

A 3D-rendered illustration of numerous red blood cells (erythrocytes) against a dark red background. The cells are depicted as biconcave discs, with some showing a central indentation. They are scattered across the frame, with some in sharp focus and others blurred in the background, creating a sense of depth. The overall color palette is various shades of red, from deep maroon to bright, almost white highlights on the cells' surfaces.

**«КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ КРОВИ.
КРОВЕТВОРЕНИЕ».**

Определение.

- **Кровь** – это ткань внутренней среды организма, является разновидностью соединительной ткани.

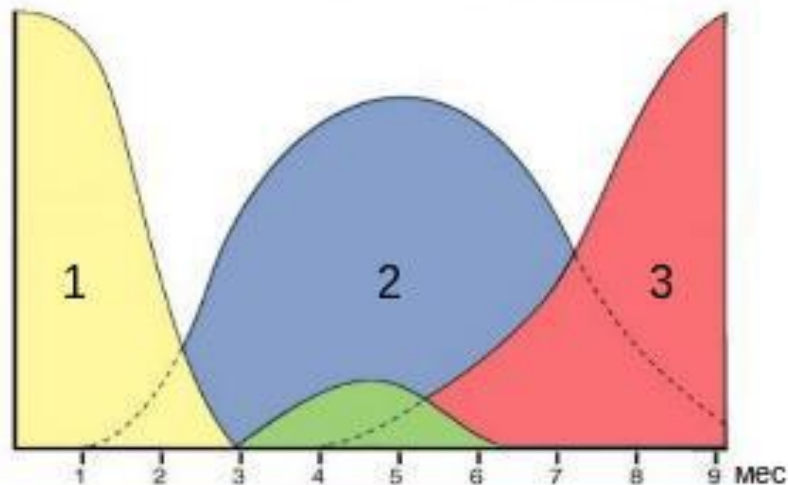
Масса крови в организме взрослого, здорового человека в % от массы тела составляет **6 – 8%**

- Объем крови в организме взрослого, здорового человека с массой тела **70** кг составляет **4,2 – 5,6** л
- Относительная плотность крови – **1,050 – 1.060** зависит в основном от количества эритроцитов.
- Относительная плотность плазмы крови – **1.025 – 1.034**, определяется концентрацией белков.

Гемопоз.

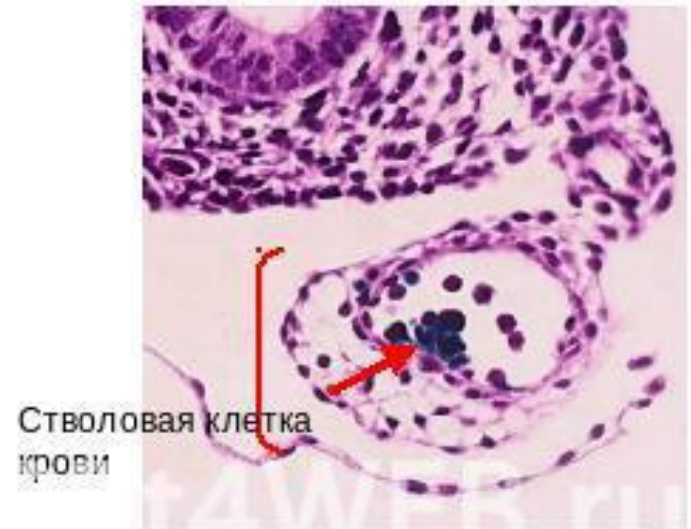
- По происхождению кровь является производным мезенхимы.
- Процесс образования форменных элементов крови называется *гемопозом*.
- Все клетки крови развиваются из общей полипотентной **стволовой клетки крови (СКК)** в эмбриогенезе и после рождения.
- Различают **эмбриональный** и **постэмбриональный гемопоз**.
- Под **эмбриональным гемопозом** понимают процесс образования крови как ткани, под **постэмбриональным** – процесс физиологической и репаративной регенерации крови.

Эмбриональный гемопоэз

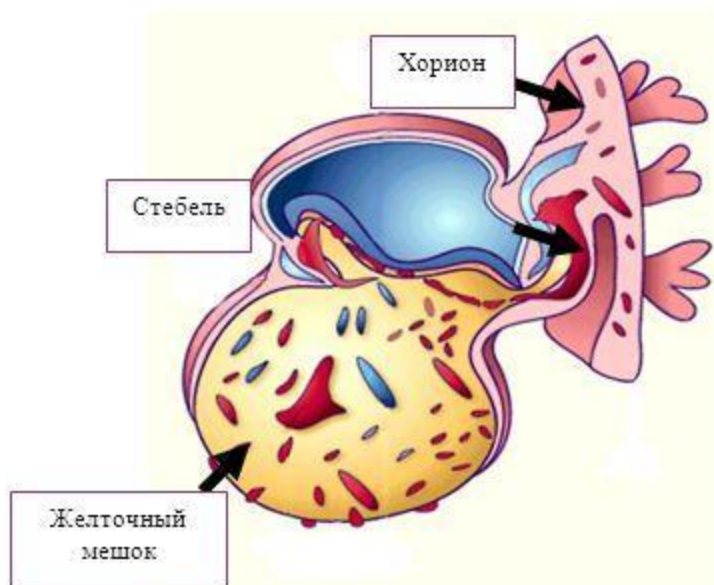


В эмбриональном периоде различают 3 этапа изменений гемопоэза:

- 1) мезобластический** (с 3-й недели развития, желточный мешок);
- 2) гепатоспленотимический** (с 6-й недели развития до рождения, печень, селезенка, тимус, лимфоузлы);
- 3) Медуллярный** (с 10-й недели развития до смерти, красный костный мозг).



Эмбриональный гемопоэз



I. Мезобластический этап - в стенке желточного мешка формируется **первая генерация** стволовых клеток крови, где происходит:

- **интраваскулярный** эритропоэз (мегалобласты и нормобласты)
- **экстраваскулярный** гранулоцитопоэз.

II. Гепатоспленотимический этап (вторая генерация СКК) с 6-й недели развития.

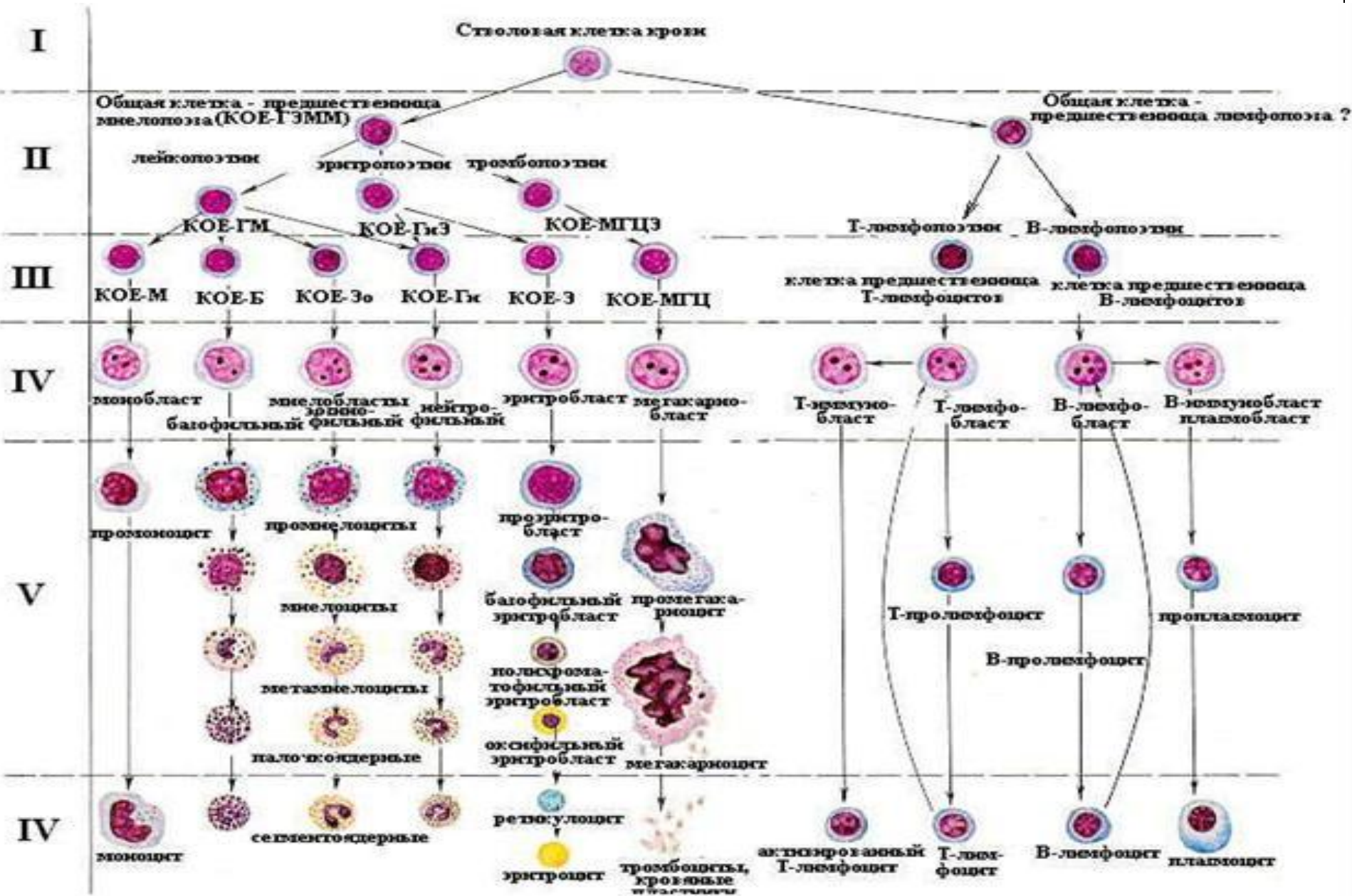
- В печени – экстраваскулярное образование (Э, Нф, Эоз, Мег).
- В селезенке - экстраваскулярное образование всех форменных элементов крови - универсальный орган гемопоэза, с 16 нед - лимфоцитопоэз).
- Лимфоузлы - экстраваскулярное образование (Э, Нф, Эоз, Мег, с 16 нед - лимфоцитопоэз).

III. Медуллярный этап

(костномозговой) (с 10-й недели развития до смерти, **третья генерация** стволовых клеток крови).

- экстраваскулярно (с 12 нед Э, Нф, Эоз; с 30-й нед – все виды форменных элементов крови).

Постэмбриональный гемопоэз



- Все приведенные выше стадии развития клеток составляют четыре основных класса, или компартмента, гемопоэза:
- I класс — **СКК** - стволовые клетки крови (плюрипотентные, полипотентные);
- II класс — **КОЕ-ГЭММ** и **КОЕ-Л** - коммитированные мультипотентные клетки (миелопоэза или лимфопоэза);
- III класс — **КОЕ-М**, **КОЕ-Б** и т.д. - коммитированные олигопотентные и унипотентные клетки;
- IV класс — клетки-предшественники (**бласты**, напр.: эритробласт, мегакариобласт и т.д.).
- Сразу отметим, что оставшиеся два класса гемопоэза составляют **созревающие клетки** (V класс) и **зрелые клетки** крови (VI класс).

Состав крови.

- **Состав крови (как ткани):**
 - Клетки
 - Лейкоциты
 - Постклеточные структуры:
 - Эритроциты
 - Кровяные пластинки (тромбоциты)
 - Межклеточное вещество
 - Плазма (основное вещество жидкой консистенции)
- Плазма составляет 55—60% объема крови, форменные элементы – 40—45%. Отношение объема форменных элементов ко всему объему крови называется **гематокритным числом**, или гематокритным показателем, - и составляет в норме 0,40 – 0,45.



Форменные
элементы

Основные функции крови

- дыхательная функция (перенос кислорода из легких во все органы и углекислоты из органов в легкие);
- трофическая функция (доставка органам питательных веществ);
- защитная функция (обеспечение гуморального и клеточного иммунитета, свертывание крови при травмах);
- выделительная функция (удаление и транспортировка в почки продуктов обмена веществ);
- гомеостатическая функция (поддержание постоянства внутренней среды организма, в том числе иммунного гомеостаза).
- Через кровь (и лимфу) транспортируются также гормоны и другие биологически активные вещества. Все это определяет важнейшую роль крови в организме.
- **Анализ крови** в клинической практике является одним из основных в постановке диагноза.

Плазма крови

(ОРГАНИЧЕСКИЙ КОМПАНЕНТ)

Альбумины:

- составляют более половины всех белков плазмы;
- синтезируются в печени;
- обуславливают коллоидно-осмотическое давление крови;
- выполняют роль транспортных белков.

Глобулины – неоднородная группа белков, в которой выделяют альфа- бета- и гамма- фракции. К последней относятся иммуноглобулины, или антитела, - важные элементы иммунной системы организма

Фибриноген – растворимая форма фибрина, образующего волокна при повышении свертываемости крови (например, при образовании тромба). Синтезируется в печени.

Форменные элементы крови. Классификация.

- Классификация форменных элементов:

эритроциты;

тромбоциты;

лейкоциты.

Качественный состав крови (анализ крови) определяется такими понятиями как гемограмма и лейкоцитарная формула. Гемограмма – количественное содержание форменных элементов крови в одном литре или одном миллилитре.

Эритроциты

- Эритроциты представляют собой безъядерные клетки, утратившие в процессе фило- и онтогенеза ядро и большинство органелл.
- В норме в крови:
 - у мужчин - $3,9-5,1 \times 10^{12}/л$,
 - у женщин – $3,7-4,9 \times 10^{12}/л$,
- Повышение количества эритроцитов в крови называется эритроцитозом, уменьшение эритропенией.

ЭРИТРОЦИТЫ

```
graph TD; A[ЭРИТРОЦИТЫ] --> B[по форме:]; A --> C[по размеру:]; A --> D[по насыщенности гемоглобином:]; B --> B1[-дискоциты (нормоциты)]; B --> B2[-паноциты]; B --> B3[-стоматоциты]; B --> B4[-седловидные]; B --> B5[-эхиноциты]; B --> B6[-шаровидные, или сфероциты]; B --> B7[у которых имеются отростки.]; C --> C1[-нормоциты 7,1–7,9 мкм (75 %)]; C --> C2[-макроциты больше 8 мкм (12,5 %)]; C --> C3[-микроциты меньше 6 мкм (12,5 %)]. D --> D1[-нормохромные]; D --> D2[-гипохромные]; D --> D3[-гиперхромные];
```

по форме:

- дискоциты (нормоциты)
- паноциты;
- стоматоциты;
- седловидные;
- эхиноциты,
- шаровидные, или сфероциты; у которых имеются отростки.

по размеру:

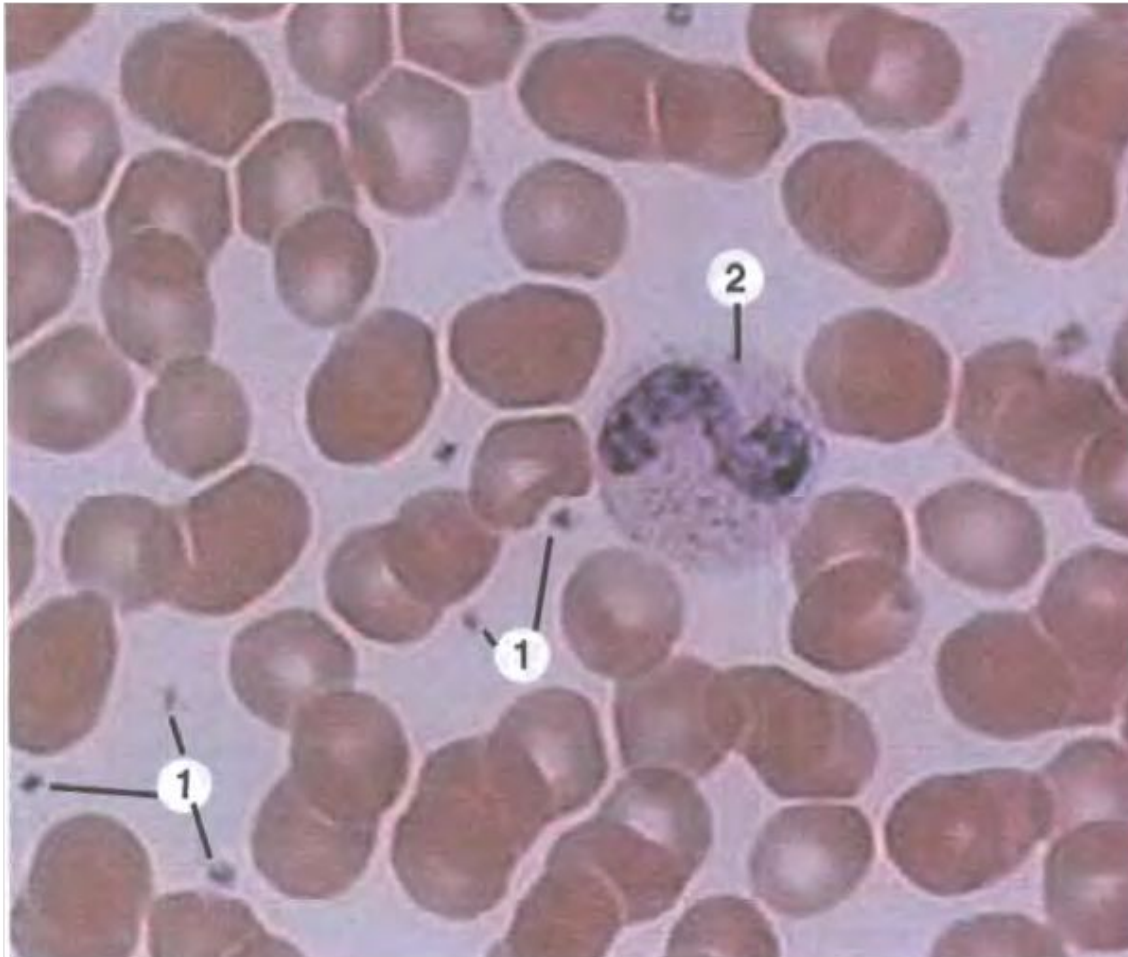
- нормоциты 7,1–7,9 мкм (75 %);
- макроциты больше 8 мкм (12,5 %);
- микроциты меньше 6 мкм (12,5 %).

по насыщенности

гемоглобином:

- нормохромные;
- гипохромные;
- гиперхромные

Тромбоциты



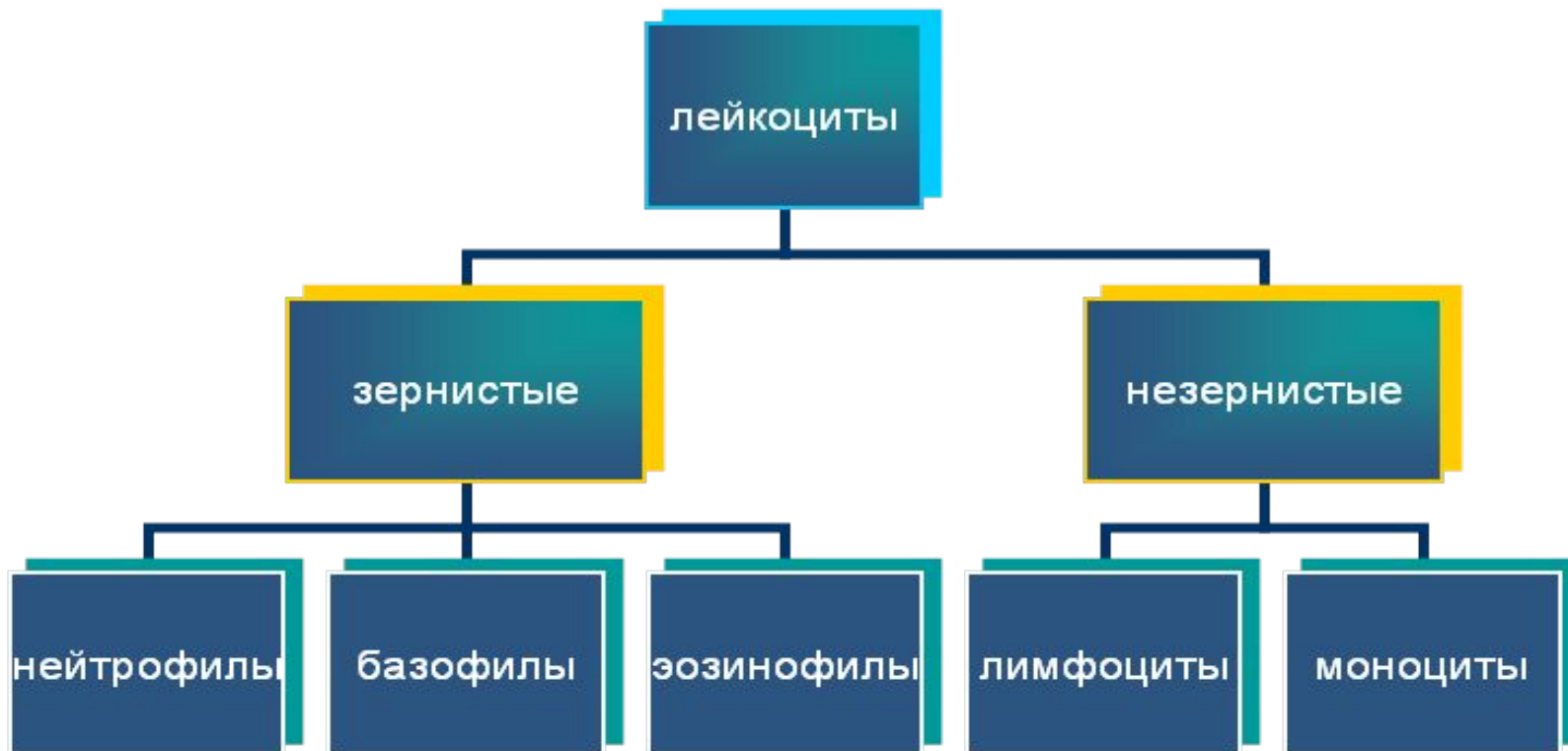
1 —тромбоциты.

Представляют собой безъядерные фрагменты цитоплазмы мегакариоцитов, циркулирующие в крови. По размеру в несколько раз меньше эритроцитов.

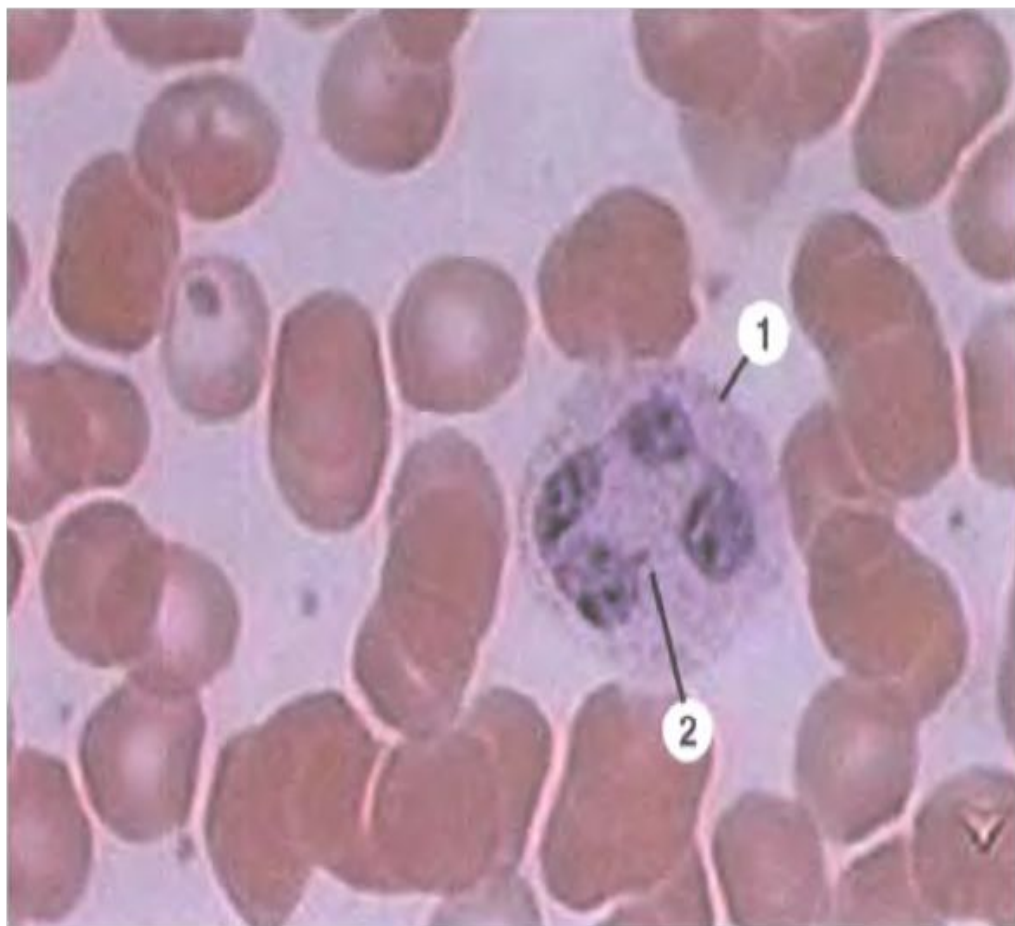
2 — палочкоядерный нейтрофил

Основная функция кровяных пластинок — участие в процессе свертывания

Лейкоциты

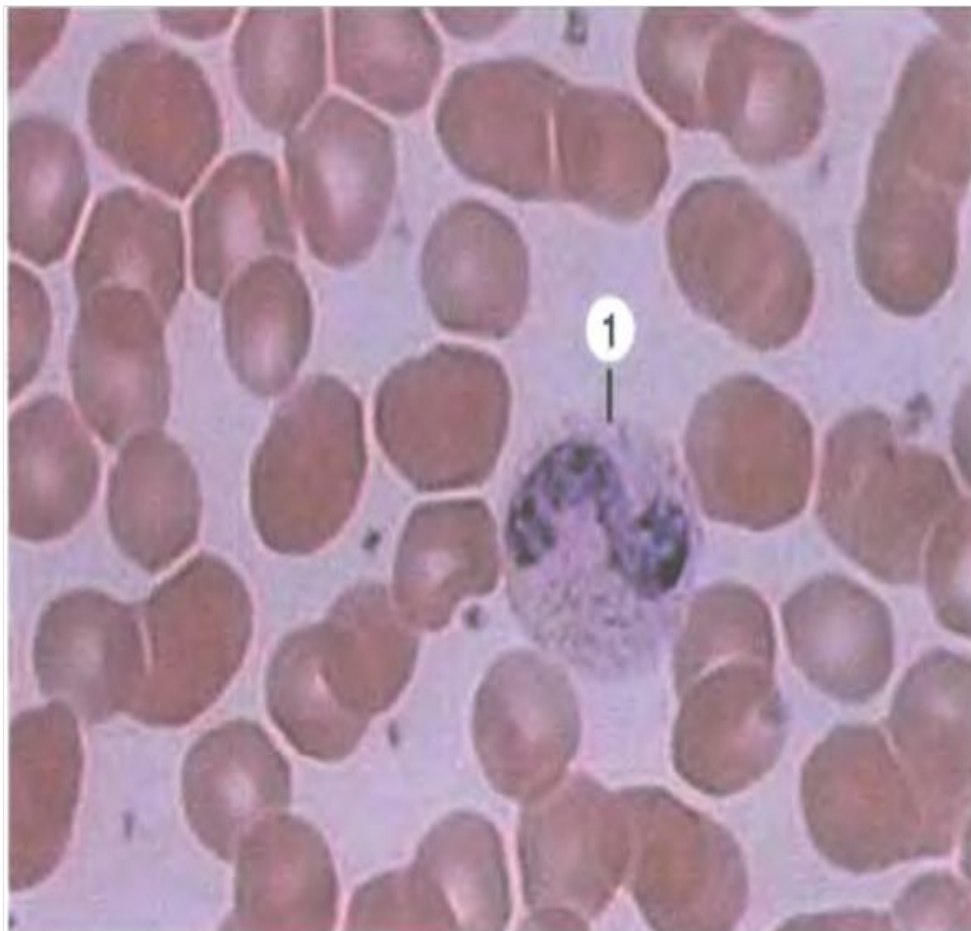


Сегментоядерный нейтрофил



1 — сегментоядерный нейтрофильный лейкоцит. Ядро состоит из нескольких связанных друг с другом сегментов. В нем можно видеть 2 — половой хроматин. В цитоплазме — трудно различимая мелкая зернистость, обусловленная наличием гранул фиолетово-розового цвета. Основная функция нейтрофилов — **фагоцитоз микроорганизмов**, поэтому их называют микрофагами.

Палочкоядерный нейтрофил



1 — палочкоядерный нейтрофильный лейкоцит.

Это предшествующая стадия развития нейтрофила, отличающаяся по форме ядра: последнее еще не сегментировано, а имеет вид изогнутой папочки.

Зернистость в цитоплазме внешне такая же, как в сегментоядерных нейтрофилах

Базофил



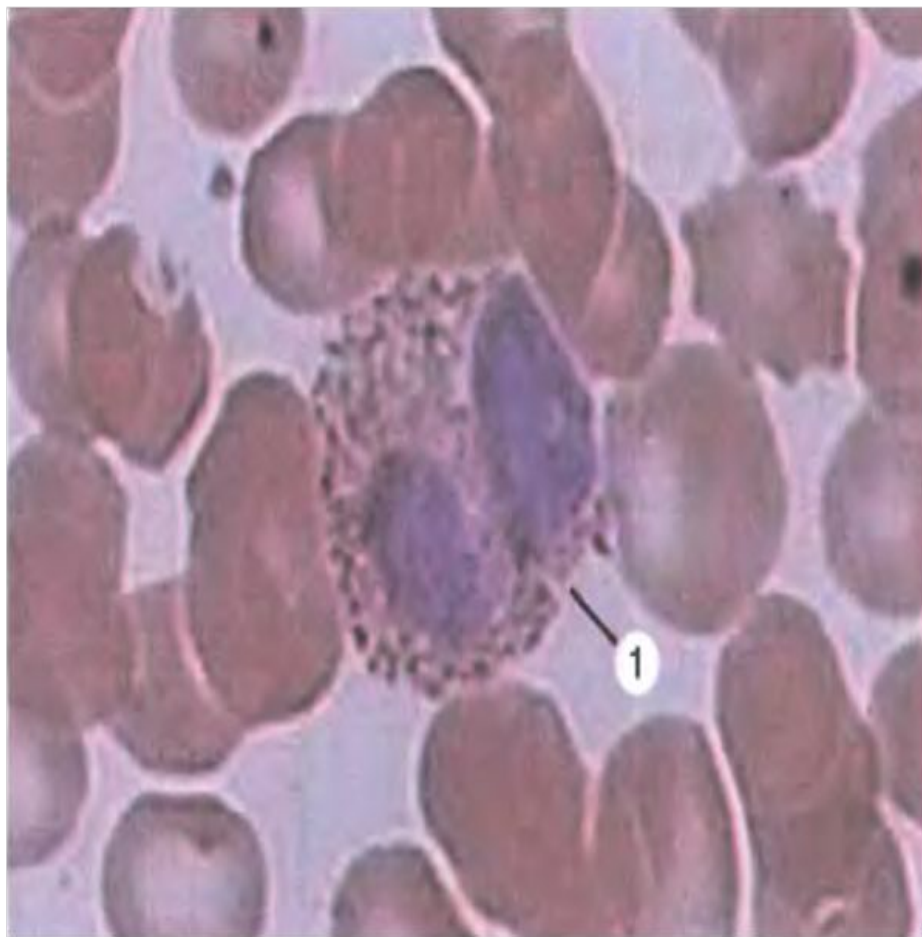
1 — базофильный
гранулоцит.

В цитоплазме — большое
количество круглых
базофильных гранул
фиолетово-вишневого
цвета

Сквозь них с трудом
просматривается ядро.

Последнее обычно имеет
дольчатую структуру, но
разглядеть это не всегда
удается,

Эозинофил

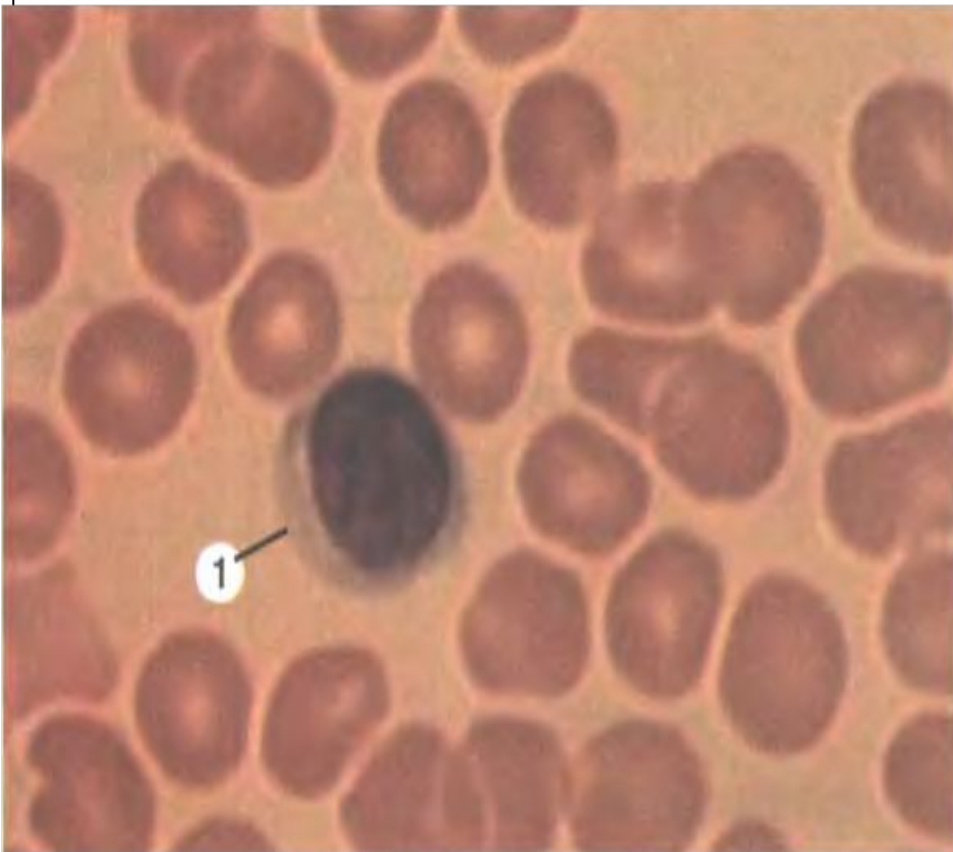


1 —эозинофильный
гранулоцит.

Ядро имеет 2 сегмента.
В цитоплазме органеллы
общего назначения и
гранулы.

Среди гранул различают:
азурофильные
(первичные) и
эозинофильные
(вторичные),
являющиеся
модифицированными
лизосомами.

Лимфоцит



1 — лимфоцит.

Имеет

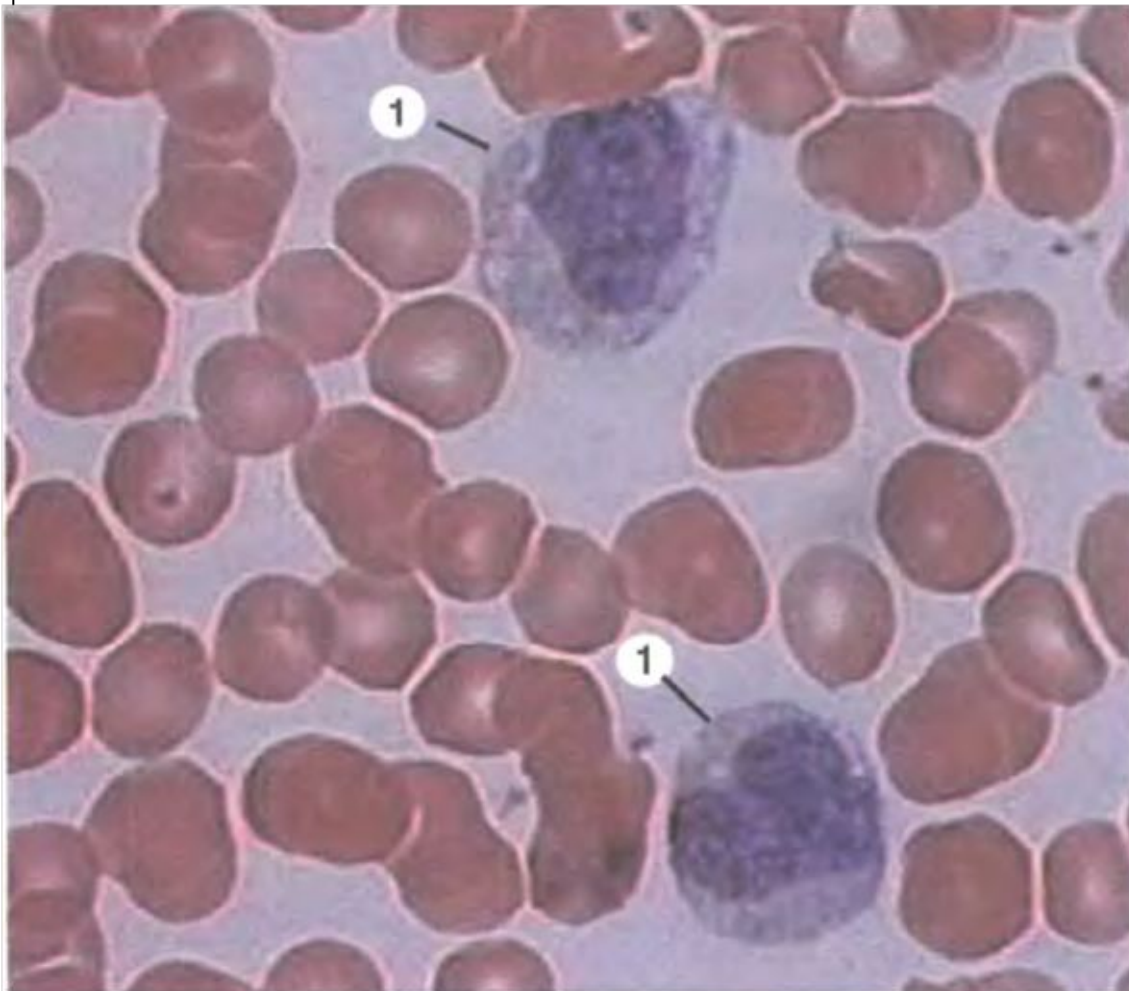
а) небольшой размер,
б) крупное ядро и вокруг него

-
в) узкий ободок
базофильной цитоплазмы.

По своей функции это может
быть представитель любой
популяции лимфоцитов —

В-клеток,
Т-хелперов,
Т-киллеров и т.д.

Моноцит



1 — моноциты.

По размеру — более, чем вдвое крупнее эритроцитов.

Ядро-Бобовидное.
относительно светлое,
а цитоплазма имеет вид широкого ободка

Функции лейкоцитов

НЕЙТРОФИЛЫ

Являются макрофагами, мигрируют из крови в ткани и здесь фагоцитируют микробы и другие частицы, что может приводить к местной воспалительной реакции.

БАЗОФИЛЫ

1. Образуют гистамин, который при воспалении и аллергии способствуют повышению проницаемости микрососудов и их расширению.
2. Образуют также гепарин - компонент антисвёртывающей системы крови.

ЭОЗИНОФИЛЫ

1. Ограничивают воспалительную реакцию, обладая антигистаминным действием: тормозят освобождение гистамина из базофилов, а также адсорбируют его, фагоцитируют и инактивируют.
2. Являются также фактором противопаразитарной защиты.

ЛИМФОЦИТЫ

1. Обеспечивают иммунную реакцию:
 - а) распознают с помощью макрофагов чужеродные агенты (антигены) и
 - б) способствуют их инактивации.
2. Последнее осуществляется:
 - а) путём выработки антител, или иммуноглобулинов (Ig) (гуморальный иммунитет),
 - б) либо путём лизиса клеток (клеточный иммунитет).

МОНОЦИТЫ

- В тканях превращаются в макрофаги.
- Последние
- а) осуществляют фагоцитоз (непосредственный или опосредованный),
 - б) представляют лимфоцитам антигены,
 - в) секретируют медиаторы, регулирующие иммунную реакцию.

Лейкоцитарная формула

Гранулоциты, или зернистые лейкоциты			Агранулоциты, или незернистые лейкоциты			
Нейтрофильные гранулоциты, или нейтрофилы			Эозино- филы	Базофилы	Моноциты	Лимфо- циты
Юные	Палочкоядерн ые	Сегментоядерн ые	Все виды	Все виды	-	Все виды
0 - 0,5%	1 - 6 %	48 - 75 %	0,5 - 5 %	0,5 - 1,0 %	6 - 8 %	20 - 35 %