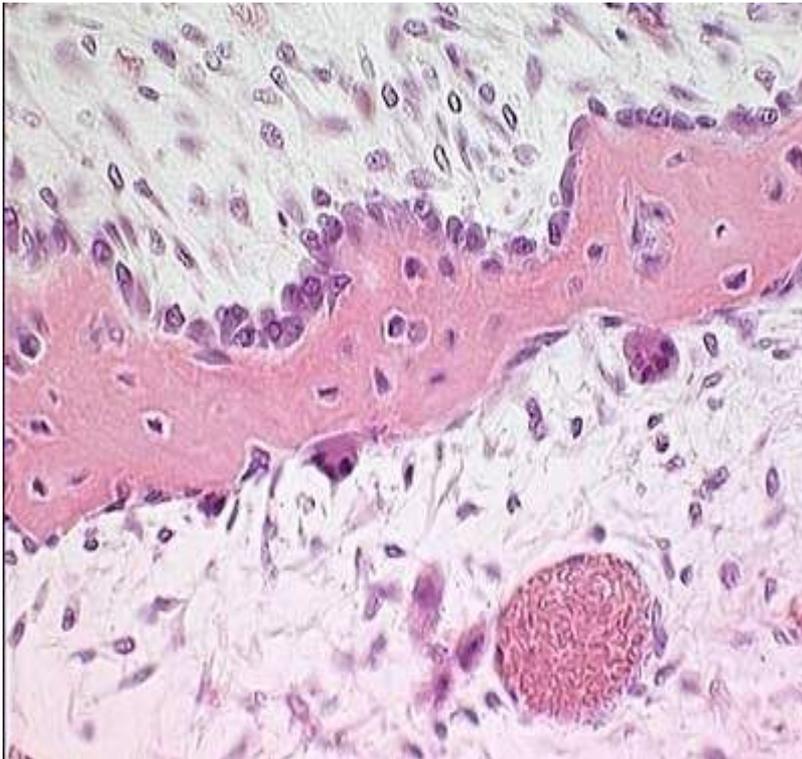
3 - система вставочных пластинок;

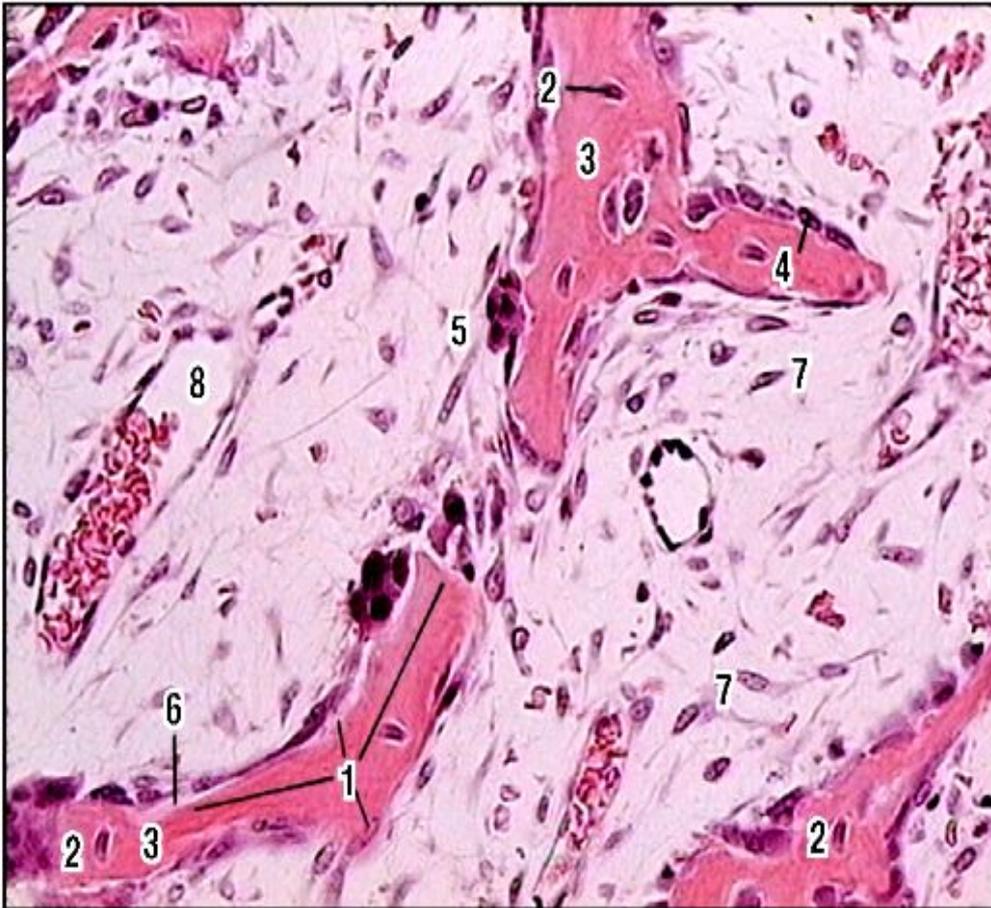
III - внутренний слой общих (генеральных) костных пластинок;

Б - эндост



# Прямой остеогенез

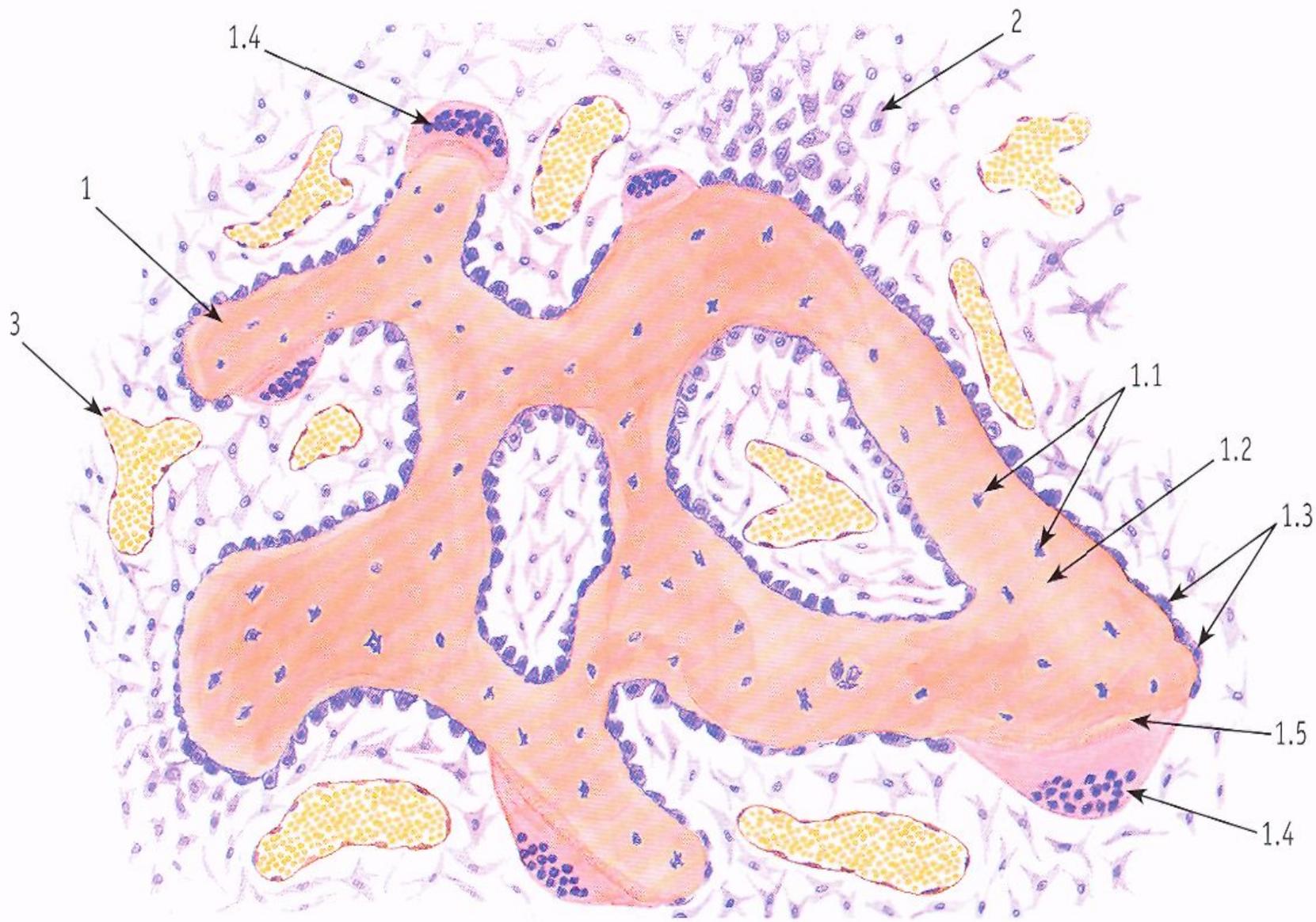




## Прямой остеогенез.

Поперечный срез челюсти зародыш  
(окраска гематоксилином и эозином,  
большое увеличение):

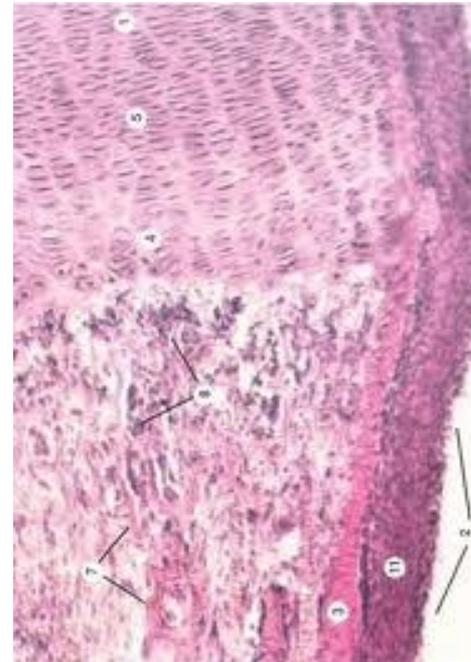
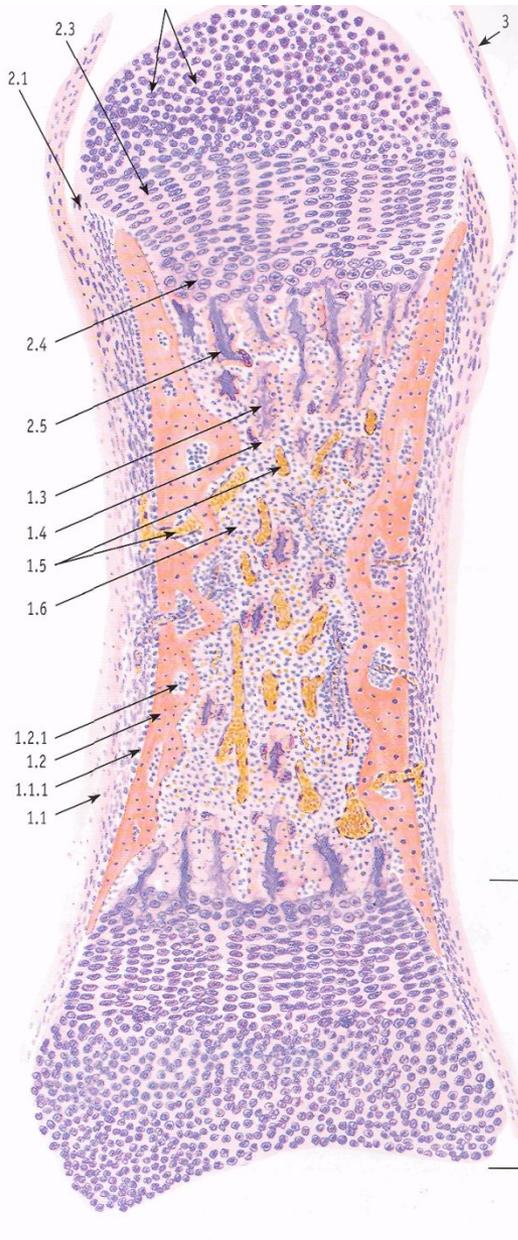
- 1 - костная трабекула;
- 2 - остеоцит;
- 3 - обызвествленное межклеточное  
вещество кости;
- 4 - остеобласт;
- 5 - остеокласт;
- 6 - необызвествленное костное  
вещество;
- 7 - мезенхимные клетки;
- 8 - кровеносный капилляр

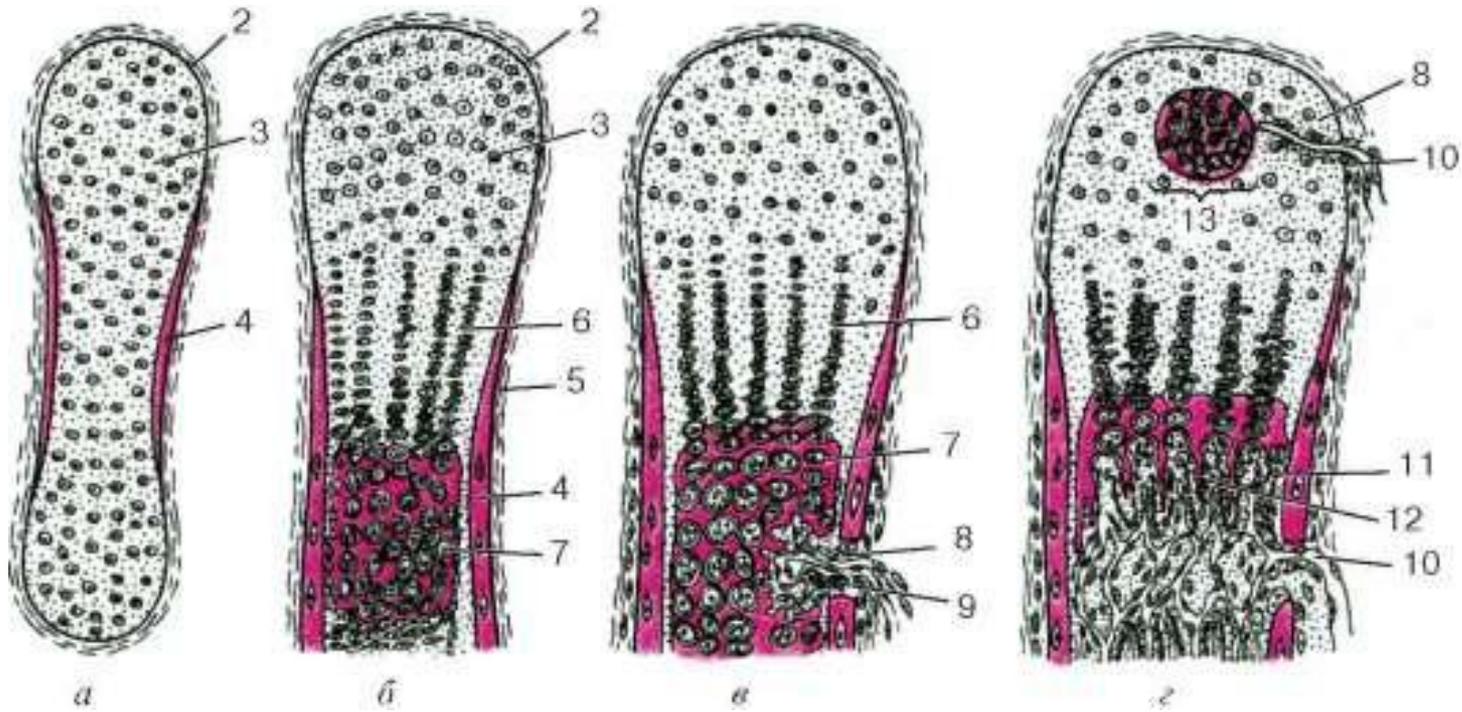


Развитие костной ткани непосредственно из мезенхимы (прямой остеогенез)



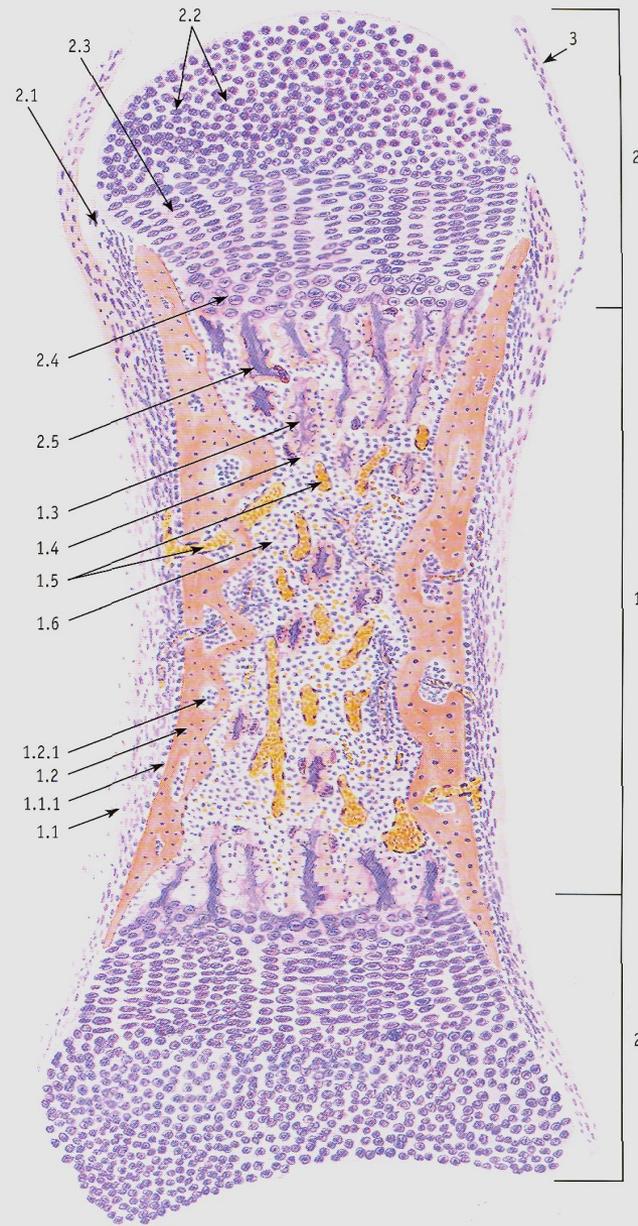
# Непрямой остеогенез





Непрямой остеогенез (по Ю. И. Афанасьеву):

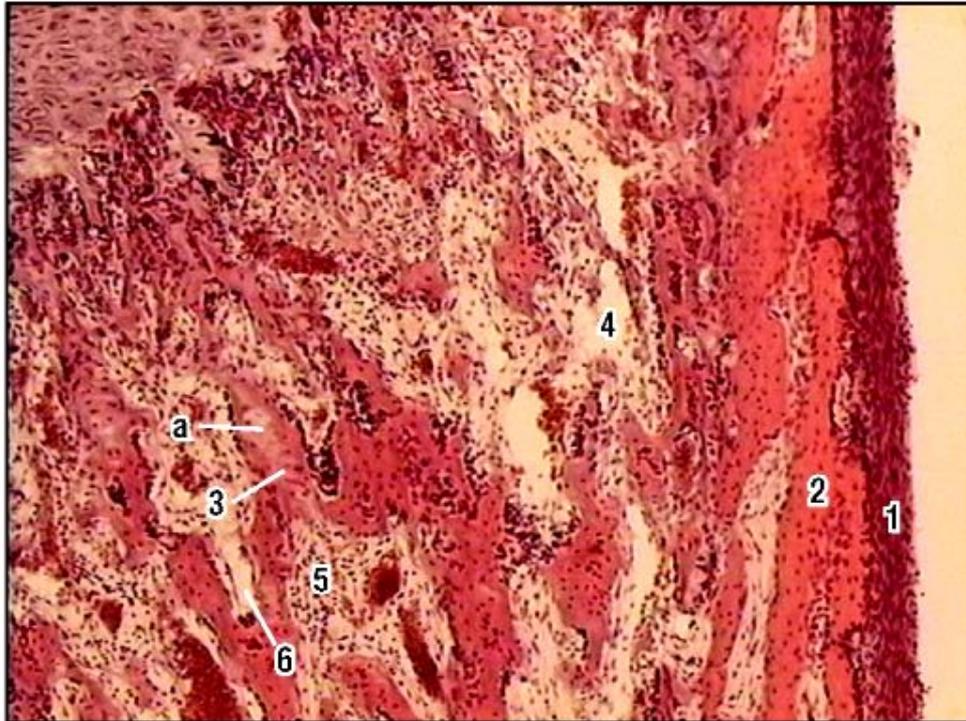
а-г - стадии остеогенеза. 1 - первичная хрящевая модель трубчатой кости; 2 - надхрящница; 3 - хрящевая ткань; 4 - перихондральная костная манжетка; 5 - надкостница; 6 - колонки хрящевых клеток; 7 - зона пузырчатых клеток; 8 - врастающая в хрящ мезенхима с дифференцирующимися остеокластами (9) и кровеносными капиллярами (10); 11 - остеобласты; 12 - эндохондрально образованная костная ткань; 13 - точка окостенения в эпифизе



**Развитие кости на месте хряща (непрямой остеогенез)**

1 – диафиз: 1.1 – надкостница, 1.1.1 – остеогенная ткань (внутренний слой надкостницы), 1.2 – перихондральная костная манжетка, 1.2.1 – отверстие, 1.3 – остатки обызвествленного хряща, 1.4 – энхондральная кость, 1.5 – кровеносные сосуды, 1.6 – формирующий костный мозг; 2 – эпифизы: 2.1 – надхрящница, 2.2 – зона неизмененного хряща, 2.3 – зона клеточных хрящевых колонок, 2.4 – зона пузырчатых хондроцитов, 2.5 – зона обызвествленного хряща; 3 – суставная сумка

**Непрямой остеогенез.  
Развитие кости на месте хряща.  
Фрагмент диафиза трубчатой кости  
(окраска гематоксилином и эозином,  
малое увеличение)**



- 1 - периост;
- 2 - перихондральное окостенение, перихондральная костная манжетка;
- 3 - энхондральное окостенение, энхондральная кость:
  - а - базофильно окрашенные включения гиалинового хряща;
- 4 - полости формирующего костномозгового канала;
- 5 - элементы красного костного мозга;
- 6 - кровеносный сосуд



- 1 - надхрящница;
- 2 - зона неизмененного хряща;
- 3 - зона хрящевых колонок;
- 4 - зона пузырьчатого хряща;
- 5 - зона разрушения и обызвествления хряща