

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 and others appearing as thin, flat discs. The lighting creates highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered over the middle of the image.

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

# Определение.

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

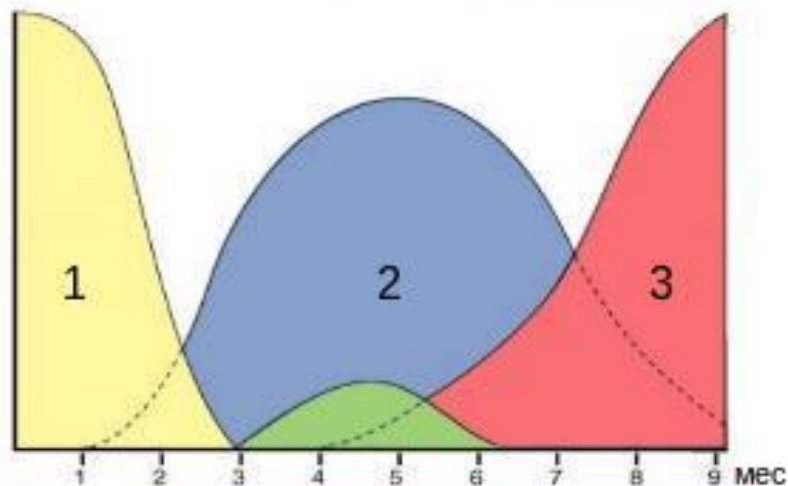
Масса крови в организме взрослого, здорового человека в % от массы тела составляет 6 – 8%

- 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.

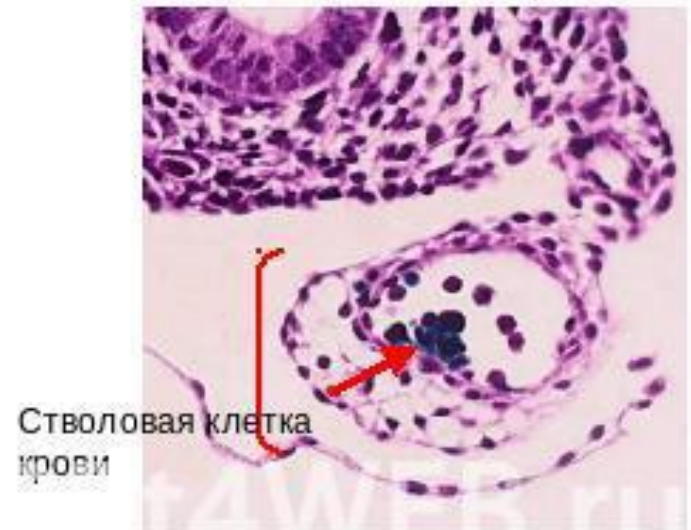
- По происхождению кровь является производным мезенхимы.
- Процесс образования форменных элементов крови называется *гемопозом*.
- Все клетки крови развиваются из общей полипотентной **стволовой клетки крови (СКК)** в эмбриогенезе и после рождения.
- Различают **эмбриональный** и **постэмбриональный 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:

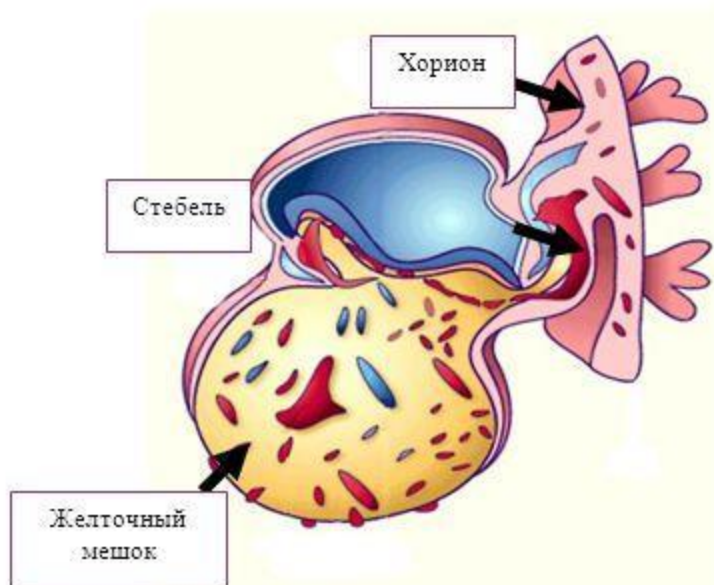
- 1) мезобластический** (с 3-й недели развития, желточный мешок);
- 2) гепатоспленотимический** (с 6-й недели развития до рождения, печень, селезенка, тимус, лимфоузлы);
- 3) Медуллярный** (с 10-й недели развития до смерти, красный костный мозг).



Стволовая клетка крови



# 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.

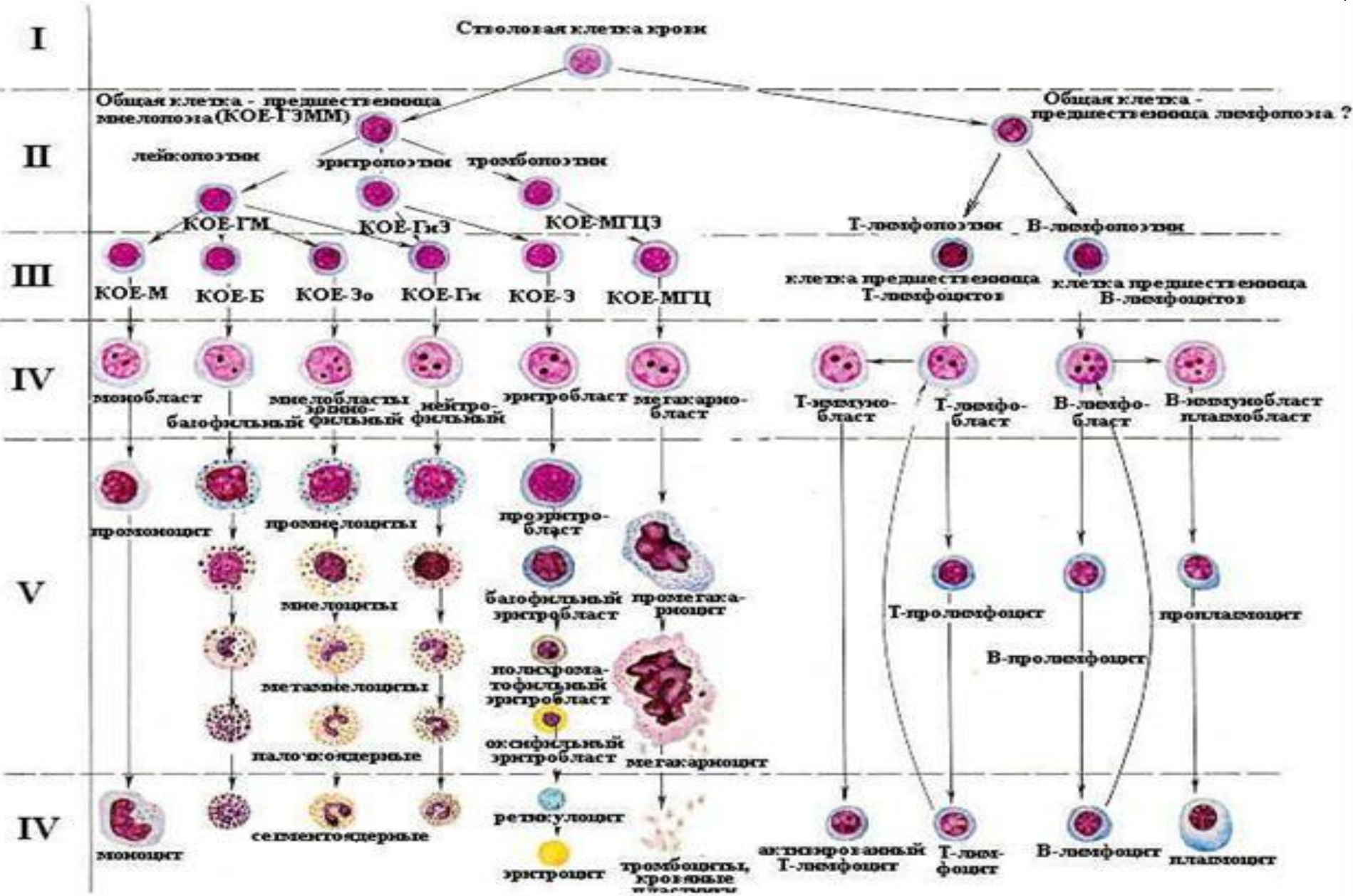
- В печени – экстраваскулярное образование (Э, Нф, Эоз, Мег).
- В селезенке - экстраваскулярное образование всех форменных элементов крови - универсальный орган гемопоэза, с 16 нед - лимфоцитопоэз).
- Лимфоузлы - экстраваскулярное образование (Э, Нф, Эоз, Мег, с 16 нед - лимфоцитопоэз).

**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).

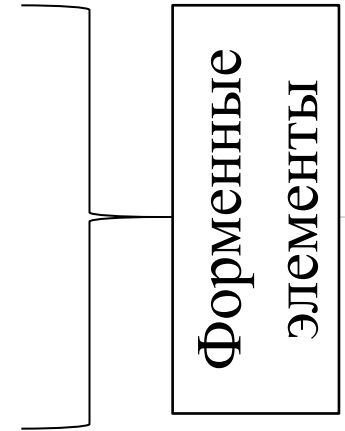
# Постэмбриональный гемопоэз



- 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.





# 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[-платоциты]; B --> B3[-стоматоциты]; B --> B4[-седловидные]; B --> B5[-эхиноциты]; B --> B6[-шаровидные, или сфероциты; 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)
- платоциты;
- 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 %).

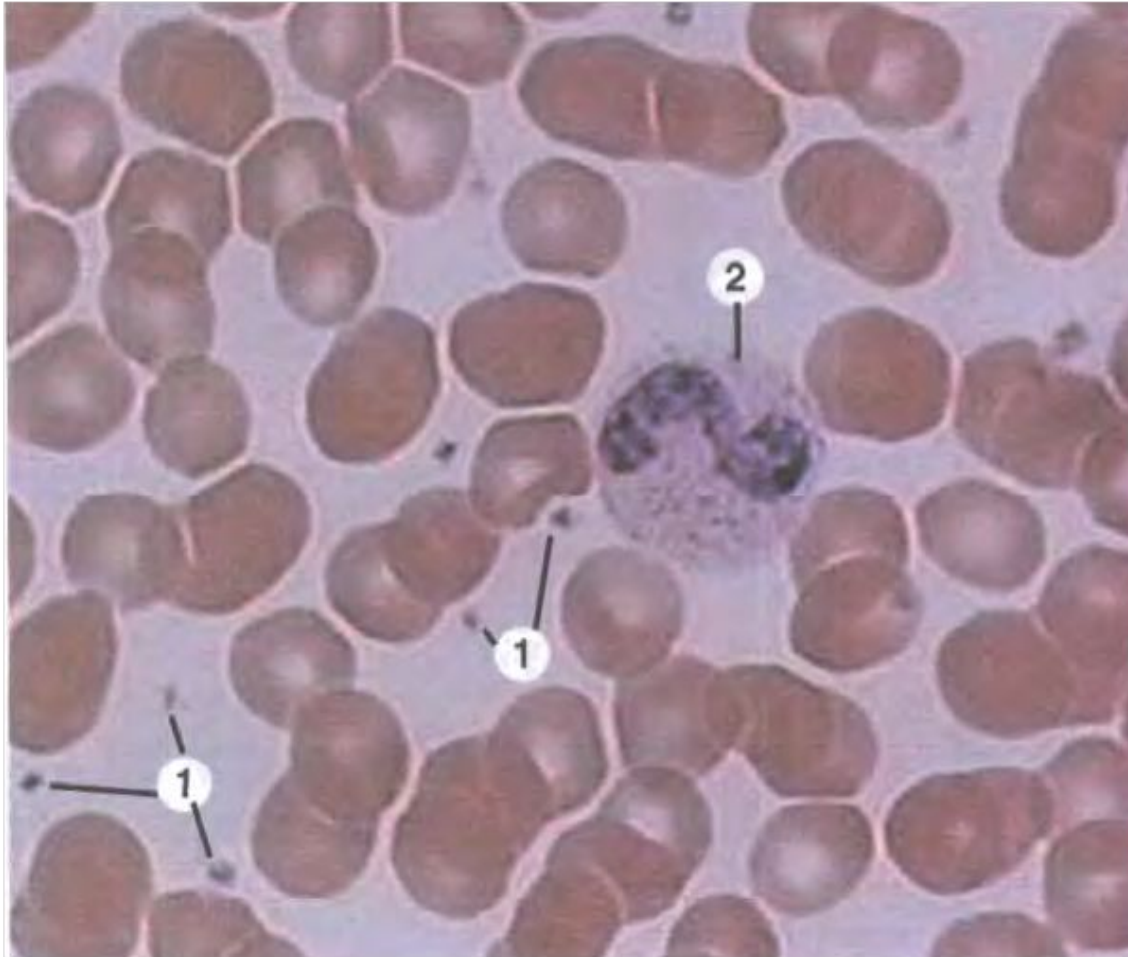
по насыщенности

гемоглобином:

- нормохромные;
- гипохромные;
- гиперхромные



# Тромбоциты



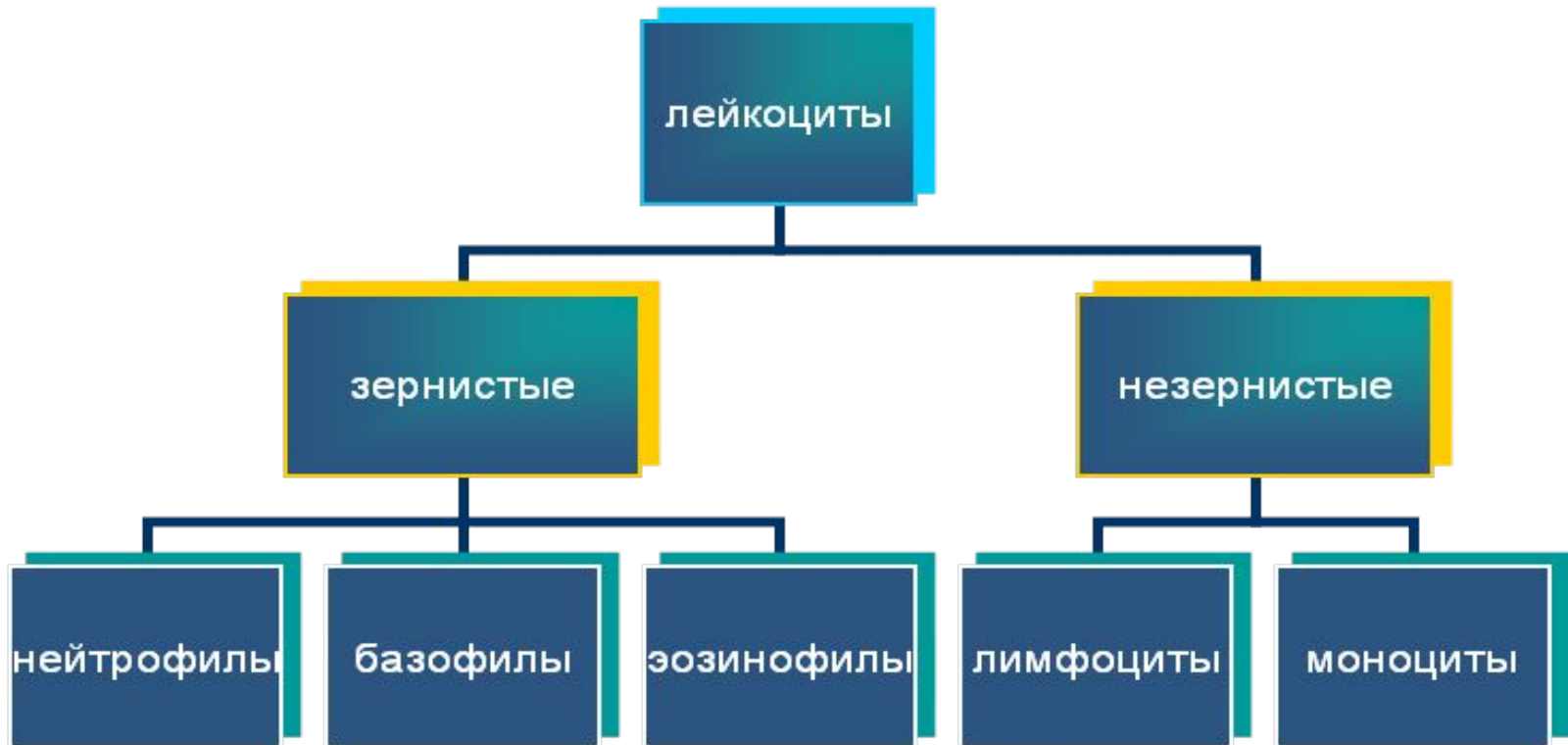
**1 —тромбоциты.**

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

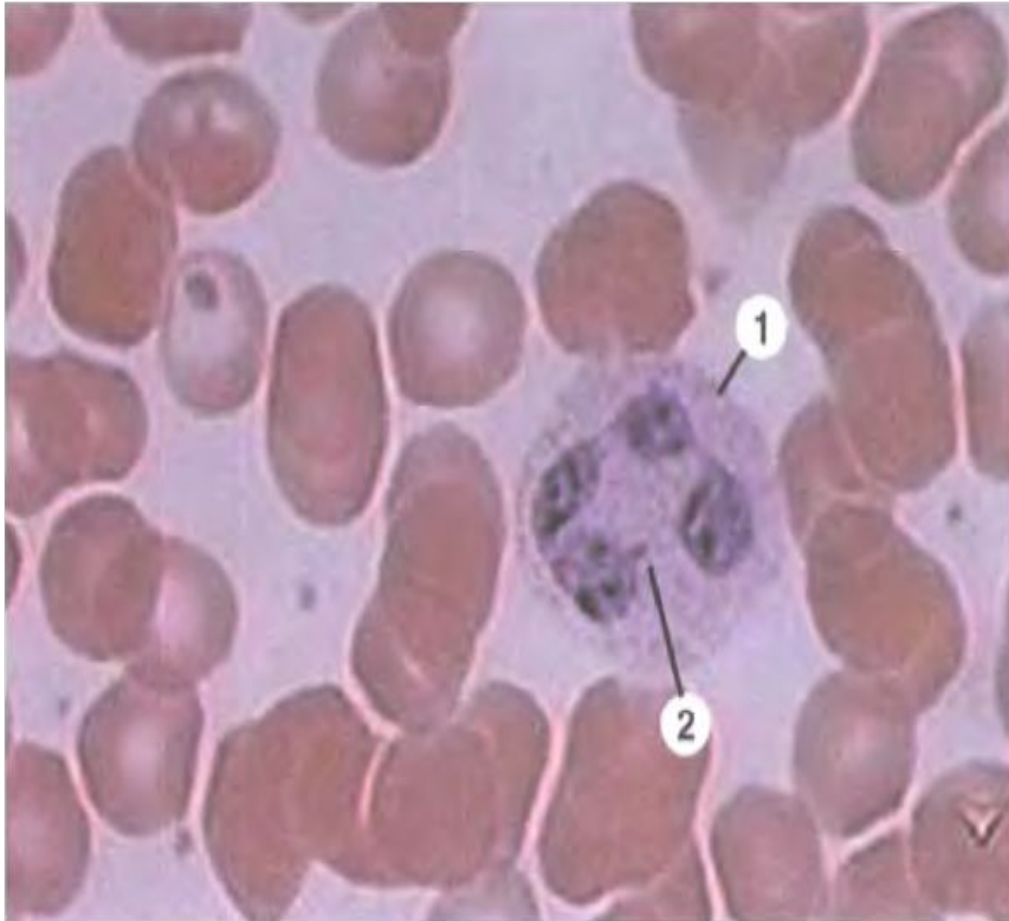
**2 — палочкоядерный нейтрофил**

Основная функция кровяных пластинок — участие в процессе свертывания

# Лейкоциты



# Сегментоядерный нейтрофил

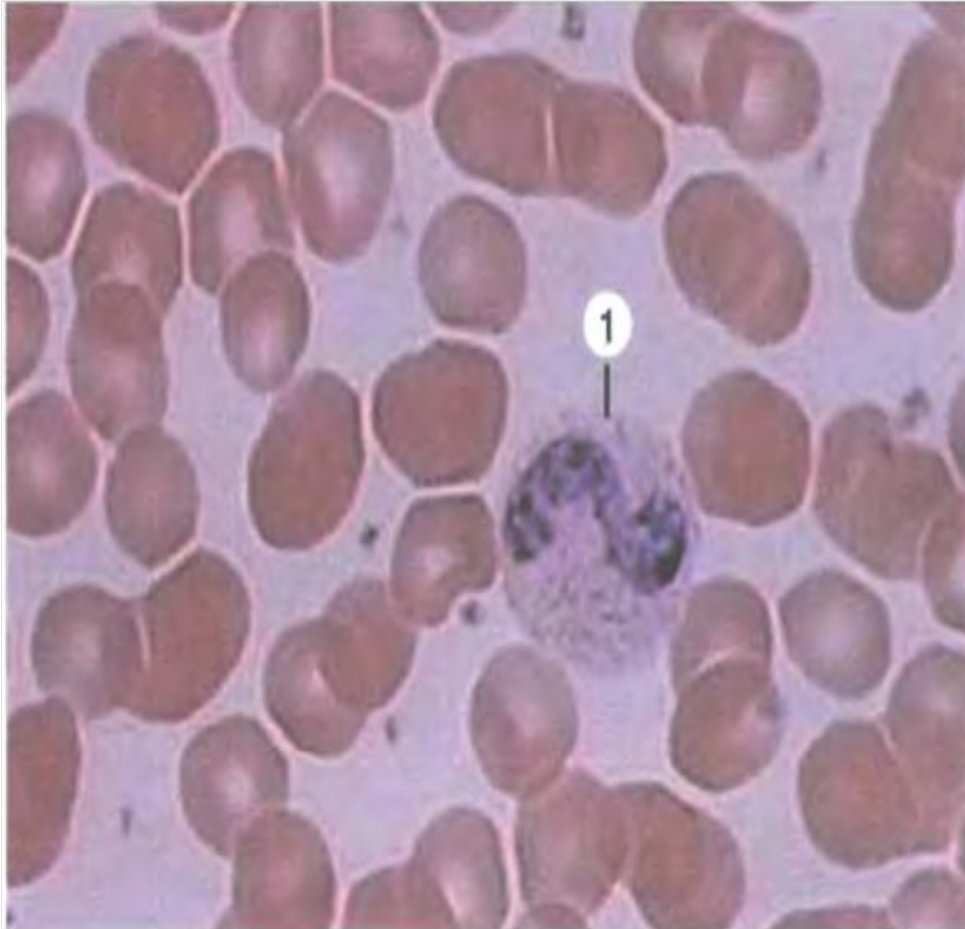


1 — сегментоядерный нейтрофильный лейкоцит. Ядро состоит из нескольких связанных друг с другом сегментов.

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.

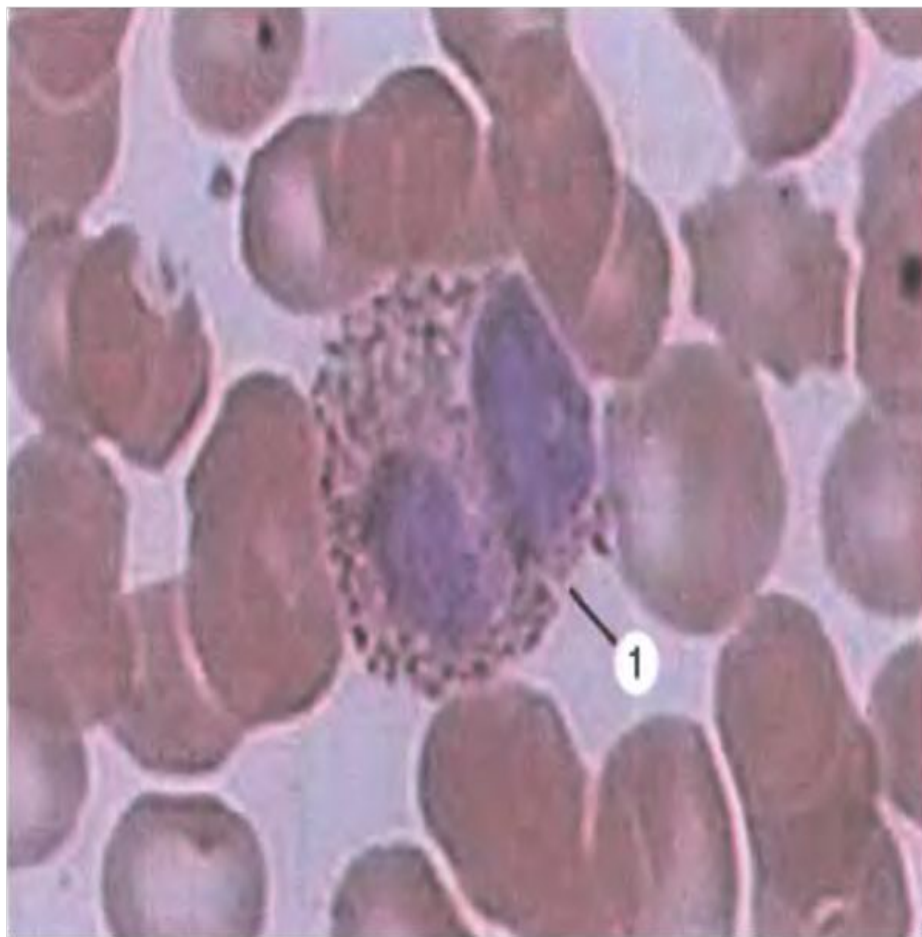
В цитоплазме — большое  
количество круглых  
базофильных гранул  
фиолетово-вишневого  
цвета

Сквозь них с трудом  
просматривается ядро.

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



# Эозинофил



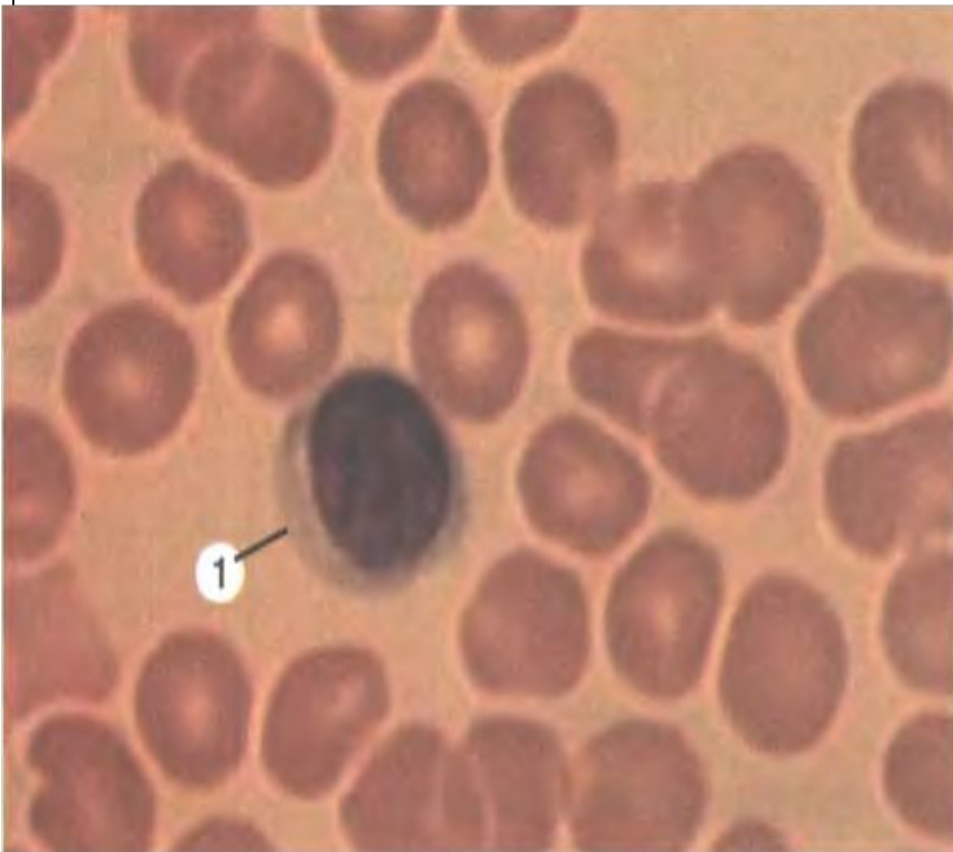
1 —эозинофильный  
гранулоцит.

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.

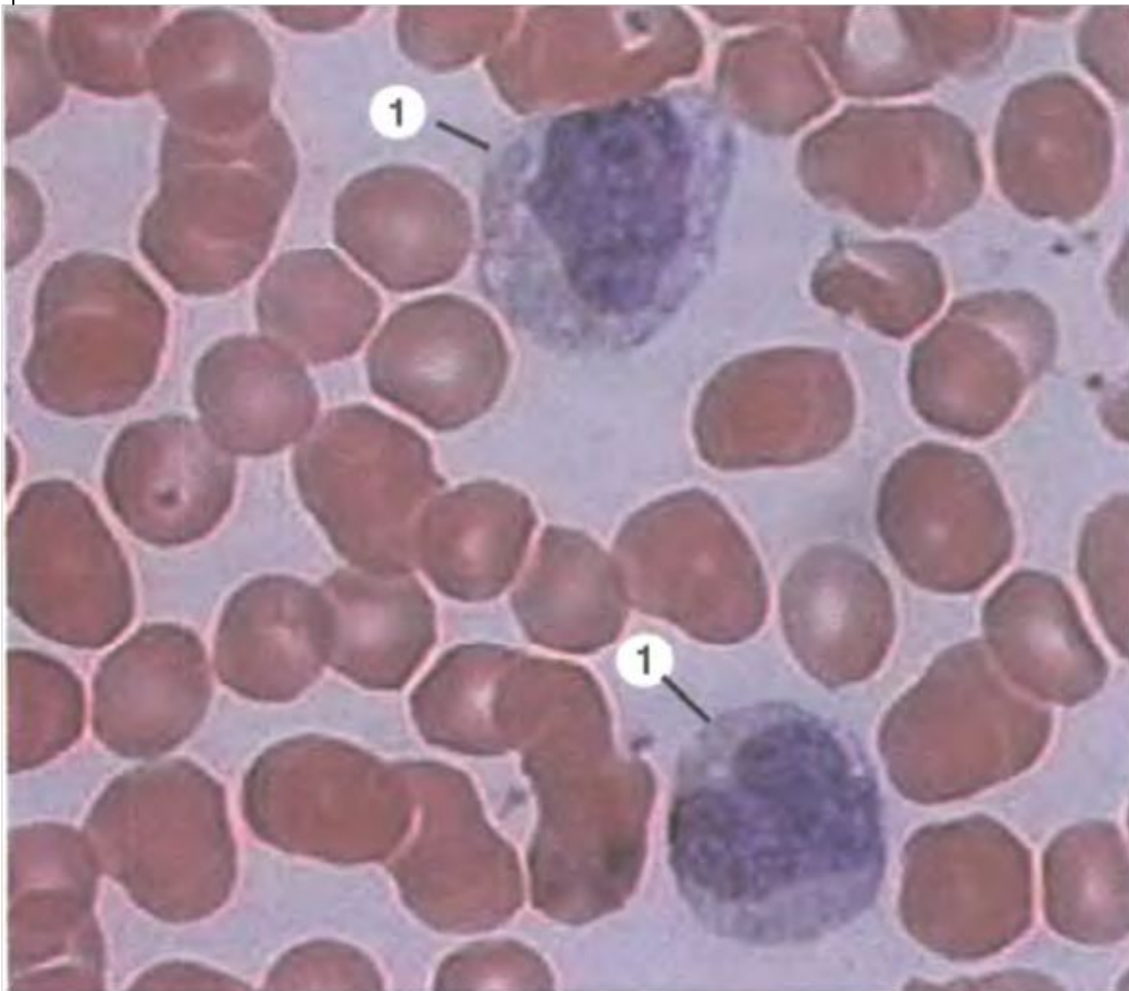
По своей функции это может быть представитель любой популяции лимфоцитов —

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	Палочкоядер- ные	Сегментоядер- ные	Все виды	Все виды	-	Все виды
0 - 0,5%	1 - 6 %	48 - 75 %	0,5 - 5 %	0,5 - 1,0 %	6 - 8 %	20 - 35 %