

## ЛЕКЦИЯ №4 ТКАНИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. КРОВЬ, ЛИМФА И ВНУТРИТКАНЕВАЯ ЖИДКОСТЬ

Все клетки организма живут во внутренней водной среде, из которой черпают все необходимое и в которую выделяют продукты своей жизнедеятельности.

**Кровь, лимфа и тканевая жидкость – ткани внутренней среды. Благодаря постоянству их циркуляции обеспечивается обмен веществ в тканях и органах, их взаимодействие.**

### 1. Кровь

**Кровь - жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе человека и животных; обеспечивает жизнедеятельность клеток и тканей и выполнение ими различных физиологических функций.**

Кровь, передвигаясь по сосудистой системе от аорты до капиллярной сети, обеспечивает снабжение кислородом и питательными веществами всех тканей и органов тела человека. Кровь, вытекающая из раны, имеет вид однородной красной жидкости; однако на самом деле она состоит из желтоватой жидкости, называемой плазмой, и плавающих в ней форменных элементов: красных кровяных телец (эритроцитов), сообщающих крови ее цвет, белых кровяных телец (лейкоцитов), защищающих организм от возбудителей болезней, и тромбоцитов (красных пластинок), которые играют важную роль в начале процесса свертывания крови [3].

Кровь содержит многие химические соединения, потребность в которых изменяется в зависимости от функциональной активности тканей. Однако химический состав крови, активная реакция среды (рН) и др. физ.-хим. константы сохраняют относительное постоянство, что обеспечивается механизмами гомеостаза. К ним относятся скорость кровотока, регулирующая поступление к тканям питательных веществ, способность экскреторных органов к удалению продуктов обмена веществ, сохранение водного баланса, которое достигается благодаря обмену жидкостью между кровью и лимфой. Гомеостаз поддерживается и посредством регуляции обмена веществ и энергии биологически активными веществами (гистамин, серотонин, ацетилхолин и др.), гормонами, переносимыми кровью от места их образования к месту действия.

**Основная функция крови – перенос различных веществ**, в том числе тех, с помощью которых организм защищается от воздействий окружающей среды или регулирует функции отдельных органов. В зависимости от характера переносимых веществ различают следующие функции крови.

**Дыхательная функция** – транспорт кислорода от легочных альвеол к тканям и углекислоты от тканей к легким [25].

**Питательная функция** – перенос питательных веществ (глюкозы, аминокислот, жирных кислот, триглицеридов и т.д.) от органов пищеварительной системы, органов-депо или органов, где эти вещества образуются, к тканям, где они подвергаются дальнейшим превращениям; эта функция тесно связана с транспортом промежуточных продуктов обмена веществ [2].

**Экскреторная функция** – перенос конечных продуктов обмена (мочевины, кератина, мочевой кислоты) в почки и другие органы (кожа, желудок) и участие в процессе образования мочи [3].

**Регуляторная функция** – перенос гормонов, вырабатываемых железами внутренней секреции и других биологически активных веществ, при помощи которых осуществляется регуляция функций отдельных клеток тканей, а также удаление этих веществ и их метаболитов после того, как их физиологическая роль выполнена [2].

**Гомеостатическая функция** – достижение пространства внутренней среды организма благодаря перемещению крови, омыванию ею всех тканей, с межклеточной жидкостью которых ее состав уравнивается.

**Терморегуляторная функция** – перемещение крови, благодаря ее высокой теплопроводности и теплоемкости, увеличивает потери тепла организмом, когда существует угроза перегревания, или, наоборот, обеспечивает сохранение тепла при понижении температуры окружающей среды; эта функция реализуется путем уменьшения величины кровотока в коже, подкожной жировой клетчатке, мышцах и внутренних органах под влиянием изменения температуры окружающей среды [2].

**Защитная функция** осуществляется веществами, обеспечивающими гуморальную защиту организма от инфекции и попадающих в кровь токсинов, а также лимфоцитами, участвующими в образовании антител. Клеточная защита осуществляется лейкоцитами, которые переносятся током крови в очаг инфекции, к месту ее проникновения и совместно с другими тканевыми веществами обеспечивает формирование защитного барьера. Током крови удаляются и обезвреживаются образующиеся при повреждении тканей продукты их деструктуризации. К защитной функции крови относится ее способность к свертыванию, образованию тромба и прекращению кровотечения. В этом процессе принимают участие тромбоциты. При значительном снижении количества тромбоцитов наблюдается замедленное свертывание крови [3].

**Состав крови.** По представлениям А.Л. Чижевского, поток крови — единая структурированная динамическая система, включающая огромное число элементов.

**Форменные элементы крови — эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.**

**1. Эритроцит** — безъядерная клетка. Диаметр 7-8 мкм. Количество эритроцитов: у женщин —  $3,9-4,9 \times 10^{12}$  в 1 л, у мужчин —  $4,0-5,2 \times 10^{12}$ . Более высокое содержание эритроцитов у мужчин связано со стимулирующим эритропоз влиянием андрогенов. Продолжительность циркуляции в крови — 120 дней.

**Гемоглобин.** Практически весь объем полностью лишённой органелл цитоплазмы эритроцита заполнен Нб. Молекула Нб — тетрамер, состоящий из 4 полипептидных цепей глобина, каждая из которых ковалентно связана с одной молекулой гема. Основная функция Нб — перенос  $O_2$ .

**Гибель и разрушение эритроцитов.** В сутки из кровотока удаляется 0,5-1,5% общей массы эритроцитов (40-50 тыс/мкл). Эритроциты, закончившие жизненный цикл, разрушаются в селезёнке, печени и костном мозге. Нб разделяется на гем и цепи глобина, расщепляющиеся до аминокислот.

## 2. Лейкоциты

**Общая характеристика.** Лейкоциты — ядерные клетки шаровидной формы. В 1 л крови взрослого здорового человека содержится  $3,8-9,8 \times 10^9$  лейкоцитов. В цитоплазме лейкоцитов находятся гранулы: специфические (вторичные) и азурофильные (лизосомы).

**Функции.** Лейкоциты участвуют в защитных реакциях, уничтожая микроорганизмы, захватывая инородные частицы и продукты распада тканей, осуществляя реакции гуморального и клеточного иммунитета.

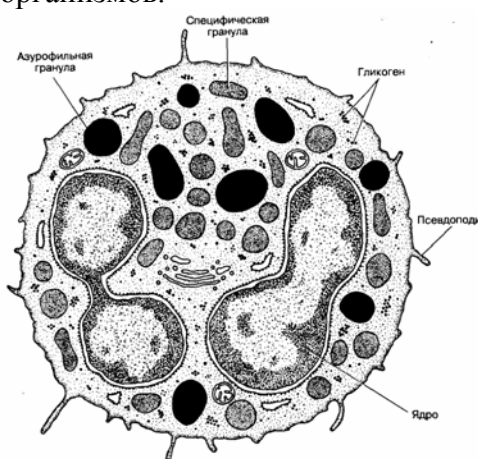
**Число лейкоцитов в крови.** Изменяющаяся потребность в отдельных типах лейкоцитов отражается в увеличении (*цитозы*, иногда *филии*) или уменьшение (*пении*) их числа в циркулирующей крови. Например, при острых бактериальных инфекциях в крови увеличивается число нейтрофилов (*нейтрофильный лейкоцитоз*). При вирусных и хронических инфекциях происходит увеличение числа лимфоцитов (*лимфоцитоз*), при паразитарных инфекциях — *эозинофилия*.

**2.1. Нейтрофилы** — наиболее многочисленный тип лейкоцитов (рис. 6-3). Они составляют 40-75% общего количества лейкоцитов. Размеры нейтрофила: в мазке крови — 12 мкм; диаметр нейтрофила, мигрирующего в тканях, увеличивается почти до 20 мкм. Нейтрофилы образуются в костном мозге в течение 7 суток, через 4 суток выходят в кровотоки и находятся в нём 8-12 часов. Продолжительность жизни — около 8 суток. Старые клетки фагоцитируются макрофагами. Нейтрофил содержит несколько

митохондрий и большое количество гликогена. Клетка получает энергию путём гликолиза, что позволяет ей существовать в бедных кислородом повреждённых тканях. Количество органелл, необходимых для синтеза белка, минимально; поэтому нейтрофил не способен к продолжительному функционированию и погибает после единственной вспышки активности. Такие нейтрофилы составляют основной компонент гноя (*гнойные клетки*). В состав гноя также входят погибшие макрофаги, бактерии, тканевая жидкость.

В зависимости от степени дифференцировки различают **палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы**.

**Фагоцитоз.** Нейтрофилы обладают выраженной фагоцитарной активностью и участвуют в острой воспалительной реакции. Главная их функция — разрушение и захват тканевых обломков и микроорганизмов.

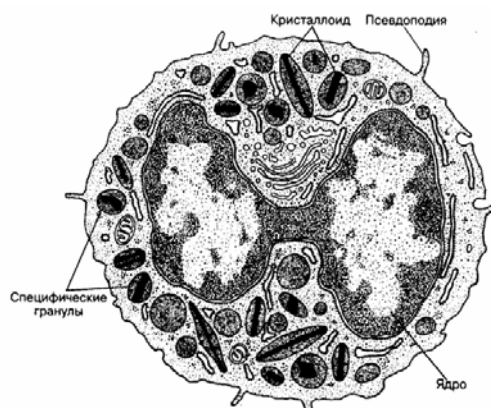


**Рис. Нейтрофил.** Ядро состоит из 3-5 сегментов, соединённых тонкими перемычками. В цитоплазме — минимальное количество органелл, но много гранул гликогена.

Нейтрофил содержит небольшое количество азурофильных гранул (специализированных лизосом) и многочисленные более мелкие специфические гранулы

**2.2. Эозинофилы** (рис. 6-4) составляют 1-5% лейкоцитов, циркулирующих в крови. Их количество изменяется в течение суток и максимально утром. Эозинофилы в течение нескольких дней после образования остаются в костном мозге, затем циркулируют в крови 3-8 часов, большинство из них выходит из кровотока. Эозинофилы мигрируют в ткани, контактирующие с внешней средой (слизистые оболочки дыхательных и мочеполовых путей, кишечника). **Размер** эозинофила в крови  $>12$  мкм, увеличивается после выхода в соединительную ткань до 20 мкм. **Продолжительность жизни** — предположительно 8-14 дней.

**Участие в воспалительных реакциях.** Эозинофилы отвечают хемотаксисом на многие сигналы, исходящие из эндотелия, макрофагов, паразитов и поврежденных тканей.



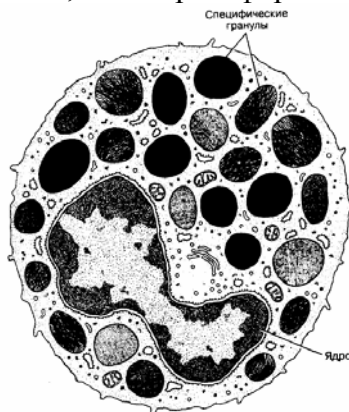
**Рис. Эозинофил.** Ядро эозинофила обычно образует два крупных сегмента, соединённых тонкой перемычкой. Содержит умеренное количество типичных органелл, гликоген.

Крупные гранулы овоидной формы содержат электроплотный материал — кристаллоид. Клетка образует цитоплазматические выросты, при помощи которых мигрирует в тканях

**2.3. Базофилы** составляют 0-1% общего числа лейкоцитов циркулирующей крови. Базофилы и тучные клетки (см. главу 6.2 Б 2 г) во многом сходны. Тем не менее они имеют морфологические и функциональные различия и по-разному распределяются в тканях. Базофилы находятся в пределах костного мозга и кровеносного русла. В крови базофилы циркулируют 1-2 суток. Как и другие лейкоциты, они могут покидать кровоток, но их способность к амебоидному движению ограничена. Размер — 10-12 мкм. Продолжительность жизни неизвестна.

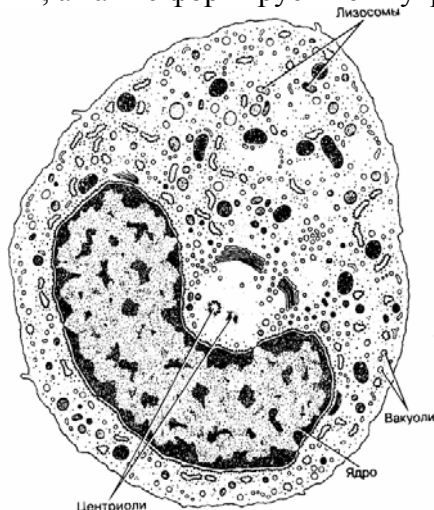
**Специфические гранулы.** Крупные (0,5-1,2 мкм) метакроматически окрашенные гранулы. Имеют разнообразную, чаще овальную или округлую форму с плотным содержанием.

**Функция.** При действии аллергена происходит быстрый экзоцитоз содержимого гранул (дегрануляция). Дегрануляция опосредована молекулами IgE. При этом происходит перекрёстное связывание двух и более молекул IgE. Выделение гистамина и других vasoактивных факторов при дегрануляции и окисление арахидоновой кислоты вызывают развитие аллергической реакции немедленного типа. Такие реакции характерны, например, для аллергического ринита, некоторых форм астмы, анафилактического шока.



**Рис. Базофил.** Ядро слабодольчатое, изогнутое в форме буквы S. В цитоплазме присутствуют все виды органелл, свободные рибосомы, гликоген. Специфические гранулы разнообразны по размерам и по форме. Содержимое гранул чаще неоднородно по плотности

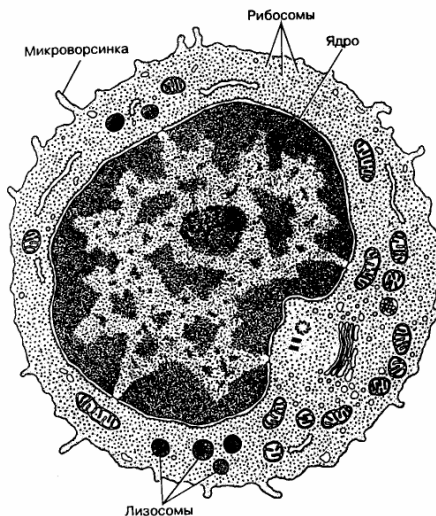
**2.4. Моноциты.** Главная функция моноцитов и образующихся из них макрофагов — фагоцитоз. Моноциты фагоцитируют опсонизированные частицы. В их переваривании участвуют лизосомные ферменты, а также формируемые внутриклеточно  $H_2O$ ,  $OH^-$ ,  $O_2$ .



**Рис. Моноцит.** Крупное бобовидное или подковообразное ядро расположено эксцентрично. Хроматин слабо конденсирован. В цитоплазме присутствуют типичные органеллы, много рибосом и полирибосом, пиноцитозные пузырьки, фагоцитарные вакуоли, многочисленные лизосомы

**2.5. Лимфоциты** составляют 20-45% общего числа лейкоцитов, циркулирующих в крови. При вирусных инфекциях и хронических инфекциях обычен лимфоцитоз.

**Функция.** Лимфоциты играют центральную роль во всех иммунологических реакциях. Большинство лимфоцитов крови находится в функционально и метаболически инактивированном состоянии. Кровь — среда, в которой лимфоциты циркулируют между органами лимфоидной системы (*например*, лимфатические узлы, селезёнка) и другими тканями. Лимфоциты выходят из сосудов в соединительную ткань в ответ на специфические сигналы. Лимфоциты могут мигрировать через базальную мембрану эпителиев и внедряться в эпителий (*например*, в слизистой оболочке кишечника).



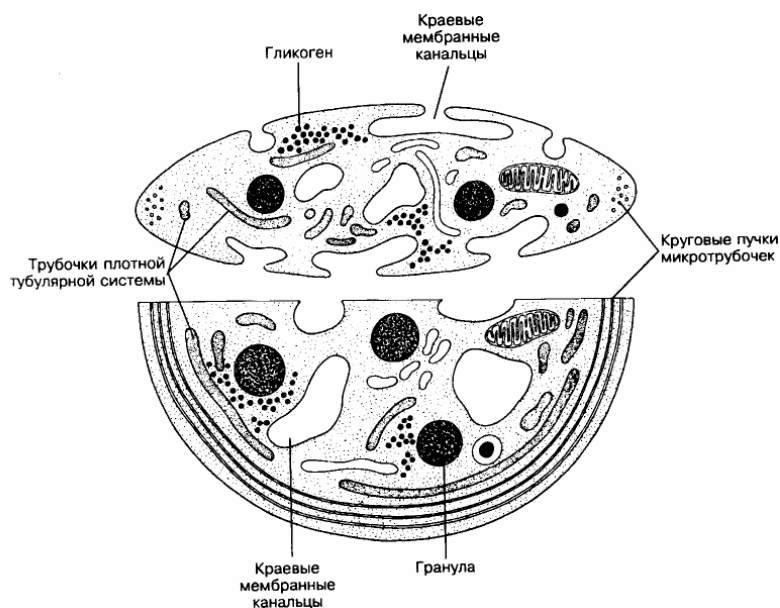
**Рис. 6-7. Лимфоцит.** Ядро округлое с небольшими выемками или бобовидное. Хроматин сильно конденсирован. Клетка имеет небольшой объём цитоплазмы, образующей узкий ободок вокруг ядра. В цитоплазме присутствует минимальное количество обычных органелл. Лимфоцит образует короткие цитоплазматические отростки

**Величина клетки.** Популяция лимфоцитов по этому признаку неоднородна, их размер в крови варьирует от 4,5 до 10 мкм: малые (4,5-6 мкм), средние (7-10 мкм) и большие лимфоциты (10-18 мкм).

**Функциональная классификация.** К лимфоцитам относят сходные морфологически, но различающиеся функционально клетки. Выделяют следующие типы: **В-лимфоциты, Т-лимфоциты и НК-клетки.**

**Продолжительность жизни.** В-клетки образуются в костном мозге, Т-клетки созревают в вилочковой железе. Продолжительность жизни лимфоцитов достаточно велика: от нескольких месяцев до нескольких лет.

**3. Тромбоциты** (кровяные пластинки) — фрагменты расположенных в красном костном мозге мегакариоцитов. Количество тромбоцитов в циркулирующей крови —  $190-405 \times 10^9/\text{л}$ . Размер — 3-5 мкм. Две трети кровяных пластинок циркулирует в крови, остальные депонируются в селезёнке. Продолжительность жизни — 8 дней. Старые и дефектные тромбоциты фагоцитируются в селезёнке, печени и костном мозге. Тромбоциты содержат в большом количестве митохондрии, элементы комплекса Гольджи и рибосомы, а также гранулы гликогена и ферменты для аэробного и анаэробного дыхания. Тромбоциты участвуют в свёртывании крови и восстановлении целостности стенки сосуда, секретируя ангиогенные факторы.



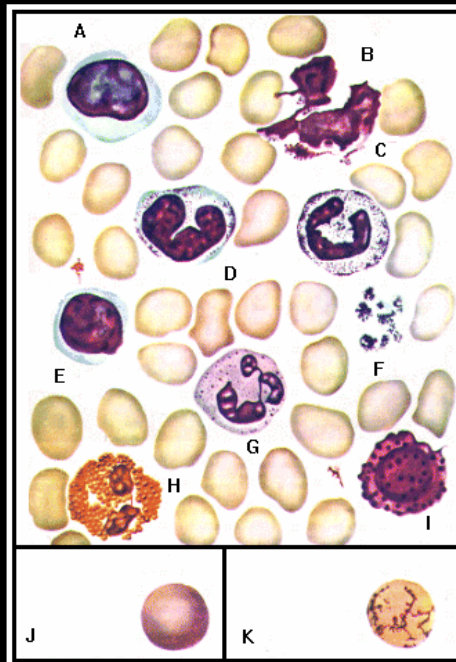
**Рис. Тромбоцит** имеет форму овального или округлого диска. В цитоплазме присутствуют много митохондрий, комплекс *Гольджи*, рибосомы, гликоген. В центральной части тромбоцита сосредоточены различные гранулы. Периферическая часть содержит циркулярные пучки микротрубочек, сократительные белки. Здесь же имеются связанные между собой мембранные каналы, открывающиеся во внеклеточную среду. Вглубь от краевой области в цитоплазме располагаются мембранные трубочки плотной тубулярной системы

Движение эритроцита в сосудистом русле не хаотично вследствие ограниченного объёма пространства, занимаемого им, а также в результате электростатических, гидродинамических и др. сил, препятствующих сближению и соприкосновению эритроцитов. Основная функция эритроцитов — транспорт  $O_2$  и  $CO_2$  — осуществляется благодаря большому содержанию гемоглобина (около 265 млн. молекул гемоглобина в каждом эритроците). Эритроциты активно участвуют в водно-солевом обмене, в регуляции кислотно-щелочного равновесия организма, а также содержания аминокислот и отчасти полипептидов за счёт их адсорбции. Эритроциты являются носителями групповых свойств крови. Лейкоциты — ядерные клетки; они подразделяются на зернистые клетки — гранулоциты (к ним относятся нейтрофилы, эозинофилы и базофилы) и незернистые — агранулоциты. Нейтрофилы характеризуются способностью к движению и проникновению из очагов кроветворения в периферическую кровь и ткани; обладают свойством захватывать (фагоцитировать) микробы и др. чужеродные частицы, попавшие в организм. Агранулоциты участвуют в иммунологических реакциях, процессах регенерации, воспаления. Количество лейкоцитов в крови взрослого человека от 6 до 8 тыс. в  $1\text{ мм}^3$ . Тромбоциты, или кровяные пластинки, играют важную роль в прекращении кровотечения. В  $1\text{ мм}^3$  крови человека 200—400 тыс, тромбоцитов, они не содержат ядер. Относительное постоянство количества форменных элементов крови регулируется сложными нервными (центральными и периферическими) и гуморально-гормональными механизмами.

Картина мазка крови человека представлена на рис. 1.1 и общий вид состава крови показан на схеме (рис. 1.2). Формула всей крови называется гемограмма.

Базофилы	Эозинофилы	Нейтрофилы			Лимфоциты	Моноциты	
		юные	палочко-ядерные	сегментоядерные			Всего
1	2	0	5	55	60	30	7

При заболевании формула изменяется, давая характерную картину.



Picture of erythrocytes, plates and different types of leukocytes showing them as they look in normal blood smear of a man, stained by Hastings stain.

- A. Lymphocyte
- B. Degenerative leukocyte
- C. Stab neutrophile
- D. Monocyte
- E. Small lymphocyte
- F. Plates
- G. Neutrophile
- H. Eosinophile
- I. Basophil
- J. Polychromatophilic erythrocyte
- K. Reticulocyte

Рис. 1.1.

Окраска по методу Гастингса.

- A. лимфоцит
- B. разрушенный лимфоцит
- C. палочкоядерный нейтрофил
- D. моноцит
- E. малый лимфоцит
- F. тромбоциты
- G. нейтрофил (сегментоядерный)
- H. эозинофил
- I. базофил
- J. полихроматофильный эритроцит
- K. ретикулоцит

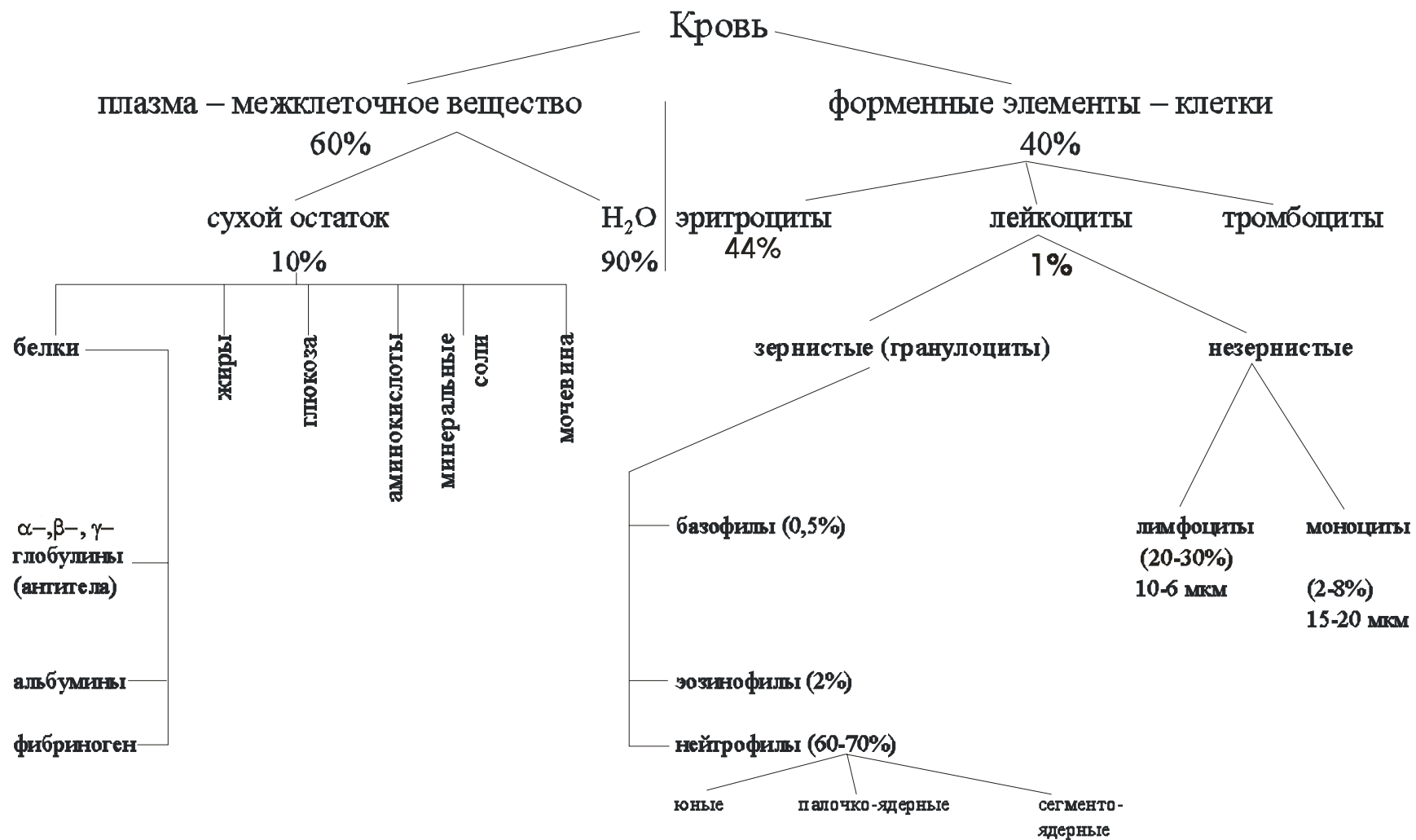


Рис. 1.2.



Плазма представляет собой сложную смесь белков, аминокислот, углеводов, жиров, солей, гормонов, ферментов, антител и растворенных газов.

Кровь, с одной стороны, обеспечивает доставку питательных веществ и кислорода, а с другой стороны, удаление шлаковых веществ и угольной кислоты. Благодаря содержанию важных для жизни минералов, витаминов и гормонов кровь является одним из важнейших факторов в поддержании гармонической взаимосвязи тканей и органов. Далее, в крови образуются и кровью транспортируются защитные вещества против внедрившихся в организм бактерий и ядов. Процесс свертывания крови можно рассматривать как защитные мероприятия против кровопотери [25].

В зависимости от степени потребности в различных функциональных элементах происходят изменения плазменного и клеточного состава крови.

Поэтому исследования морфологии кровяных клеток, их способности к регенерации, процесса свертывания и состава плазмы позволяют делать выводы состоянии в данный момент циркулирующей крови и костного мозга. Более того, клеточный состав и физико-химическое состояние крови являются функцией всего организма, и потому изучение состояния крови является функциональным исследованием [2].

### **Физико-химические свойства крови.**

Плотность и вязкость крови зависят главным образом от количества форменных элементов и в норме колеблются в узких пределах. У человека плотность цельной крови  $1,05—1,06 \text{ г/см}^3$ , плазмы —  $1,02—1,03 \text{ г/см}^3$ , форменных элементов —  $1,09 \text{ г/см}^3$ . Разница в плотности позволяет разделить цельную кровь на плазму и форменные элементы, что легко достигается с помощью центрифугирования. Эритроциты составляют 44%, лейкоциты и тромбоциты — 1% от общего объема крови.

Осмотическое давление крови, при  $37^\circ\text{C}$  равное  $740 \text{ кН/м}^2$  (7,63 атм.), определяется ее осмотической концентрацией, т.е. суммой всех частиц – молекул, ионов, коллоидных частиц, находящихся в единице объема, преимущественно входящими в её состав электролитами; в плазме — ионами Na и Cl, в эритроцитах — K и Cl, а также присутствующими в крови белками. Эта величина поддерживается физиологическими механизмами с очень большим постоянством. В медицинских исследованиях величину осмотического давления исследуют редко, значительно чаще пользуются эквивалентным понятием осмотической концентрации, которую определяют по величине депрессии (понижения) температуры замерзания исследуемой жидкости по сравнению с водой. В норме эта величина составляет 0,55-0,56, что соответствует 0,27-0,31 моль/л или 270-310 ммоль/л.

Концентрация водородных ионов (pH) — слабощелочная, составляет 7,26—7,36 и поддерживается на этом уровне буферными системами крови — бикарбонатной, фосфатной и белковой, а также деятельностью органов дыхания и выделения.

Электропроводность крови, то есть ее способность проводить электрический ток, на 70% определяется присутствующими в плазме солями (главным образом хлоридом натрия), на 25% белками плазмы и лишь на 5% клетками крови. Выражается электропроводность в обратных Омах ( $\text{Ом}^{-1}$ ). С увеличением температуры электропроводность плазмы и сыворотки увеличивается примерно на 2,1% на каждый градус. Измерение электропроводности крови используется в клинической практике, в частности, при определении СОЭ (скорости оседания эритроцитов) [2].

Величина поверхностного натяжения крови различна, в зависимости от того, производится измерение сразу, т.е. в условиях, когда вновь образованный поверхностный слой еще не достиг равновесного состояния (динамическое поверхностное натяжение), или спустя некоторое время (статическое поверхностное натяжение). Время, в течении которого поверхностный слой достигает равновесного состояния, составляет для крови не менее 30 минут. Динамическое поверхностное натяжение плазмы 67-77 мН/м, близко по величине к поверхностному натяжению воды и в очень большой степени зависит от

условий получения образца плазмы или сыворотки. Статическое поверхностное натяжение более постоянно и сильно увеличивается при понижении температуры: при  $t=38^{\circ}\text{C}$  оно составляет 46-47 мН/м, при  $t=18^{\circ}\text{C}$  – 57-58 мН/м [2].

Одно из важнейших свойств крови – текучесть – составляет предмет изучения биореологии. При патологиях и травмах текучесть крови существенно изменяется вследствие действия определенных факторов свертывающей системы крови.

**Свертывание крови** - превращение жидкой крови в эластичный сгусток; защитная реакция организма человека и животных, предотвращающая потерю крови. Свертывание крови протекает как последовательность биохимических реакций, совершающихся при участии факторов свёртывания крови (ФСК) — ряда белков плазмы и ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . ФСК обозначают римскими цифрами: I — фибриноген, II — протромбин, III — тромбопластин, IV — кальций, V и VI — соответственно плазменный и сывороточный акцелераторы-глобулины, VII — конвертин, VIII — антигемофильный глобулин А, IX — антигемофильный глобулин В (т. н. Кристмас-фактор), X — Стюарт — Проувер-фактор (аутопротромбин С, тромботропин), XI — плазменный предшественник тромбопластина, XII — фактор Хагемана, XIII — фибрин-стабилизирующий фактор (фибринолигаза). Ряд компонентов системы свертывания крови содержится в форменных элементах крови. Так, в тромбоцитах находятся фактор 3 кровяных пластинок (предшественник тромбопластина), аналоги факторов V и XIII, фибриногена и др. Ведущие реакции свертывания крови, протекающие с участием ферментов: образование активного тромбопластина, превращение протромбина в тромбин; превращение фибриногена и фибрин; стабилизация фибрина. Основы ферментативной теории свертывания крови были предложены профессорами Юрьевского (ныне Тартуского) университета А. Шмидтом (работы 1872—95). В дальнейшем было установлено, что первая стадия свертывания крови осуществляется как «внутренней» системой свертывания крови (тромбопластин образуется из свёртывающих факторов плазмы крови и фактора 3 из разрушающихся тромбоцитов), так и «внешней» (тромбопластин образуется при участии тканевой среды, выделяющейся в результате повреждения тканей) системой свертывания крови. На основе экспериментальных и клинических данных был предложен ряд современных схем свертывания крови, в т. ч. каскадная схема английского учёного Р. Макферлана (1965—66). Согласно этой схеме (рис. 1.3.), внутренний процесс свертывания крови начинается с активации фактора XII и превращения его в фактор XIIa. Активация осуществляется при соприкосновении этого белка со смачиваемой поверхностью, при взаимодействии с хиломикронами (липопротеидными частицами крови) или при появлении в кровотоке избытка адреналина, а также при некоторых других условиях. Фактор XIIa вызывает ряд последовательных реакций, в которые вовлекаются присутствующие в плазме крови факторы от XI до V включительно. В итоге образуется кровяной тромбопластин, или протромбиназа.

При проникновении в кровь тканевого предшественника (внешний путь свертывания крови) активный тромбопластин образуется при участии плазменных факторов V, VII и X и ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Кровяная или тканевая протромбиназа осуществляет превращение протромбина (фактор II) в фермент тромбин (фактор IIa). Последний, отторгая от фибриногена пептидные фрагменты, превращает его в фибрин-мономер. Нестабилизированный (растворимый в мочеvine и некоторых кислотах) фибрин подвергается ферментативной стабилизации фактором XIIIa в присутствии ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . В результате возникает нерастворимый фибрин-полимер, представляющий собой основу кровяного сгустка, или тромба. Схема Макферлана обоснована экспериментально, однако в ней не учтено значение присутствующих в крови естественных антикоагулянтов, а также физиологические регуляции жидкого состояния крови и её свёртывания. У организмов разных видов время свертывания крови сильно варьирует. Кровь человека, извлечённая из сосудистого русла, в норме свёртывается за 5—12 мин (для регистрации времени свертывания крови и нарушений применяется прибор тромбоэластограф). При

многих заболеваниях процесс свертывания крови замедляется, что часто бывает обусловлено недостатком (приобретённым или наследственным) в организме одного или нескольких ФСК. Так, при неусвоении витамина К возникающие кровотечения обусловлены нарушением биосинтеза II, VII, IX и X ФСК. Тот же эффект может возникнуть при введении в организм избыточных доз антикоагулянтов непрямого действия — антагонистов витамина К, напр. дикумарина и его производных. Пример врождённого заболевания — недостаток фактора VIII (гемофилия А), наследование которого связано с передачей женской половой хромосомы. Подобное же заболевание может быть обусловлено накоплением образующихся в организме антагонистов фактора VIII или нарушением структуры этого белка. Различные варианты наследственной недостаточности или дефекты в молекулярной структуре известны почти для всех плазменных ФСК. Нарушения регуляции жидкого состояния крови и её свёртывания приводят также к тромбообразованию, т. е. возникновению и стабилизации сгустков крови в сосудистом русле. Возникновение тромба нельзя объяснить только повышением или усилением процесса свертывания крови. Причиной подобных патологических состояний может быть также локальное или общее понижение в организме функции противосвёртывающей системы, обеспечивающей регуляцию жидкого состояния крови. Сочетание явлений рассеянного тромбоза и геморрагии может быть обусловлено нарушением регуляторных взаимоотношений свёртывающей и противосвёртывающей систем.

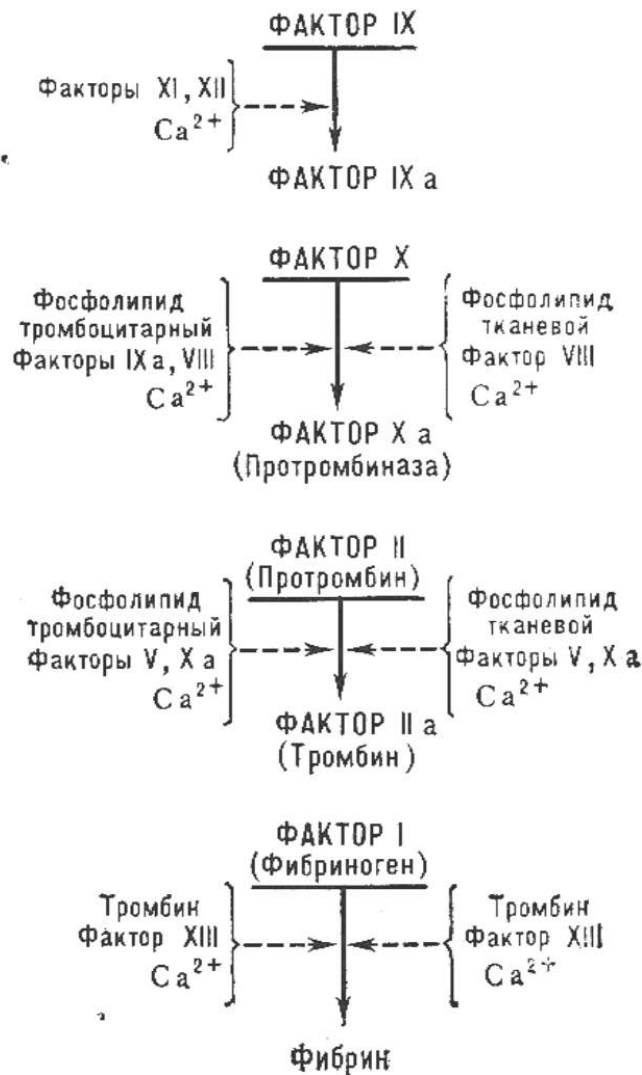


Рис. 1.3.

### Группы крови.

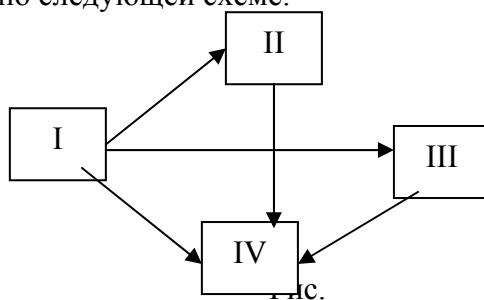
Открыты в 1890г. австрийским ученым Карлом Ландштейнером. Их 4 основных. Определение группы крови важно при переливании донорской крови. Она должна быть совместима с группой крови реципиента. Совместимость крови по системе АВ0 определяется наличием или отсутствием белковых факторов в эритроцитах (провоцирующих агглютинацию) – агглютиногены А и В, а также факторов плазмы – агглютенины  $\alpha$  и  $\beta$ .

При встрече одноименных факторов (А и  $\alpha$ , В и  $\beta$ ) происходит агглютинация – склеивание эритроцитов – и гемолиз (разрушение клеток крови). В этих случаях реципиенты погибают от гемотрансфузионного шока.

#### Классификация Янского

	Группа	Агглютиногены	Агглютенины	
35%	0 (I)	–	$\alpha, \beta$	Универсальная донорская кровь
40%	A (II)	A	$\beta$	
17%	B (III)	B	$\alpha$	
8%	AB (IV)	AB	–	Универсальный реципиент

В медицинской практике переливают кровь только своей группы. Но в экстремальных ситуациях при массовых кровопотерях и недостатке донорской крови возможно переливание по следующей схеме.



### Резус-фактор.

Помимо системы АВ0 делят все возможные группы крови на 2 вида:

Rh<sup>+</sup> 85%      Rh<sup>-</sup> 15% - не имеют

Впервые белковый фактор обнаружен у макаки резус. При переливании Rh<sup>+</sup> крови реципиенту, имеющему Rh<sup>-</sup> кровь организм последнего вырабатывает антитела (как на любой белок) – глобулярные белки. Поэтому при переливании обязательно учитывают резус-принадлежность. В противном случае развивается гемотрансфузионный шок при повторных переливаниях.

Особенное значение имеет для женщин. В случае беременной Rh<sup>-</sup> женщины Rh<sup>+</sup> плодом, унаследовавший резус-фактор от отца, в ее организме образуются антитела – антирезус агглютинин, который, попадая через плаценту в кровь плода вызывает агглютинацию и гемолиз. Это приводит к развитию гемолитической болезни новорожденного, а при повторных беременностях к внутриутробной гибели плода – резус-конфликт.

### Значение переливания крови.

Кровь имеет важную роль в организме, поэтому всякий недостаток крови, а также нарушение ее состава ведет к изменению гомеостаза, порой несовместимого с жизнью.

Переливание крови выполняет прежде всего заместительную функцию – форменные элементы, компоненты плазмы (белки, БАВ, ферменты) продолжая в

организме реципиента нести свои биологические функции, замещая утраченную организмом кровь.

## 2. Лимфа.

Лимфа – ткань внутренней среды организма, которая образуется за счет тканевой жидкости путем диффузии последней через стенки лимфокапилляров.

Лимфа циркулирует в сосудах лимфатической системы. Лимфа состоит из:

1. лимфоплазмы;
2. лимфоцитов.

Лимфа обеспечивает возвращение тканевой жидкости в кровяное русло, фильтрацию и обезвреживание.

Тканевая жидкость перекачивается в лимфу, фильтруясь в лимфоузлах и в чистом, стерильном виде поступает в кровь. Лимфы всего примерно 2 л.

## 3. Тканевая жидкость

Тканевая жидкость находится в промежутках между клетками тканей, она образуется из плазмы крови, путем фильтрации через стенки капилляров, является посредником между кровью и тканями организма.

Тканевой жидкости примерно 28 л.

### Круговорот жидкостей

