

В медицине при обезвоживании, а также для растворения лекарственных препаратов используют *физиологический раствор*. Он представляет собой 0,9 %-й водный раствор хлорида натрия (NaCl). Физиологический раствор и плазма крови имеют абсолютно одинаковое осмотическое давление. Данное обстоятельство позволяет использовать физиологический раствор как временный заменитель плазмы крови.

■ **Повторим главное.** Внутреннюю среду организма образуют кровь, лимфа и тканевая жидкость. ◆ Способность организма сохранять относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды носит название гомеостазис. ◆ Кровь выполняет питательную, дыхательную, защитную, выделительную, регуляторную и терморегуляторную функции. ◆ Она состоит из плазмы и форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). ◆ Основным компонентом плазмы крови является вода с растворенными в ней белками и другими органическими и минеральными веществами.

? **Ключевые вопросы.** 1. Что представляет собой внутренняя среда организма? Какую роль она играет в жизнедеятельности клеток? 2. Отличается ли химический состав плазмы крови и тканевой жидкости? 3. Для чего организму необходимо поддерживать постоянство внутренней среды? 4. Какие функции выполняет кровь? Лимфа? 5. Каков химический состав плазмы крови? Носителем каких свойств является плазма?

Сложные вопросы. 1. В процессе работы в саду на коже рук могут образовываться водяные мозоли. Чем они заполнены? 2. Человек съел недоброкачественную пищу, и через некоторое время у него была обнаружена повышенная вязкость крови. Какие физиологические процессы приводят к таким результатам? 3. Что произойдет с эритроцитом, помещенным в раствор с высоким содержанием ионов натрия и хлора?

§ 23. Форменные элементы крови

- **Вспомните.** Какие форменные элементы входят в состав крови? Для чего делают анализ крови?
- **Как вы думаете?** Почему количество эритроцитов не одинаково у жителей равнин и гор?
- **Вы узнаете** о строении и функциях форменных элементов крови.

К форменным элементам крови относятся **эритроциты** (красные клетки крови), **лейкоциты** (белые клетки крови) и **тромбоциты** (кровяные пластинки). На их долю приходится около 35—45 % общего объема крови.

Все клетки крови имеют общее происхождение. Они являются потомками кроветворных стволовых клеток красного костного мозга. Несмотря на это, эритроциты, лейкоциты и тромбоциты выполняют совершенно разные функции.

Функции эритроцитов. Перенос кислорода и углекислого газа — основная функция эритроцитов. Эритроциты содержат дыхательный пигмент — **гемоглобин**, который придает крови красный цвет (рис. 45). В норме содержание гемоглобина у женщин составляет 120—150 г/л, а у мужчин — 130—160 г/л.

Гемоглобин состоит из белковой части — *глобина* и активной группы — *гема*. Гем содержит железо (Fe^{2+}), атомы которого способны образовывать прочный комплекс с кислородом. Всего в гемоглобине четыре гема, то есть четыре участка связывания кислорода.

В процессе насыщения крови кислородом она приобретает ярко-алую окраску. Так как обогащенная кислородом кровь по артериям направляется сердцем к тканям, ее называют *артериальной*.

В тканях кислород отсоединяется от гемоглобина и поступает в клетки, где с его участием протекают все окислительные процессы.

Гемоглобин может переносить не только кислород, но и углекислый газ. Кровь, насыщенная углекислым газом, возвращается по венам к сердцу и поэтому называется *венозной*. Она имеет темно-вишневую окраску.

Количество эритроцитов в крови поддерживается на относительно постоянном уровне. Однако стрессы, повышенная физическая нагрузка, обезвоживание организма могут сказаться на содержании красных кровяных клеток в крови даже у здорового человека. В естественных условиях образование эритроцитов зависит от потребности организма в кислороде. У людей, проживающих в высокогорных районах с разреженным воздухом, количество эритроцитов примерно на 30 % больше, чем у жителей морского побережья.

Функция лейкоцитов состоит в формировании **иммунитета** — невосприимчивости организма к возбудителям инфекционных заболеваний и защите от генетически чужеродных клеток.

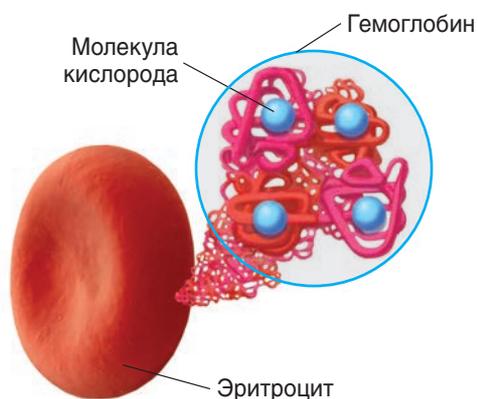
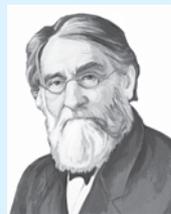


Рис. 45. Строение эритроцита

Лейкоциты способны к самостоятельному движению. Одни из них образуют и выделяют *антитела* — защитные вещества, обладающие антибактериальными и антитоксическими свойствами. Другие с помощью ложноножек захватывают и переваривают болезнетворные микроорганизмы. Один лейкоцит может поглотить 15—20 бактерий. Как правило, сам он при этом погибает. Образующийся при воспалительных процессах гной представляет собой сгусток распавшихся лейкоцитов и обезвреженных ими бактерий.

Количество лейкоцитов существенно колеблется даже в течение суток. В утренние часы их число минимально. А вот после приема пищи, при физической нагрузке содержание белых клеток крови резко возрастает.

▲ **Известные ученые.** Функции лейкоцитов изучил русский биолог, лауреат Нобелевской премии Илья Ильич Мечников (1845—1916). Он установил, что лейкоциты способны самостоятельно передвигаться и уничтожать микроорганизмы. Процесс переваривания лейкоцитами чужеродных микроорганизмов Мечников назвал *фагоцитозом* (от греч. phagos — пожиратель).



Тромбоциты, или кровяные пластинки, являются ключевыми участниками процесса свертывания крови. Уменьшение их количества в крови сопровождается кровотечениями, появлением незаживающих ран и синяков. Увеличение содержания тромбоцитов в крови не менее опасно повышенным тромбообразованием и закупоркой кровеносных сосудов.

Основные характеристики эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Общая характеристика форменных элементов крови

Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
Место образования	Красный костный мозг	Красный костный мозг, вилочковая железа, селезенка, лимфатические узлы, миндалины	Красный костный мозг

Продолжение

Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
<i>Количество в 1 л крови</i>	Мужчины — $3,5—5,5 \cdot 10^{12}$ Женщины — $3,9—4,7 \cdot 10^{12}$	$4,0—9,0 \cdot 10^9$	$180—320 \cdot 10^9$
<i>Цвет</i>	Красный	Бесцветные	
<i>Форма клеток</i>	Двояковогнутый диск (такая форма увеличивает площадь поверхности)	Округлая, шаровидная	Округлая с гладкой поверхностью; иногда звездчатая с нитевидными отростками
<i>Диаметр</i>	7,0—8,0 мкм	7,5—20,0 мкм	2,0—5,0 мкм
<i>Наличие ядра</i>	Безъядерные	С ядром	Безъядерные
<i>Способность к передвижению</i>	Переносятся током крови	Могут образовывать ложноножки и покидать пределы кровеносного русла	Переносятся током крови
<i>Продолжительность жизни</i>	100—120 суток	От 2—4 суток до нескольких лет	5—10 суток
<i>Место разрушения</i>	Печень, селезенка	Селезенка, очаги воспаления в организме	Селезенка, места повреждения кровеносных сосудов

■ **Повторим главное.** Форменными элементами крови являются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. ♦ Эритроциты осуществляют перенос кислорода и углекислого газа. ♦ Лейкоциты обеспечивают защиту организма от болезнетворных микроорганизмов и чужеродных веществ. ♦ Тромбоциты — важнейшие участники процесса свертывания крови.

? **Ключевые вопросы.** 1. Как функции эритроцитов связаны с их строением? 2. Что вам известно о лейкоцитах? 3. Какое строение имеют тромбоциты? Какие функции они выполняют?

Сложные вопросы. 1. Дайте объяснение выражению: «Кровь — это река жизни». 2. Преступник, скрывая следы злодеяния, сжег свою одежду. Однако судебно-медицинская экспертиза на основании анализа пепла установила наличие на одежде следов крови и доказала его виновность. Как это было сделано? 3. На первом году жизни ребенка в его крови повышено содержание лейкоцитов. Почему в ходе взросления их число постепенно снижается? 4. Почему после приема пищи повышается содержание лейкоцитов в крови? Почему содержание лейкоцитов в крови растет при мышечной работе, беременности, крике у детей? 5. Чем можно объяснить повышенное содержание эритроцитов и гемоглобина в крови мужчин по сравнению с женщинами?



§ 24. Свертывание крови. Группы крови. Резус-фактор

- **Вспомните.** Что вам известно о переливании крови?
- **Как вы думаете?** Какую информацию несет нашивка на левой стороне груди полевой формы военнослужащего?
- **Вы узнаете** о механизме свертывания крови, резус-факторе, группах крови и правилах ее переливания.

Свертывание крови — защитная реакция, предохраняющая организм от потери крови. Одну из главных ролей в свертывании крови играют **тромбоциты**. При нарушении целостности мелких кровеносных сосудов они прилипают к поврежденной поверхности и склеиваются друг с другом. Образующаяся при этом пробка перекрывает рану, и кровотечение прекращается. В более крупных сосудах описанный механизм малоэффективен, поэтому тромбоциты начинают разрушаться с выделением веществ, обеспечивающих уплотнение тромба. Кроме них, в этом процессе принимают участие вещества, поступающие к месту повреждения из плазмы крови и близлежащих тканей. В результате их взаимодействия растворенный в плазме белок *фибриноген* переходит в нерастворимый *фибрин*. Нити фибрина и запутавшиеся в них форменные элементы крови формируют плотный кровяной сгусток — **тромб** (рис. 46). Он надежно закупоривает поврежденный участок сосуда и предотвращает дальнейшую потерю крови. Через некоторое время тромб рассасывается, и проходимость сосуда восстанавливается.

Тромбообразованию препятствуют растворенные в плазме крови *противосвертывающие вещества*. В случае их отсутствия вся кровь свернулась бы всего за несколько минут.