ГЛАВА 13. КРОВЬ

Кровь — жидкая подвижная соединительная ткань внутренней среды организма, которая состоит из жидкой среды — плазмы

и взвешенных в ней клеток — форменных элементов:

- клеток лейкоцитов,
- постклеточных структур (эритроцитов)
- и тромбоцитов (кровяные пластинки).

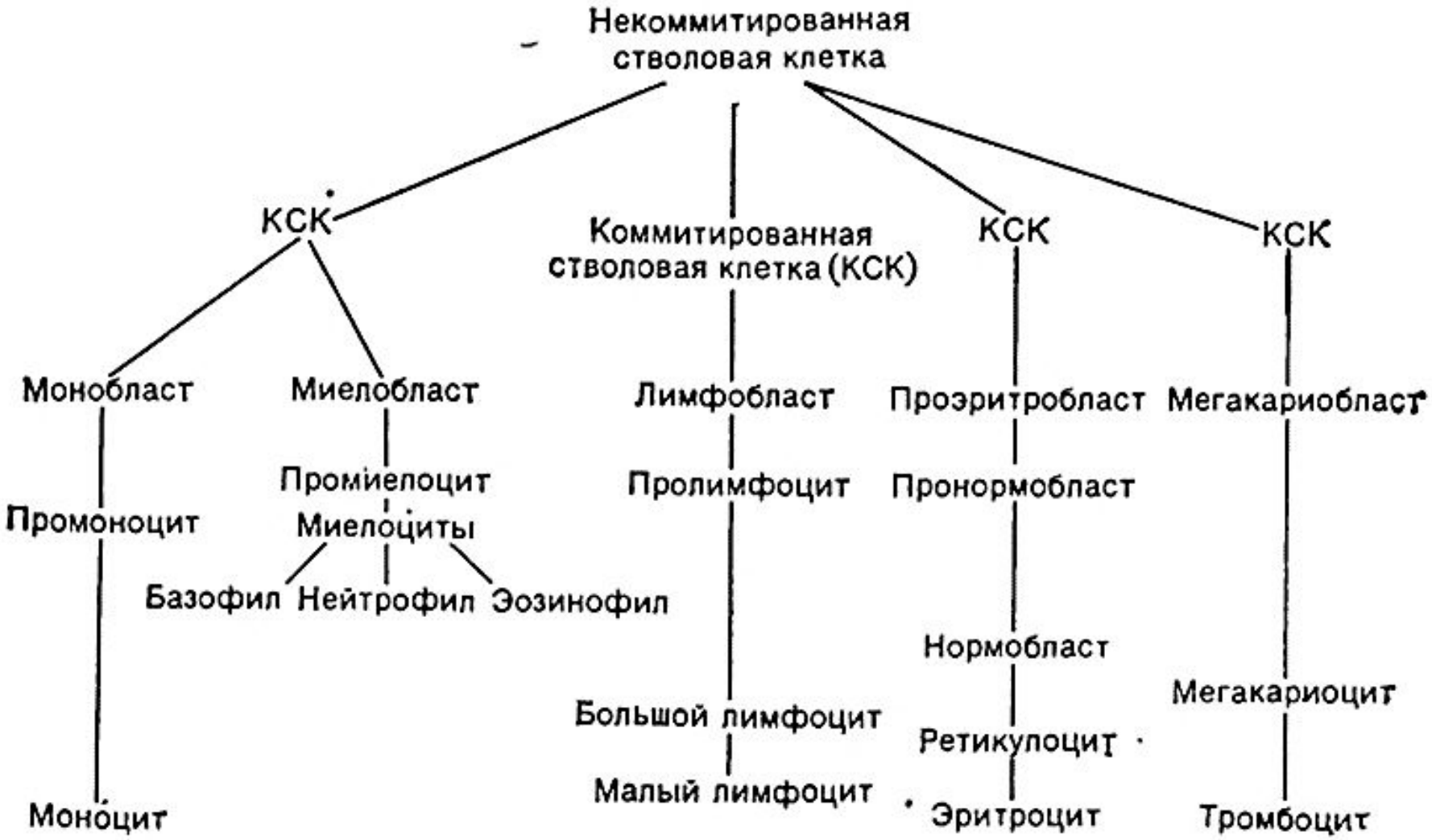

Рис. 13.3. Развитие клеток крови в костном мозгу.

ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

К форменным элементам крови относятся эритроциты, лейкоциты и кровяные пластинки (тромбоциты). Образование красных кровяных телец в костном мозгу называется эритропоэзом.

Таблица 13.1. Нормальные показатели форменных элементов крови (в 1 мм³)

Форменные элементы	В среднем	Границы нормы	Процент общего числа в среднем
Общее число лейкоцитов	9000	5000—11 000	
Эозинофилы	275	100—400	3,0
Базофилы	25		0,27
Нейтрофилы	5000	3000—7000	55,50
Моноциты	400	100—600	4,44
Лимфоциты	2000	1000—3000	22,22
Эритроциты	$4,7 \cdot 10^6$	$4—6 \cdot 10^6$	
Тромбоциты	300 000	200 000—400 000	

Рис. 13.1. Плазма и цельная кровь с эритроцитами и лейкоцитами.

ЭРИТРОЦИТЫ

Средняя продолжительность жизни эритроцитов человека 120 дней. Гемолизом называется разрыв эритроцитов с выходом содержащегося в них гемоглобина в плазму. Высвобождающееся при этом железо вновь используется в костном мозгу. Входящий в состав молекулы гем превращается в желчный пигмент билирубин, который
впоследствии выводится печенью.

Гемолиз не происходит в растворе, осмотическое давление которого равно осмотическому давлению крови. Такие растворы называются изотоническими.

Растворы с более низким осмотическим давлением называются гипотоническими, а с более высоким – гепертоническими.

В гипотонических растворах эритроциты поглощают воду и разрываются, в гипертонических они теряют воду и сморщиваются.

На численность эритроцитов влияет поступление железа, витаминов группы В, пищевого белка, а также гипоксия и мышечная работа.

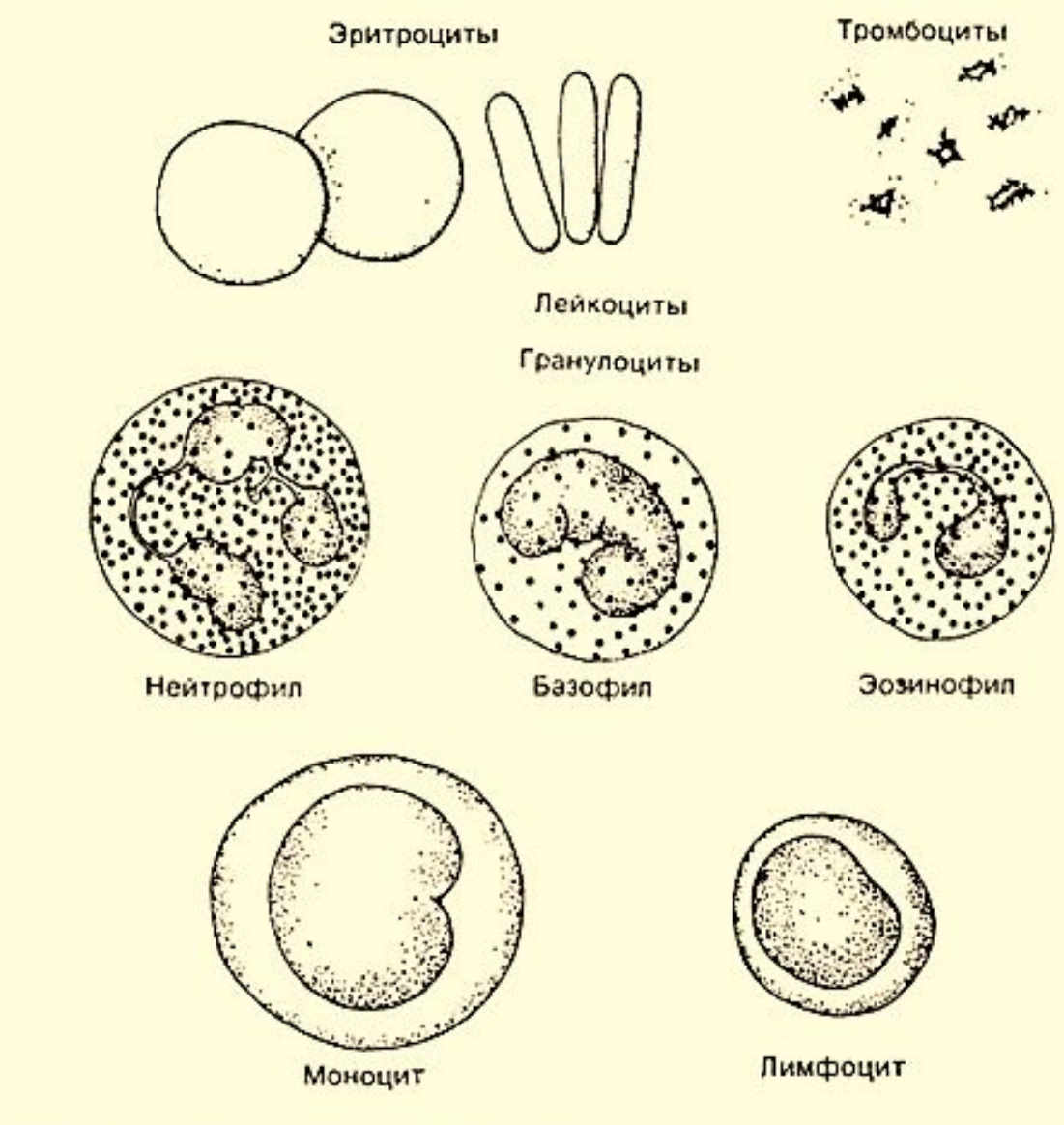

Рис. 13.2. Форменные элементы крови.

АНЕМИИ

Классификация:

— ***Нормоцитарные или нормохромные***. Размеры эритроцитов и содержание в них гемоглобина не изменены.

— ***Микроцитарные и гипохромные*** (со сниженным содержанием гемоглобина). Размеры и число эритроцитов и содержание в них гемоглобина снижено. Такие анемии называются железодефицитными.

— ***Макроцитарные и геперхромные***. Число эритроцитов уменьшено, но их размеры и содержание гемоглобина повышены.

— ***Апластическая анемия***. Связана с нарушением костномозгового кроветворения, может появиться в результате чрезмерного рентгеновского облучения.

— ***Серповидноклеточная анемия***. Характеризуется неправильной формой эритроцитов и нарушением транспорта кислорода. Эта форма анемии является наследственной.

Рис. 13.4. Хрупкость эритроцитов. По мере того как концентрация NaCl падает и раствор становится гипотоническим, все больше эритроцитов разрывается (гемолиз).

ТРОМБОЦИТЫ И СВЁРТЫВАНИЕ КРОВИ

Тромбоциты (кровяные пластинки) представляют собой безъядерные цитоплазматические образования диаметром 2-4 мкм.
Тромбоциты играют роль в остановке кровотечения (свёртывании крови).
Скапливаясь в области разрыва сосуда (агрегация тромбоцитов), они вместе с тромбопластинами способствуют образованию кровяного сгустка.
При свёртывании крови образуется плотный сгусток из нитей фибрина (тромб).
Фибрин представляет собой нерастворимый белок, образующийся из фибриногена в результате его активации ферментом тромбином, последний в свою очередь образуется из протромбина под действием ряда ускоряющих факторов.

Время свёртывания крови при температуре 37 градусов Цельсия в норме равно 3-8 минут.

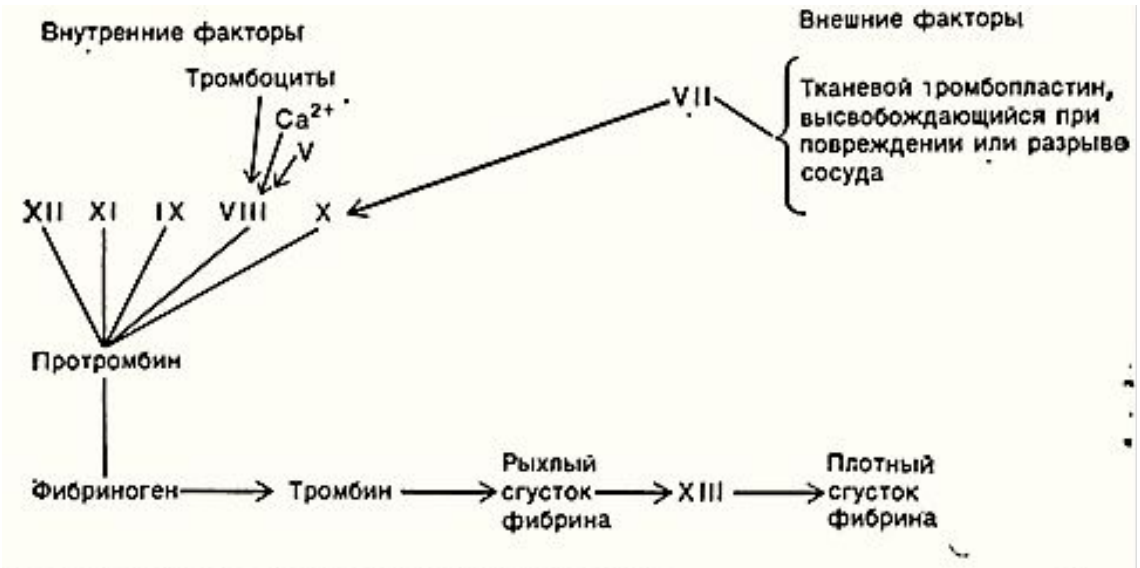

Рис. 13.5. Этапы процесса свертывания крови.

Таблица 13.2. Факторы свертывания крови

I	Фибриноген
II	Протромбин
III	Тромбопластин
IV	Ca^{2+}
V	Лабильный фактор, проакцелерин, АК-глобулин
VI	Акцелерин
VII	Стабильный фактор, проконвертин, сывороточный ускоритель превращения протромбина
VIII	Антигемофильный фактор А, антигемофильный глобулин (АГГ), тромбоцитарный кофактор I, тромбопластиноген А
IX	Антигемофильный фактор Б, плазменный компонент тромбопластина (ПКТ), тромбоцитарный кофактор II, фактор Кристмаса (ФК)
X	Фактор Стюарта — Прауэра
XI	Антигемофильный фактор В, предшественник плазменного тромбопластина (ППТ)
XII	Фактор Хагемана
XIII	Фибрин-стабилизирующий фактор

ГРУППЫ
КРОВИ

Таблица 13.3. Определение группы крови

Сыворотка[a]	Агглютинация	Группа крови
А и В	есть	АВ
А	есть	В
В	есть	А
А и В	нет	О

[a] Исследуемая кровь добавляется к сыворотке указанной группы.

Таблица 13.4. Группы крови и реакции при переливании

Группа крови	Переливание	Агглютинация
A	Эритроциты к сыворотке B и O	Есть
	Сыворотка к эритроцитам B и AB	Есть
B	Эритроциты к сыворотке A и O	Есть
	Сыворотка к эритроцитам A и AB	Есть
AB	Эритроциты к сыворотке A, B, O	Есть
	Сыворотка к эритроцитам A, B, AB, O	Нет
O	Эритроциты к сыворотке A, B, AB, O	Нет
	Сыворотка к эритроцитам A, B, AB	Есть

Люди с группой крови АВ являются универсальными реципиентами,
а с группой крови О – универсальными доноры.

ГЕМОГЛОБИН

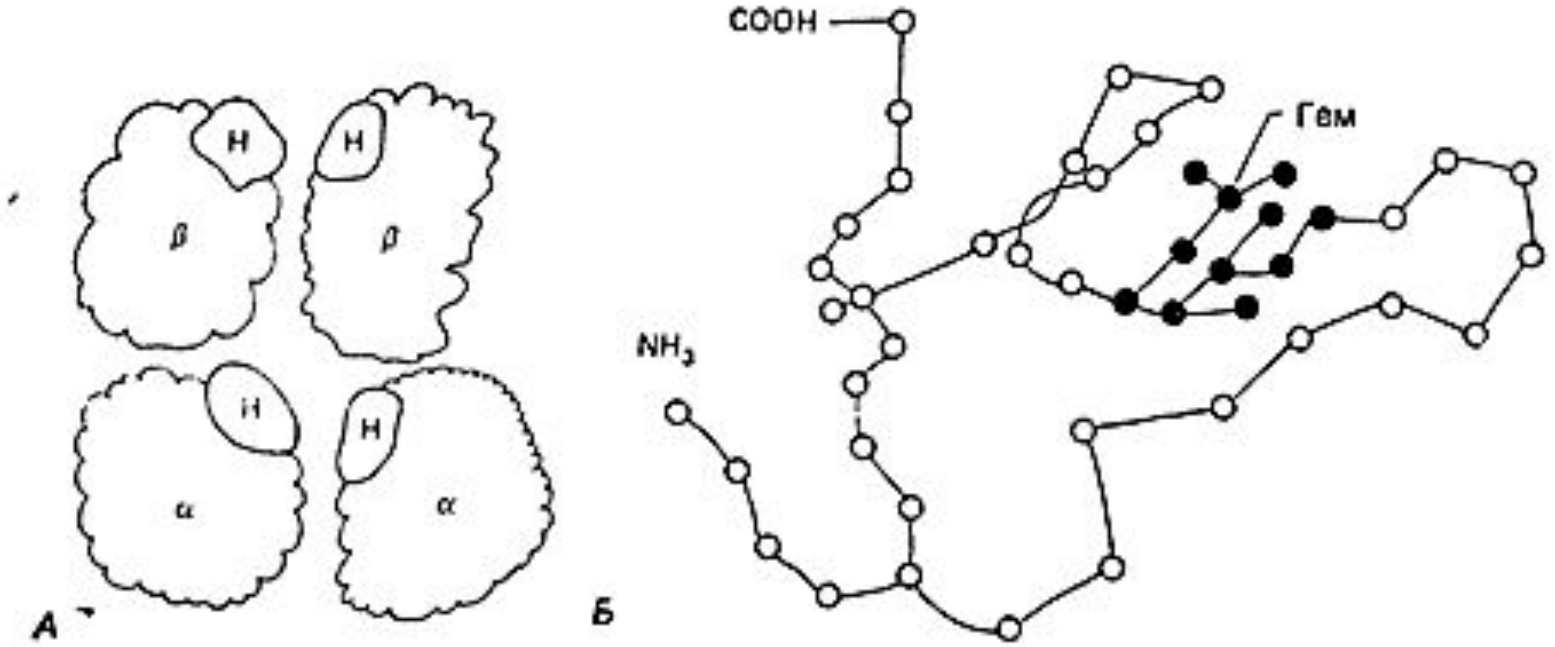

Рис. 13.6. Молекула гемоглобина (Hb). *А*. Четыре субъединицы (α и β), образующие молекулу гемоглобина. Каждая субъединица состоит из полипептидной цепи и гема (H). *Б*. Отдельная субъединица гемоглобина. Гем встроен в полипептидную цепь, представляющую собой линейную последовательность аминокислот (светлые кружки). В начале цепи — аминогруппа (NH_3), в конце — карбоксильная группа (COOH). (Perutz M. F. Scientific American, 239, № 6, 92, 1978.)

Гемоглобин – это кислородпереносящий пигмент эритроцитов. Молекула состоит из четырёх субъединиц, каждая из которых содержит гем – железосодержащее производное порфирита.

В нормальной крови человека присутствуют два типа гемоглобина: тип А у взрослых и тип F у плода.