

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры»

**И. М. Суворова**

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТКАНЕЙ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ**

Учебное наглядное пособие  
для управляемой самостоятельной работы студентов

Минск  
БГУФК  
2019

**Р е ц е н з е н т ы:**

канд. мед. наук, профессор,  
зав. кафедрой спортивной медицины БГУФК *Н. А. Гамза*;

канд. мед. наук, доцент, зав. кафедрой анатомии БГУФК *Г. М. Брновицкая*

**Суворова, И. М.**

Общая характеристика тканей внутренней среды : учеб. нагляд. пособие для управляемой самостоятельной работы студентов / И. М. Суворова ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 23 с.

© Суворова И. М., 2019

© Оформление. Учреждение образования «Белорусский  
государственный университет физической культуры», 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Сложное строение организма человека обусловлено тем, что он образован структурами разного уровня биологической организации живого вещества – это клетки с межклеточным веществом, ткани и органы. В организме все структуры тесно взаимосвязаны морфологически и функционально. При этом клетки с межклеточным веществом формируют ткани; из различных тканей, соединенных между собой, построены органы. Органы, объединенные единой функцией и развитием, составляют системы органов.

Ткань – это исторически (филогенетически) сложившаяся система клеток и неклеточных структур, объединенная общностью происхождения, строения и функции. Структурными компонентами тканей являются: межклеточное вещество, состоящее из волокон и аморфного вещества, и клетки.

В организме человека в соответствии с особенностями строения, функции и развития выделяют 4 типа тканей:

1. Эпителиальная ткань.
2. Ткани внутренней среды, или соединительная ткань.
3. Мышечная ткань.
4. Нервная ткань.

Ткани внутренней среды представляют обширную группу, включающую в себя кровь, лимфу, рыхлую и плотную соединительные ткани, ретикулярную, костную и хрящевую ткани. Они разнообразны по своей морфологии, но вместе с тем имеют общие признаки:

1. Развиваются в онтогенезе из среднего зародышевого листка – мезенхимы.
2. Входят в состав почти всех органов.

3. Характеризуются сильным развитием межклеточного вещества и большим разнообразием клеток. Так как межклеточное вещество развито хорошо, оно как бы «раздвигает» клетки ткани.

4. Расположены в организме «внутренне» (т. е. не граничат с внешней средой).

Эти ткани выполняют разнообразные функции: а) механическую, б) трофическую, в) защитную, г) регенеративную.

Механическую функцию преимущественно выполняют хрящевая, костная, плотная и отчасти рыхлая соединительная ткани, а также ретикулярная ткань. Названные ткани участвуют в образовании твердого и мягкого скелетов (кости, хрящи, сухожилия, связки, фасции, апоневрозы, каркас внутренних органов и т. д.). Межклеточное вещество у этих тканей является плотным или твердым.

Трофическую функцию реализуют кровь, лимфа, ретикулярная ткань, рыхлая соединительная ткань, обеспечивающие питание клеток всего организма и снабжение их кислородом, а также удаление продуктов обмена и  $\text{CO}_2$ . У этих тканей межклеточное вещество является жидким или имеет полужидкую консистенцию. Благодаря этому им принадлежит и защитная функция – фагоцитоз бактерий (поглощение и обезвреживание) и выработка антител.

Функция регенерации проявляется в заживлении различных повреждений (ран, ожогов и т. п.).

Ткани внутренней среды подразделяются на следующие группы:

1. Собственно соединительная ткань (рыхлая и плотная волокнистые, соединительная ткань с особыми свойствами).
2. Соединительные ткани с опорными свойствами (хрящевая и костная).
3. Ткани с гемопоэтическими свойствами (кровь и лимфа) (рис. 1).

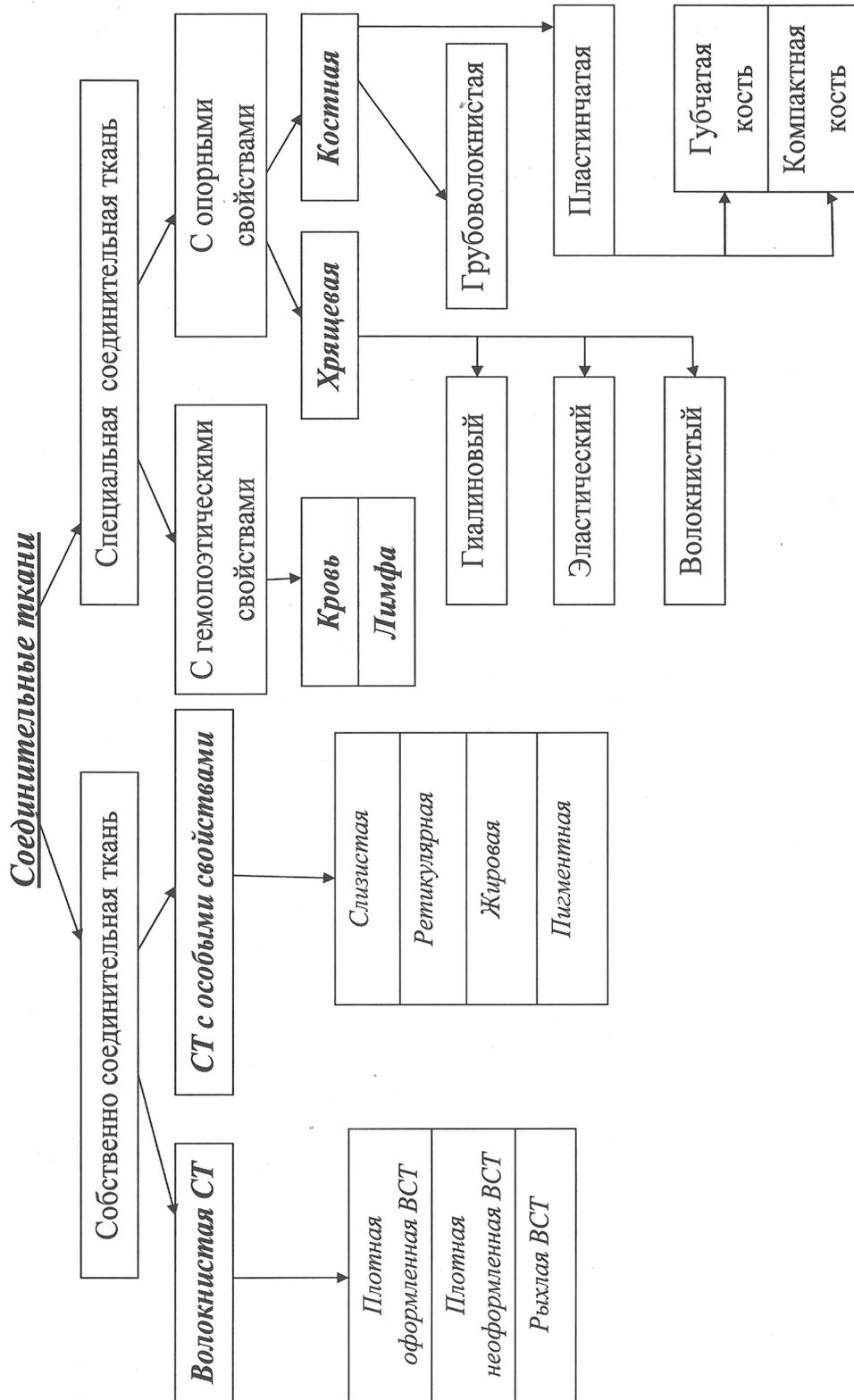


Рис. 1. Классификация соединительных тканей

# СОБСТВЕННО СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

## I. Рыхлая волокнистая соединительная ткань

*Рыхлая волокнистая соединительная ткань* обширно представлена в организме: окружает и сопровождает кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и мышцы; находится в коже; образует прослойки и перегородки внутри всех паренхиматозных органов; образует слои в составе оболочек полых органов; располагается между органами и в подкожном жировом слое.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань состоит из многочисленных клеток: *фибробласты; макрофаги; тучные клетки; плазмоциты; адвентициальные клетки; перициты; липоциты; меланоциты; лейкоциты; ретикулярные клетки*, находящиеся в межклеточном веществе. Межклеточное вещество образовано *коллагеновыми, эластическими, ретикулярными волокнами*, расположенными в толще *основного (аморфного) вещества* (рис. 2). Соотношение клеточных компонентов и межклеточного вещества в данной ткани примерно равное. Название ткани определяется рыхлым расположением в межклеточном веществе ее волокон, идущих в разных направлениях.

### Компоненты межклеточного вещества соединительной ткани

*Коллагеновые волокна* представляют собой прямые или волнообразно изогнутые тяжи, состоящие из более тонких нитей – фибрилл, включающих белок коллаген, синтезирующийся в фибробластах и фиброцитах. Коллагеновые волокна очень прочные, плохо растягиваются, способны к набуханию, расположены в виде пучков. Благодаря этому они обеспечивают механическую прочность рыхлой неоформленной волокнистой соединительной ткани. При кипячении способны полностью растворяться и превращаться в клей.

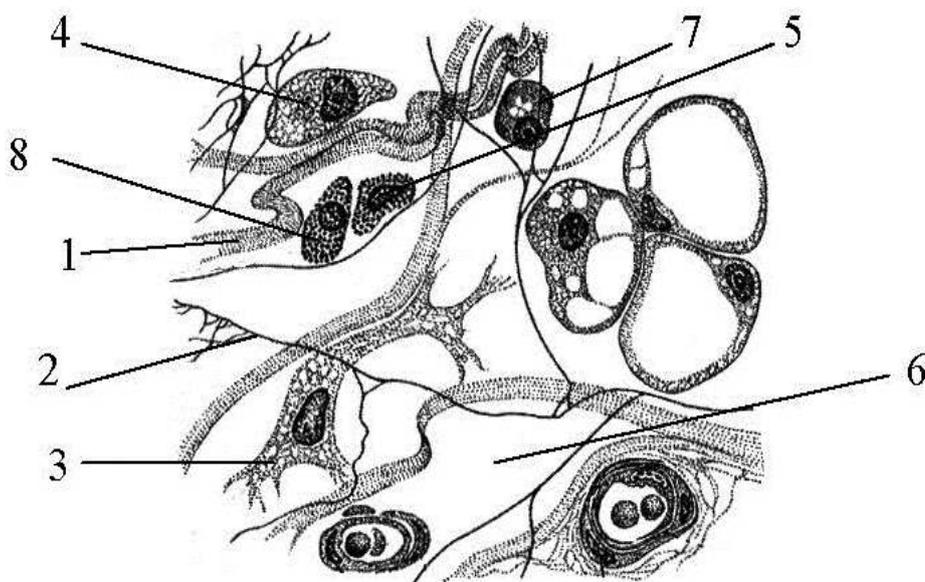


Рис. 2. Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

1 – коллагеновые волокна; 2 – эластические волокна; 3 – фибробласт; 4 – гистиоцит; 5 – лимфоцит; 6 – аморфное вещество; 7 – плазматические клетки; 8 – тучные клетки

*Эластические волокна* – тонкие ветвящиеся нити разного диаметра, образующие широкопетлистую сеть. Они менее прочные, хорошо растягиваются, возвращаясь вновь в исходное состояние.

*Ретикулярные волокна* – разновидность коллагеновых волокон, но принципиально отличаются от них меньшим диаметром и сильным разветвлением, образуя петлистую сеть. Встречаются в небольшом количестве вокруг кровеносных сосудов, входят в состав селезенки, костного мозга, стромы лимфатических узлов и т. д.

*Основное вещество* – коллоид, имеющий вид геля. В его состав входят макромолекулы полисахаридов, которые обуславливают морфологические и функциональные особенности основного вещества.

### **Клеточный состав соединительной ткани**

*Фибробласты* – наиболее многочисленные клетки этой ткани. Они плоские, довольно крупные, веретенообразные, часто с отростками. В ядре фибробластов находится одно и более ядрышко. Эти клетки синтезируют и секретируют белки волокон (эластин, коллаген) и органические компоненты основного вещества (гликозамингликаны, протеоглики), т. е. принимают участие в образовании межклеточного вещества рубцовой ткани и соединительнотканной капсулы вокруг инородных тел, а также участвуют в заживлении ран, сближая края раны.

*Макрофаги* – крупные клетки с большим количеством лизосом в цитоплазме, способны активно передвигаться. Макрофаги путем фагоцитоза уничтожают микроорганизмы и переваривают инородные частицы; нейтрализуют продукты распада тканей и токсические вещества; вырабатывают иммунные тела, антимикробный белок лизоцим и противовирусный белок интерферон; накапливают в цитоплазме коллоидные частицы.

*Тучные клетки* – округло-овальные, иногда отростчатые, содержат гепарин и гистамин. Обычно располагаются вокруг кровеносных сосудов. Выделяя гистамин и гепарин, участвуют в регуляции свертываемости крови и проницаемости стенок кровеносных сосудов.

*Адвентициальные клетки* – малодифференцированные, располагаются рядом с кровеносными сосудами, являются резервными и могут дифференцироваться в другие клетки, в частности, в фибробласты.

*Перициты* – отростчатые клетки, располагаются в толще базальной мембраны капилляров; участвуют в изменении их просвета, тем самым регулируя кровоснабжение окружающих тканей.

*Функции рыхлой волокнистой соединительной ткани:*

– *трофическая функция* (располагаясь вокруг сосудов, регулирует обмен веществ между кровью и тканями органа);

– *защитная функция* (обусловлена наличием макрофагов, плазмочитов и лейкоцитов);

– *опорно-механическая функция* (заключается в образовании стромы внутренних органов, сопровождает сосуды и нервы, сосочковый слой дермы (кожа));

– *пластическая функция* обусловлена участием в регенерации органов при их повреждениях, вплоть до образования соединительнотканых рубцов.

## II. Плотная волокнистая соединительная ткань

*Плотная волокнистая соединительная ткань* бывает *оформленной* и *неоформленной*, характеризуется сильным развитием волокнистых структур в межклеточном веществе, преобладающих над основным веществом, и расположенных упорядоченно (*оформленная ткань*), либо переплетающихся в разных направлениях (*неоформленная ткань*). Клетки немногочисленны и представлены в подавляющем большинстве *фибробластами* и *фиброцитами*. В небольшом количестве (в основном, в прослойках из рыхлой волокнистой соединительной ткани) встречаются *макрофаги*, *тучные клетки*, *плазмоциты*, *малодифференцированные клетки* и т. д.

К *оформленной плотной волокнистой соединительной ткани* относятся сухожилия, связки, апоневрозы, фасции, эластический конус гортани и ее голосовые связки, она входит в состав стенок артерий. Для этого типа ткани характерны тесно прилегающие друг к другу пучки *коллагеновых* или *эластических волокон*, что придает ей большую прочность и незначительную растяжимость.

К *неоформленной плотной волокнистой соединительной ткани* относятся сетчатый слой дермы, капсулы суставов и паренхиматозных органов, клапаны сердца, твердая мозговая оболочка и т. д. Эта разновидность ткани обладает хорошей растяжимостью и меньшей прочностью (рис. 3).

*Плотная волокнистая соединительная ткань* хорошо регенерирует. Основная ее *функция* – *опорная* (обеспечение механической прочности).

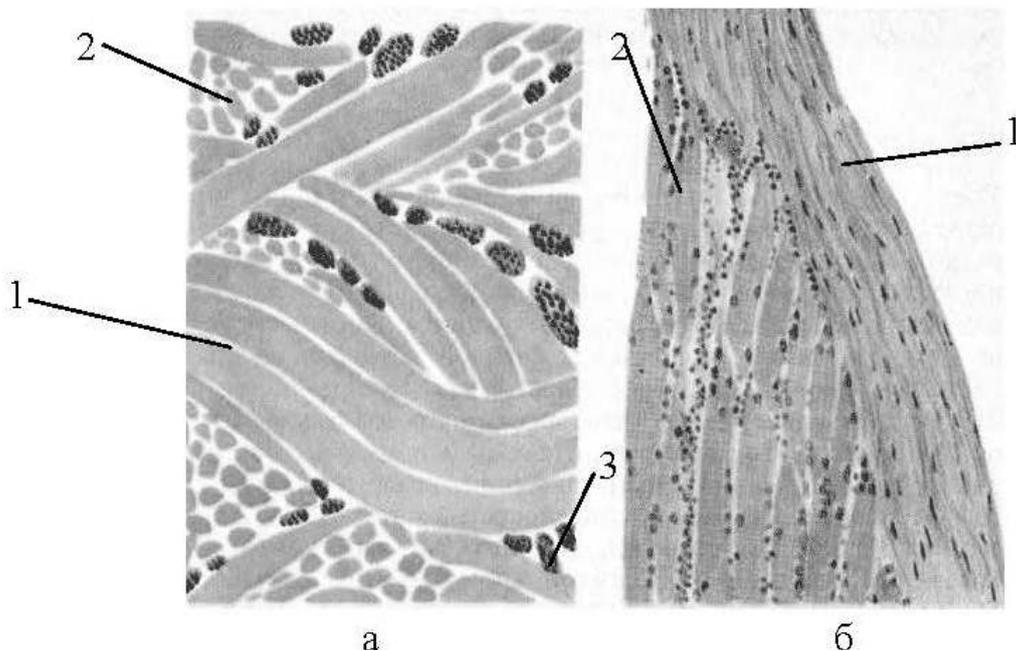


Рис. 3. Плотная волокнистая соединительная ткань:

- а) оформленная соединительная ткань: 1 – продольные пучки коллагеновых волокон;
- 2 – поперечно срезанные пучки коллагеновых волокон; 3 – ядра фиброцитов;
- б) неоформленная: 1 – пучки коллагеновых волокон; 2 – поперечнополосатая мышца

При патологии формирования соединительной ткани нарушаются ее свойства: снижается упругость, а эластичность и растяжимость повышаются. Это приводит к частым травмам суставов (надрывам сухожилий и связок, раннему изнашиванию капсул суставов), образованию растяжек кожи, возникновению варикозного расширения вен, грыж (пупочных, паховых, послеоперационных), опущению внутренних органов (желудка, почек); развитию сколиоза и кифоза и т. д. Эти моменты необходимо учитывать при занятиях спортом и при выборе профессии.

### **III. Соединительная ткань с особыми свойствами**

*Соединительная ткань с особыми свойствами* содержится в определенных органах и участках тела. Она характеризуется особым строением и своеобразной функцией. Клеточный компонент представлен, как правило, одной популяцией клеток.

К соединительным тканям со специальными свойствами относятся:

- *жировая ткань*;
- *ретикулярная ткань*;
- *слизистая ткань*;
- *пигментная ткань*.

#### **1. Жировая ткань** у человека подразделяется на *белую* и *бурую*.

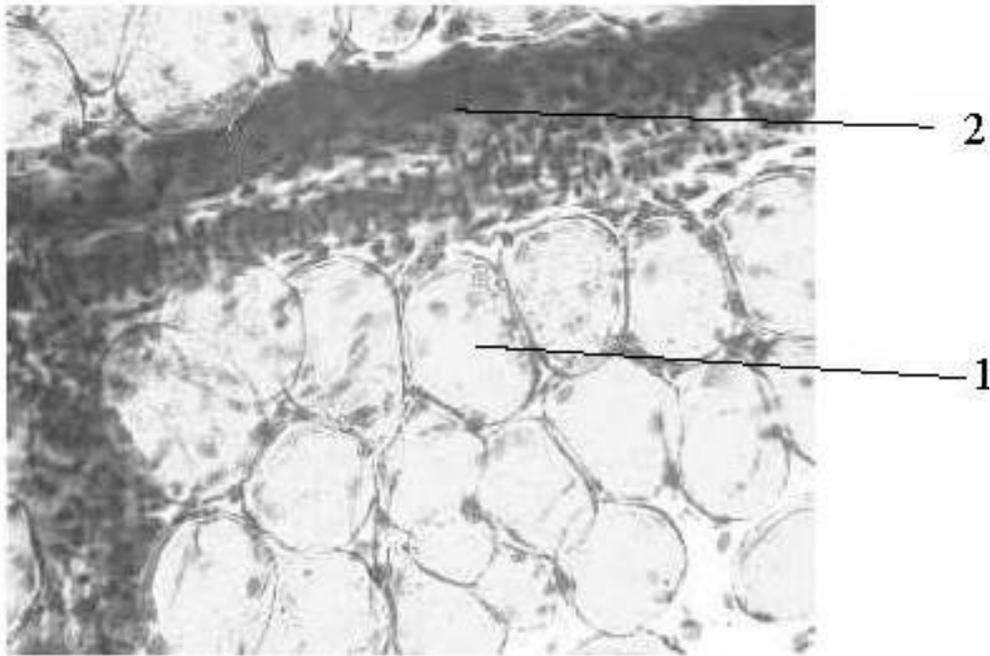
Белая жировая ткань характерна для взрослого человека, она образована одноклеточными жировыми клетками, прослойками рыхлой соединительной ткани делится на дольки различной формы и размеров (рис. 4). Большая часть ее является резервной, это подкожная жировая клетчатка (особенно на ягодицах, бедрах, нижней части живота, вокруг почек, в глазнице и т. п.), сальники, брыжейка кишки и т. д. На степень развития и распределения жировой ткани в организме человека влияют гормоны половых желез, надпочечников и поджелудочной железы; возраст; пол; конституция и питание.

Белая жировая ткань обеспечивает следующие *функции*:

- *трофическую*;
- *депонирующую*;
- *формообразующую*;
- *терморегулирующую*;
- *опорную* (частично);
- а также является *источником эндогенной воды*.

При голодании запасы питательных веществ в жировых клетках используются организмом для покрытия затрат энергии.

*Бурая жировая ткань* характерна для новорожденных, она образована многоклеточными жировыми клетками, содержит много капилляров и митохондрий. Окислительная способность бурых жировых клеток очень высока (почти в 20 раз превышает таковую белых жировых клеток). Бурая жировая ткань встречается у новорожденных на шее, за грудиной, около лопаток, вдоль позвоночника, под кожей и между мышцами. Основная ее функция – *терморегуляция*.

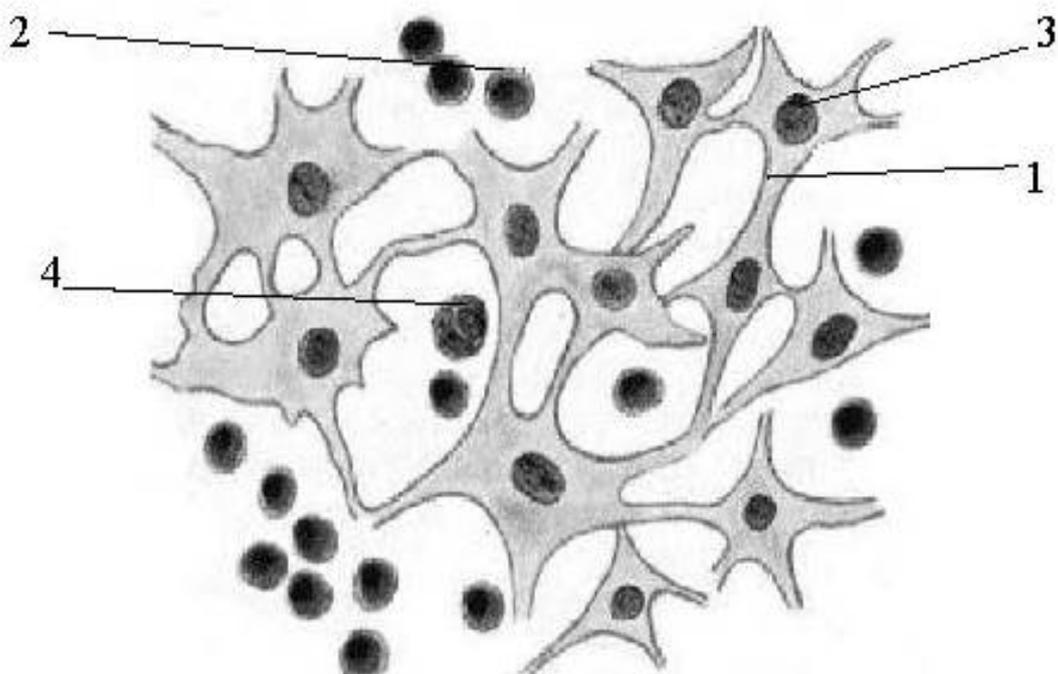


*Рис. 4. Белая жировая ткань:*  
1 – жировые клетки; 2 – кровеносный сосуд

**2. Ретикулярная ткань** образует остов кроветворных органов (красного костного мозга, селезенки, лимфатических узлов), в небольшом количестве имеется вокруг кровеносных сосудов. Она входит в состав миндалин, зубной мякоти и таких органов, как печень, почки, дыхательные пути. Состоит из ретикулярных клеток и ретикулярных волокон (рис. 5). Ретикулярные клетки имеют многочисленные отростки, которыми соединяются друг с другом и образуют сетчатый остов, так же как и переплетающиеся тонкие ретикулярные волокна. Они идут в различных направлениях и образуют нежную сеточку. Поэтому ткань называется «ретикулярной» (сетчатой). Ретикулярные клетки способны к фагоцитозу, вырабатывают составные компоненты ретикулярных волокон. Ретикулярная ткань хорошо регенерирует.

*Функции ретикулярной ткани:*

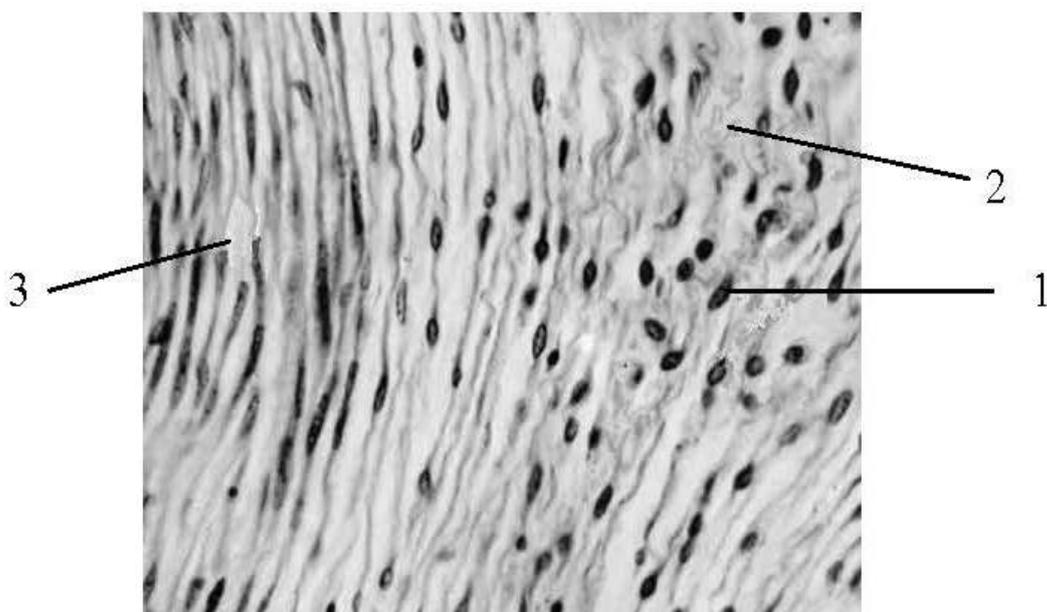
- *опорно-механическая* (являются несущим каркасом для созревающих клеток крови);
- *трофическая* (обеспечивают питание созревающих клеток крови);
- *фагоцитоз* погибших клеток, инородных частиц и антигенов;
- создает специфическое микроокружение, определяющее направление дифференцировки кроветворных клеток.



*Рис. 5.* Ретикулярная ткань:

1 – ретикулярные клетки; 2 – лимфоциты;  
3 – ядра ретикулярных клеток; 4 – нейтрофилы

3. **Слизистая ткань** характерна только для эмбриона, она локализована под кожей, в пупочном канатике, который соединяет плод с плацентой. В этой ткани небольшое количество клеток, мало *коллагеновых волокон* и высокая концентрация гиалуроновой кислоты в аморфном веществе (рис. 6). *Основная функция – защитная*, так как препятствует сдавлению сосудов пупочного канатика, образованию петель, узлов.

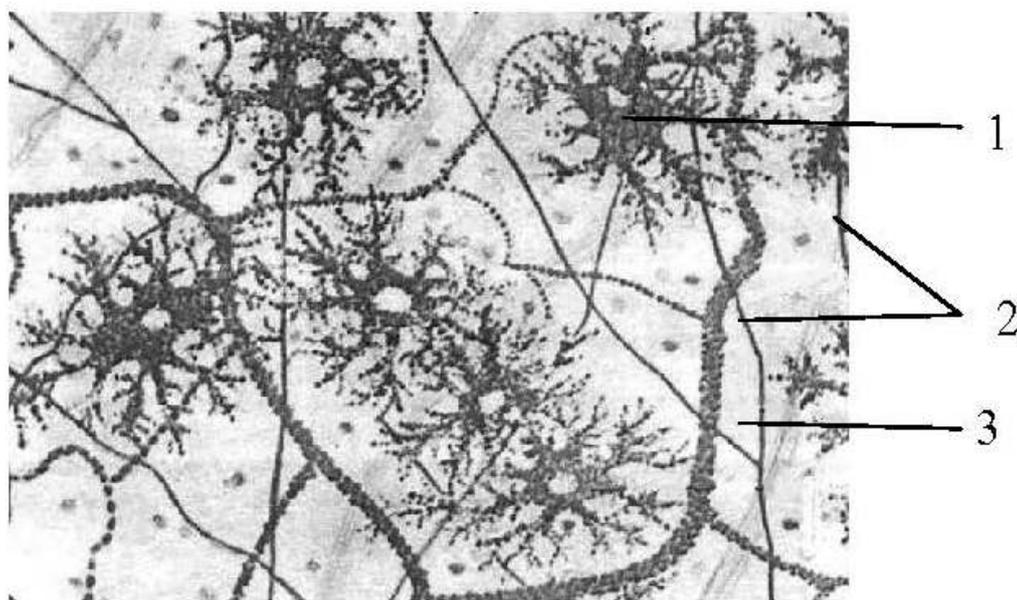


*Рис. 6.* Слизистая ткань:

1 – мукоциты; 2 – межклеточное вещество; 3 – стенка кровеносного сосуда

4. **Пигментная ткань** встречается в радужной оболочке глаза, в коже сосков, волосах, загоревшей коже и т. д. Образована *меланоцитами* – клетками звездчатой формы, содержащими гранулы пигмента – меланина (рис. 7).

У всех людей в коже есть пигмент меланин (исключением являются альбиносы), защищающий организм от повреждающего действия ультрафиолетовых лучей. При длительном пребывании на солнце меланоциты могут дать начало злокачественной опухоли – меланоме (рак кожи). Первыми на мутагенное действие ультрафиолетовых лучей отвечают меланоциты родимых пятен. Безостановочно делясь, они стимулируют рост опухоли. К несчастью, меланома быстро прогрессирует и, как правило, рано дает метастазы.



*Рис. 7.* Пигментная ткань:

1 – пигментные клетки; 2 – волокна; 3 – основное вещество

## СПЕЦИАЛЬНАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

### IV. Соединительные ткани с опорными свойствами

*Соединительные ткани с опорными свойствами* являются основой опорной системы организма человека и выполняют следующие *функции*:

- *опорно-механическую*;
- *защитную*;
- *депо минеральных веществ* (в основном кальция и фосфора);
- *регуляция водно-солевого обмена в организме*;
- *участие в кроветворении*.

К соединительной ткани с опорными свойствами относятся: хрящевая ткань и костная ткань.

**1. Хрящевая ткань** в организме человека выполняет в основном *опорную функцию*. Хрящевая ткань состоит из *хрящевых клеток (хондроцитов)*, расположенных в полостях, окруженных большим количеством *плотного межклеточного вещества*.

*Хондроциты* – клетки округлой или угловатой формы. Осуществляют синтез межклеточного вещества.

*Межклеточное вещество* образовано аморфным компонентом и волокнами. В гиалиновом и волокнистом хрящах содержатся только *коллагеновые волокна*, а в эластическом – преимущественно *эластические* и в меньшей мере *коллагеновые*. В зависимости от строения волокнистого компонента межклеточного вещества выделяют *три вида хряща: гиалиновый (стекловидный), эластический (сетчатый) и волокнистый (соединительнотканый)*.

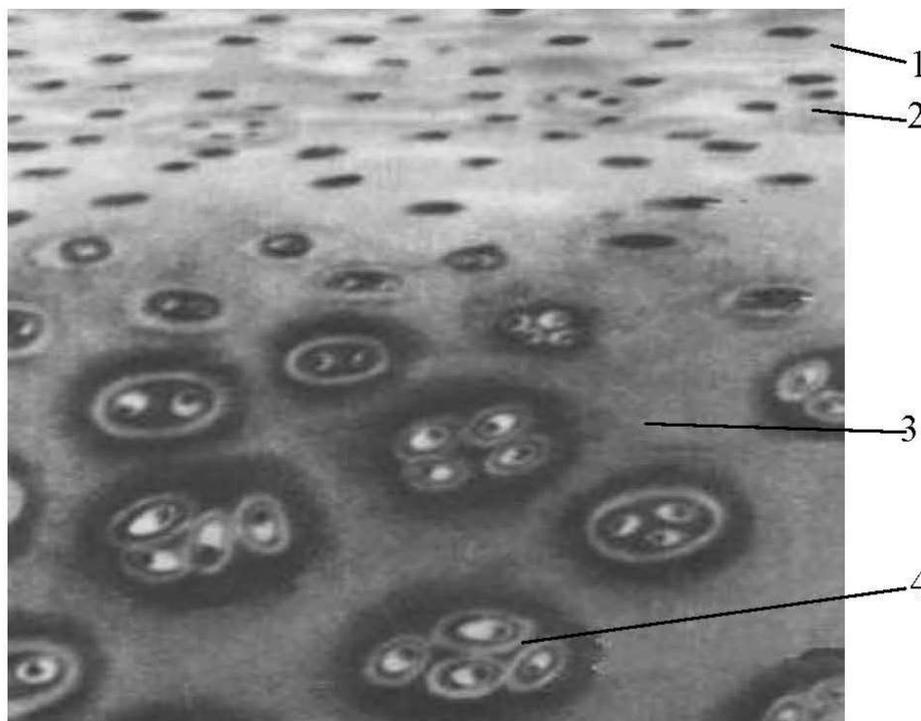


Рис. 8. Гиалиновый хрящ:

1 – надхрящница; 2 – зона хряща с молодыми хрящевыми клетками (хондрогенный слой);  
3 – основное (межклеточное) вещество; 4 – группы хондроцитов (зрелые хрящевые клетки)

*Гиалиновый хрящ* гладкий, блестящий, голубовато-белого цвета и широко распространен. Он образует хрящи носа, гортани (щитовидный хрящ, перстневидный хрящ, черпаловидный, кроме голосовых отростков), трахеи и бронхов, суставные и реберные хрящи, хрящевые пластинки роста в трубчатых костях. Его межклеточное вещество образовано *коллагеновыми волокнами*, расположенными хаотично (рис. 8).

*Эластический хрящ* менее прозрачен, желтоватого цвета, отличается упругостью благодаря содержанию в хрящевом основном веществе многочисленных сложно переплетающихся *эластических волокон* (рис. 9). Образует ушную раковину, хрящи гортани (надгортанный, рожковидные, клиновидные, а также голосовые отростки черпаловидных хрящей), евстахиеву трубу. Этот вид ткани необходим для тех участков органов, которые способны менять свой объем, форму и обладают обратимой деформацией.

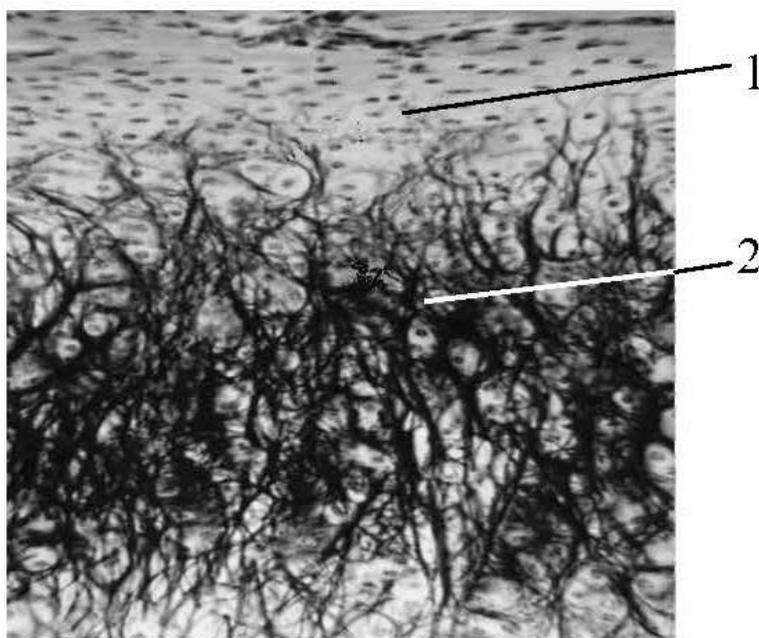


Рис. 9. Эластический хрящ:  
1 – хондроциты; 2 – эластические волокна

*Волокнистый хрящ* образует суставные диски и мениски, симфиз (лонное сочленение), фиброзные кольца межпозвоночных дисков, суставные поверхности в височно-нижнечелюстном и грудинно-ключичном суставах. Он содержится в местах прикрепления сухожилий к костям или гиалиновому хрящу. Межклеточное вещество этой разновидности хрящей состоит из большого количества *коллагеновых волокон*, расположенных упорядоченно параллельными пучками, что придает хрящу повышенную прочность (рис. 10).

Для хрящевой ткани характерны относительно низкий уровень метаболизма, отсутствие сосудов, гидрофильность, прочность и эластичность, наличие большого количества основного вещества, в котором расположены клетки и волокна. Так как в хрящевой ткани нет кровеносных сосудов, ее трофика осуществляется за счет сосудов надхрящницы или синовиальной жидкости.

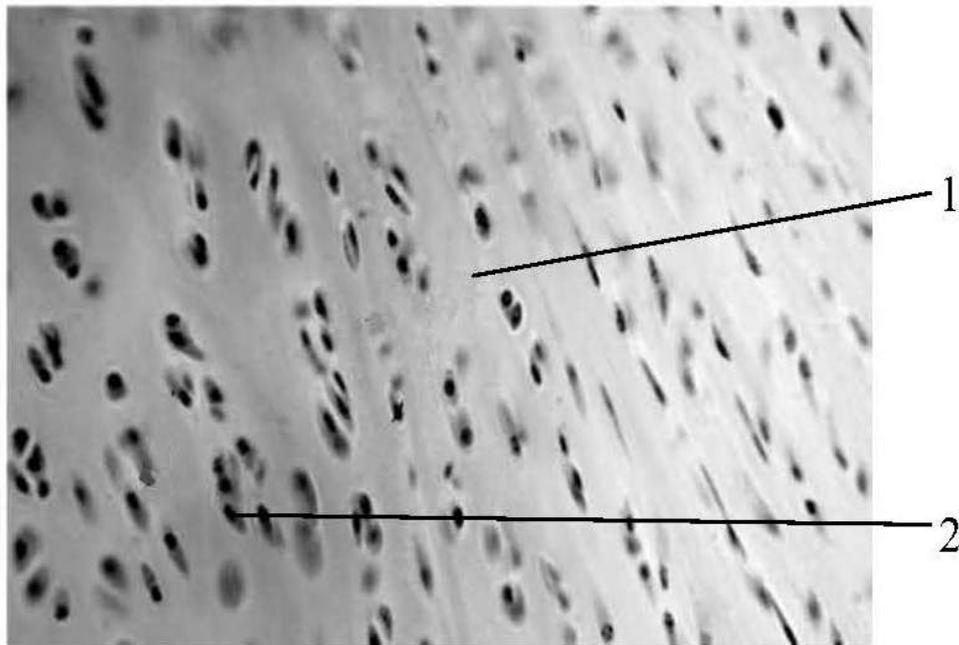


Рис. 10. Волокнистый хрящ:  
1 – коллагеновые волокна; 2 – хондроциты

Поверхность хряща покрыта надхрящницей. Она обеспечивает защиту, рост, регенерацию хряща и его питание. Покрывающая суставные поверхности костей хрящевая ткань надхрящницы не имеет.

Эластический и волокнистый хрящи устойчивы к повреждениям и мало меняются с возрастом, а гиалиновая хрящевая ткань может подвергаться обызвествлению, трансформируясь иногда в костную ткань.

**2. Костная ткань** – одна из самых твердых тканей в организме человека, по плотности ее превосходит только эмаль зуба. Из этой ткани построены кости человека.

Костная ткань выполняет *опорно-механическую, защитную функции*, является *депо минеральных веществ* (в основном кальция и фосфора), участвует в *регуляции водно-солевого обмена* в организме, а также *активизирует* в местах локализации красного костного мозга *процесс кроветворения*.

Костная ткань состоит из клеток (*остеоцитов*) и *межклеточного вещества*.

*Остеоциты* – многоотростчатые веретенообразные клетки, тела клеток находятся в полостях, а отростки – в канальцах, образованных межклеточным веществом. Они обеспечивают метаболизм (белков, углеводов, жиров, воды, минеральных веществ) костной ткани.

*Межклеточное вещество* представлено *коллагеновыми (оссеиновыми) волокнам* и *основным обызвествленным веществом*.

*Минеральные вещества* представлены кристаллами, главным образом, кальция и фосфора. Соотношение кальций/фосфор в норме составляет  $\approx 1,3-2,0$ . Кроме того, в кости обнаружены ионы магния, натрия, калия, сульфата, карбоната, гидроксильные ионы и другие.

Оссеиновые волокна обеспечивают эластичность, гибкость, упругость кости, сопротивление ее растяжению. Кристаллы обеспечивают прочность, жесткость кости, сопротивление ее сжатию.

Различают *грубоволокнистую* и *пластинчатую костную ткань*.

*Грубоволокнистая костная ткань* у человека встречается в эмбриональном периоде, у взрослых она имеется только в местах прикрепления сухожилий к костям, в заросших черепных швах и в костном лабиринте внутреннего уха. Грубоволокнистая костная ткань образуется при заживлении переломов. В составе этой ткани *оссеиновые волокна* образуют толстые беспорядочно расположенные пучки, между которыми в костных полостях содержится относительно большое количество *остеоцитов*. В этом типе костной ткани отсутствуют кровеносные сосуды, а степень ее минерализации ниже, чем в пластинчатой костной ткани.

*Пластинчатая костная ткань*, из которой построен весь скелет человека, отличается тем, что *оссеиновые волокна* располагаются в виде параллельно ориентированных пучков и клеток с образованием костных пластинок (рис. 11). *Костная пластинка* – это структурная единица пластинчатой костной ткани, образованная параллельными пучками оссеиновых волокон, пропитанных минерализованным веществом, внутри которых располагаются остеоциты (рис. 12). Пластинчатая костная ткань образует два вида костного вещества – *компактное* и *губчатое*. В *губчатом веществе* костные пластинки образуют перекладины, перекрещивающиеся между собой и формирующие множество ячеек. Внутри ячеек находится красный костный мозг, широко представленный в эпифизах длинных трубчатых костей, а также в плоских костях таза, черепа, тел позвонков и др.

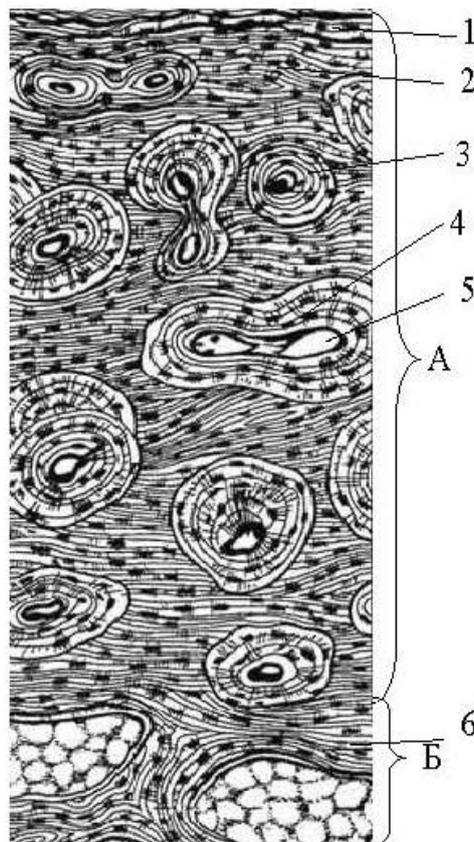


Рис. 11. Пластинчатая кость:

- А – плотное (компактное) вещество кости; Б – губчатое вещество кости; 1 – надкостница;  
2 – наружные общие пластинки; 3 – остеоны; 4 – система вставочных пластинок;  
5 – канал остеона; 6 – внутренние общие пластинки

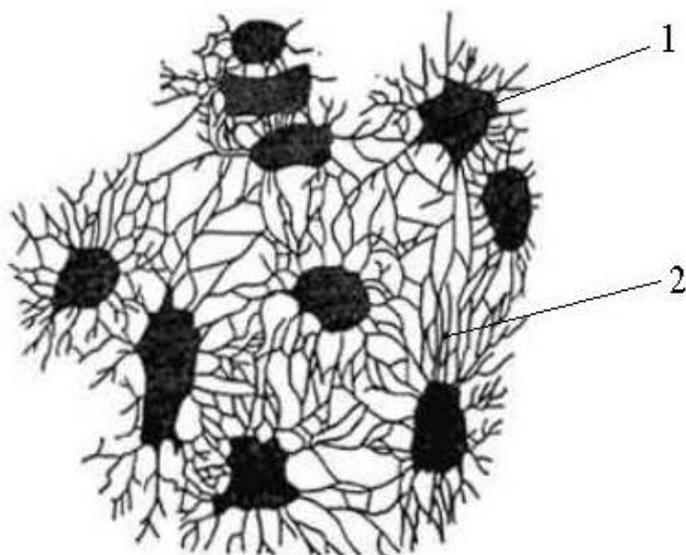


Рис. 12. Костная пластинка:  
1 – клетки; 2 – межклеточное вещество

В компактном веществе костные пластинки лежат в определенном порядке, образуя сложные системы – *остеоны*. *Остеон* – структурная единица костной ткани. Он состоит из 5–20 цилиндрических пластинок, вставленных одна в другую. В центре каждого остеона расположен центральный канал (Гаверсов), в котором проходят кровеносные сосуды и нервы (рис. 13, 14). Каналы остеонов сообщаются между собой с помощью коротких поперечных каналов. Расположены остеоны по длинной оси трубчатой кости.

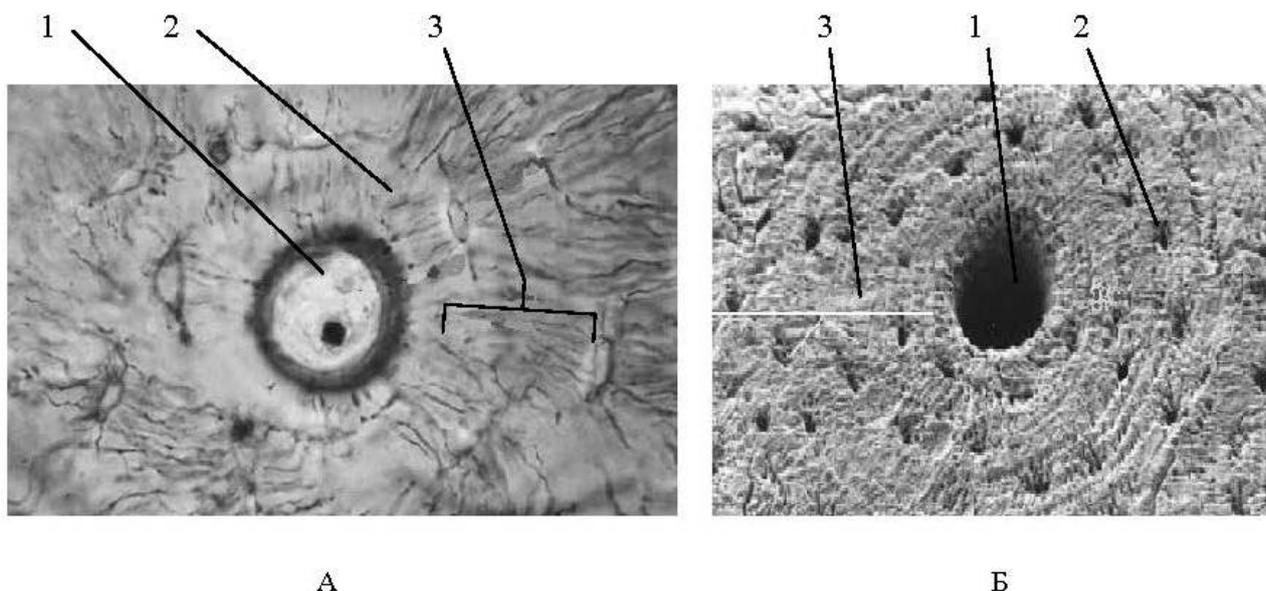


Рис. 13. Остеон:  
А – микрофотография; Б – сканирующая электронная микроскопия  
фрагмента кости; 1 – канал остеона; 2 – остеоциты; 3 – костные пластинки

*Компактное вещество* кости формирует диафизы трубчатых костей, покрывает поверхности большей части костей скелета и преобладает в строении некоторых участков плоских костей (чешуя височной кости, лопатка и т. д.).

Снаружи кость покрыта надкостницей, за исключением суставных поверхностей. Она содержит кровеносные сосуды, обеспечивающие питание кости, а также нервы и многочисленные нервные окончания. Последнее обстоятельство объясняет значительную болезненность при ударах по кости, не прикрытой мышцами (например, по внутренней поверхности большеберцовой кости). Кроме того, надкостница способствует *росту кости в толщину на протяжении всей жизни*, участвует в заживлении переломов костей, образуя костную мозоль.

В костях происходит непрерывный управляемый процесс разрушения и создания костной ткани. Благодаря этому кость может приспособливаться к изменяющимся условиям, под влиянием которых происходит перестройка внутренней структуры кости и изменение ее внешней формы при адаптации организма к многообразным физическим нагрузкам за счет выбора наилучших сочетаний жесткости, упругости и эластичности костей и скелета в целом.

Физиологические свойства костной ткани меняются в зависимости от возраста, мышечной деятельности, условий питания, а также под влиянием нарушения иннервации, деятельности желез внутренней секреции.

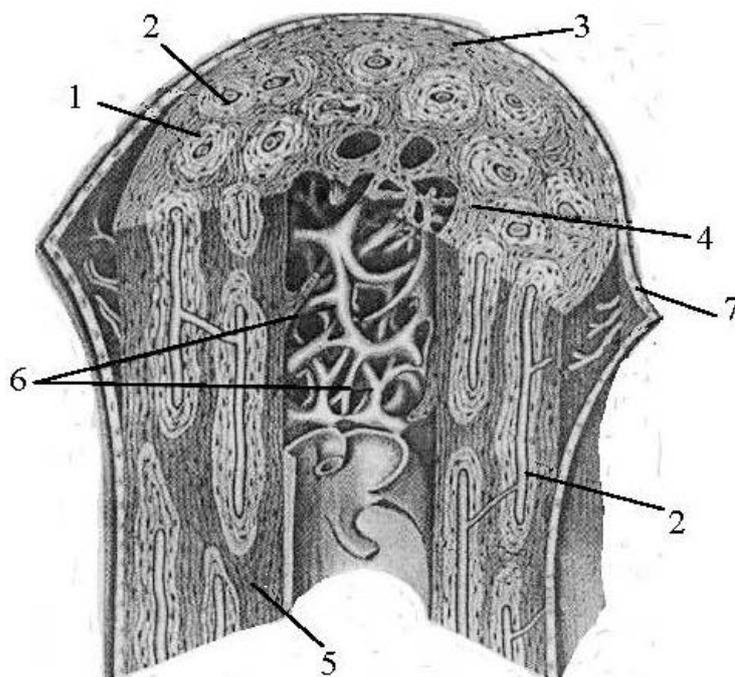


Рис. 14. Микроскопическое строение кости (пластинчатая костная ткань):

- 1 – остеоны; 2 – канал остеона; 3 – наружные общие пластинки;  
 4 – внутренние общие пластинки; 5 – компактное вещество; 6 – губчатое вещество;  
 7 – надкостница с кровеносными сосудами

## V. Ткани с гемопоэтическими свойствами

Производными тканей с гемопоэтическими свойствами являются *кровь, лимфа и межтканевая жидкость*, составляющие *внутреннюю среду организма*. Они доставляют клеткам вещества, необходимые для жизнедеятельности, и уносят конечные продукты обмена.

В отличие от непрерывно изменяющейся внешней среды, внутренняя среда постоянна по своему составу и физико-химическим свойствам (температура, ос-

мотическое давление, реакция и др.). Постоянство внутренней среды организма – это *гомеостаз*.

Основными *функциями* этих тканей являются *трофическая* и *защитная*.

1. **Кровь** – это жидкая ткань, состоящая из плазмы и взвешенных в ней кровяных телец (рис. 15). Циркуляция крови по замкнутой сердечно-сосудистой системе является необходимым условием поддержания постоянства ее состава. Остановка сердца и прекращение движения крови немедленно приводят организм к гибели.

Постоянство состава и свойств крови регулируется центральной нервной системой и железами внутренней секреции.

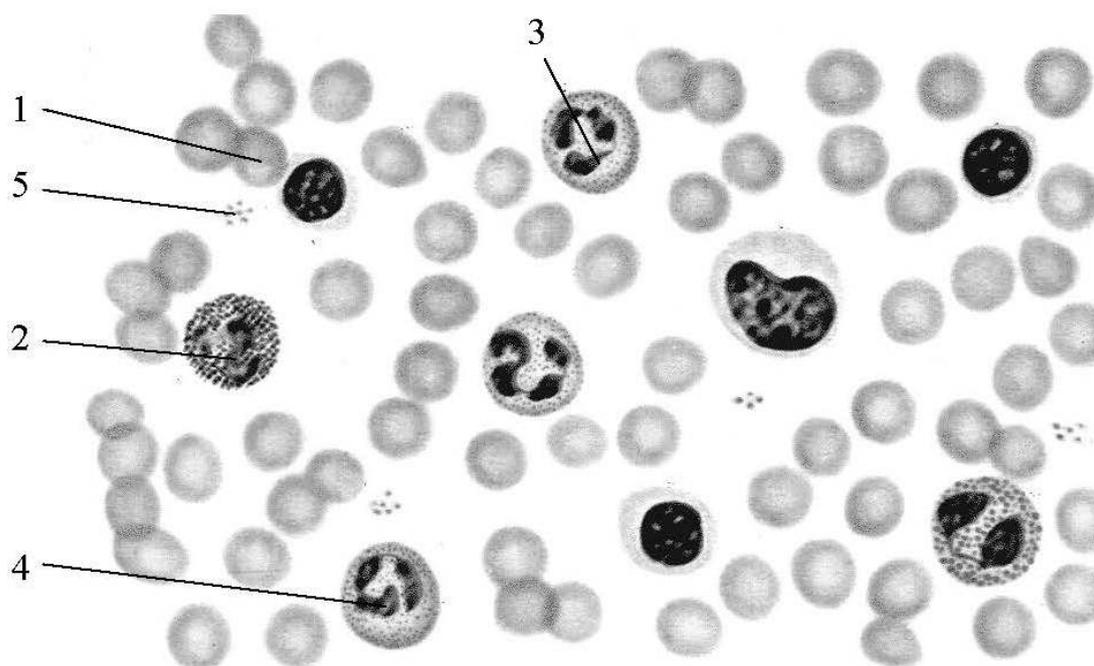


Рис. 15. Клетки крови:

1 – эритроциты; 2 – нейтрофилы; 3 – базофилы; 4 – эозинофилы; 5 – тромбоциты

*Основные функции крови. Находясь в непрерывной циркуляции, кровь выполняет транспортные функции: 1) обеспечивает доставку к органам и тканям питательных веществ и вынос продуктов метаболизма; 2) участвует в газообмене, транспортируя кислород ( $O_2$ ) и углекислый газ ( $CO_2$ ); 3) поддерживает постоянство температуры тела; 4) переносит гормоны и метаболиты (продукты обмена веществ), осуществляя химическое взаимодействие в организме или гуморальную регуляцию функций.*

Кровь выполняет *защитную функцию*. Она играет главную роль в иммунитете – невосприимчивости к инфекционным болезням и защите от вредных агентов. К защитным функциям крови относится также способность к свертыванию, прекращающему кровотечение.

Количество крови в организме взрослого человека равно 4,5–5 л (6–8 % от массы тела). Потеря 1/3 общего количества крови может привести к летальному исходу. В таких случаях необходимо экстренное переливание крови.

Форменные элементы составляют 40–45 % всей крови, а плазма – 55–60 %.

*Плазма крови* – бесцветная вязкая жидкость, в составе которой примерно 90 % воды, 9 % органических и 1 % минеральных веществ (калий, магний, кальций, фосфор и др.). Из органических веществ большую часть составляют белки – фибриноген, глобулины и альбумины. Фибриноген участвует в свертывании крови, глобулины – в образовании защитных антител, альбумины переносят малорастворимые вещества. Плазма крови без фибриногена называется *сывороткой крови*. Она применяется как лечебное и профилактическое (прививки) средство. В плазме также есть углеводы, жиры и др. органические вещества.

К форменным элементам крови относятся *эритроциты*, *лейкоциты* и *тромбоциты*.

*Эритроциты* – красные кровяные тельца. Их размеры малы (7–8,5 мкм), что обеспечивает возможность прохождения по капиллярам. Формой они похожи на двояковогнутые диски. Местом образования эритроцитов является красный костный мозг. Продолжительность жизни – 80–120 дней.

В норме в 1 мм<sup>3</sup> крови количество эритроцитов составляет 4,5–5 млн у взрослых.

У жителей горной местности, где содержание кислорода в воздухе меньше, количество эритроцитов больше, чем у людей, живущих на равнинах. Этот факт используется при проведении спортивных тренировок – достаточно одного-двух месяцев пребывания в условиях горной гипоксии, чтобы количество эритроцитов увеличилось. Число эритроцитов возрастает и при активной мышечной деятельности.

Снижение количества эритроцитов (анемия) наступает после кровопотерь и в др. случаях.

В эритроцитах содержится сложный белок – *гемоглобин*, выполняющий *важную роль в газообмене*, являясь переносчиком кислорода и углекислого газа. В состав гемоглобина входит железо. Гемоглобин может соединяться с другими газами (угарным – СО). Такой гемоглобин утрачивает функцию переносчика кислорода, что опасно для жизни.

*Лейкоциты* (белые кровяные тельца) представляют собой шаровидной формы клетки с ядром, диаметр их колеблется от 6 до 25 мкм.

В 1 мм<sup>3</sup> здорового человека содержится от 3500 до 9000 лейкоцитов. Количество лейкоцитов в крови не является постоянной величиной. Оно изменяется в зависимости от многих факторов. Увеличение количества лейкоцитов может быть физиологическим (при длительной мышечной работе, сильных эмоциях, после еды, при беременности). Патологическое увеличение количества лейкоцитов (лейкоцитоз) наблюдается при воспалительных, аллергических процессах и др. заболеваниях.

Под воздействием больших доз рентгеновских лучей и радиации количество лейкоцитов в крови уменьшается (лейкопения).

Лейкоциты образуются в красном костном мозге, в лимфатических узлах, селезенке. Продолжительность жизни этих клеток крови – от нескольких дней до 2–3 месяцев.

Лейкоциты, в отличие от эритроцитов, обладают амёбовидной подвижностью, что позволяет им осуществлять свои функции не только в просвете кровеносных сосудов, но и в тканях, в которые они попадают путем выхода из сосудов.

Лейкоциты подразделяются на две большие группы: *зернистые лейкоциты* (гранулоциты) и *незернистые лейкоциты* (агранулоциты). Среди *зернистых лейкоцитов* выделяют *нейтрофилы*, *базофилы* и *эозинофилы*. У нейтрофилов и эозинофилов ядра сегментированы. На внутренней поверхности ядер некоторых нейтрофилов есть дополнительное скопление хроматина, форма которого зависит от пола человека. По наличию полового хроматина (в мазках крови) можно определить принадлежность к женскому или мужскому полу. Этот факт используется и в спортивной практике.

К *незернистым лейкоцитам* относятся *лимфоциты* и *моноциты*.

Основная *функция* лейкоцитов – *защитная*, что проявляется в фагоцитозе и участии в выработке антител.

*Тромбоциты* (кровяные пластинки) – бесцветные округло-овальной формы маленькие тельца диаметром 2–3 мкм. Ядра в них нет. В 1 мм<sup>3</sup> крови их насчитывается 200–300 тысяч. Тромбоциты образуются в красном костном мозге. Продолжительность их жизни составляет 5–8 дней. Тромбоциты активно участвуют в *свертывании крови*. Количество тромбоцитов увеличивается при мышечной работе. При гемофилии наблюдается резкое снижение количества тромбоцитов – кровь не свертывается.

2. **Лимфа** – бесцветная жидкость, по составу напоминающая плазму крови. Она состоит из *лимфоцитов* и *лимфоплазмы*. В последней, примерно, в два раза меньше белка, чем в крови. *Функции* лимфы – *транспортная* и *защитная*.

Ее образование обусловлено постоянным переходом плазмы, содержащей питательные вещества и кислород, из кровеносных капилляров в ткани, благодаря чему образуется тканевая жидкость. В тканевую жидкость из клеток выделяются продукты обмена веществ, которые поступают частично обратно в кровеносные капилляры, а частично проникают в лимфатические капилляры, образуя лимфу. Во время повышенной активности организма процесс образования лимфы возрастает. В среднем количество белка составляет 3–4 %, глюкозы – 0,1 %, минеральных солей – 0,9 %. В сутки у человека образуется около 1,5 л лимфы.

## ВОПРОСЫ

1. Ткань – это \_\_\_\_\_

---

---

---

2. Какие группы тканей внутренней среды различают в организме человека:

---

---

---

3. Заполнить таблицу

Название ткани	Локализация	Строение	Функции
Рыхлая волокнистая соединительная ткань			
Оформленная плотная волокнистая соединительная ткань			
Неоформленная плотная волокнистая соединительная ткань			
Жировая ткань			
Ретикулярная ткань			

Название ткани	Локализация	Строение	Функции
Слизистая ткань			
Пигментная ткань			
Хрящевая ткань:			
гиалиновый хрящ			
эластический хрящ			
волокнистый хрящ			
Костная ткань:			

Название ткани	Локализация	Строение	Функции
грубоволокнистая			
пластинчатая			
Кровь			
Лимфа			

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека: учеб. для ин-тов физ. культуры / М. Ф. Иваницкий. – М.: Олимпия PRESS, 2011.
2. Сапин, М. Р. Анатомия человека: в 2 кн. / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. – М.: Высшая школа, 1996.
3. Броницкая, Г. М. Анатомия человека: в 2 кн. / Г. М. Броницкая, Л. А. Лойко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015.
4. Карманный атлас анатомии человека / Х. Фениш [и др.]; под ред. С. С. Денисова. – Минск: Высшая школа, 2002.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
СОБСТВЕННО СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ .....	5
I. Рыхлая волокнистая соединительная ткань .....	5
II. Плотная волокнистая соединительная ткань .....	6
III. Соединительная ткань с особыми свойствами .....	7
СПЕЦИАЛЬНАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ .....	11
IV. Соединительные ткани с опорными свойствами .....	11
V. Ткани с гемопозитическими свойствами .....	16
ВОПРОСЫ .....	20
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	23