

# ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Кафедра биологии

# Жидкие среды организма

60% от массы тела – вода, например, для человека, имеющего массу тела 70 кг – это 42 литра

Выделяют два основных сектора водного пространства:

Внеклеточный – 20% от массы тела (14 л).

Дополнительно в нем выделяют – внутрисосудистая вода – плазма крови (5% от массы тела – 3,5 л) и межклеточная вода (15% от массы тела – 10,5 л). К межклеточной воде относится жидкость серозных полостей, синовиальная жидкость, жидкость передней камеры глаза, ликвор, лимфа.

Внутриклеточный – 40% от массы тела (28 л)

# Система крови

Это понятие в 1939 году ввел отечественный клиницист Г.Ф. Ланг

Согласно Лангу Г.Ф. в систему крови входят:

1. Периферическая кровь, циркулирующая в сосудах
2. Органы кроветворения – красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка
3. Органы кроверазрушения – селезенка, печень, красный костный мозг
4. Регулирующий нейро-гуморальный аппарат

Деятельность всех компонентов этой системы обеспечивает выполнение основных функций крови

# Функции крови

Транспортная (питательная, дыхательная, экскреторная, гормональная регуляция) - переносит газы, питательные вещества, гормоны, аминокислоты и белки, ионы, промежуточные и конечные продукты метаболизма

Гомеостаз – поддерживает постоянство внутренней среды

Защитная - уничтожение микроорганизмов, участие в воспалительных и иммунных реакциях

Гемокоагуляция - при нарушении целостности сосудистой стенки образуется тромб, препятствующий потере крови

Кислотно-щелочное равновесие -  $Hb$ , бикарбонаты и белки плазмы действуют как буфер

Регуляция жидкостей тела - распределяет жидкости между тканями

Температурная регуляция - высокая теплоёмкость и теплопроводность крови обеспечивают приспособление организма и его частей в среде обитания

# Объемы крови

Общий объём крови 6–8% от массы тела (77 мл/кг – у мужчин, 65 мл/кг – у женщин), что составляет 4-5 л

Объём циркулирующей крови, или ОЦК – 3,5-4 л

Депонированная фракция – 1,5-2 л

Объём плазмы составляет 55% общего объёма крови

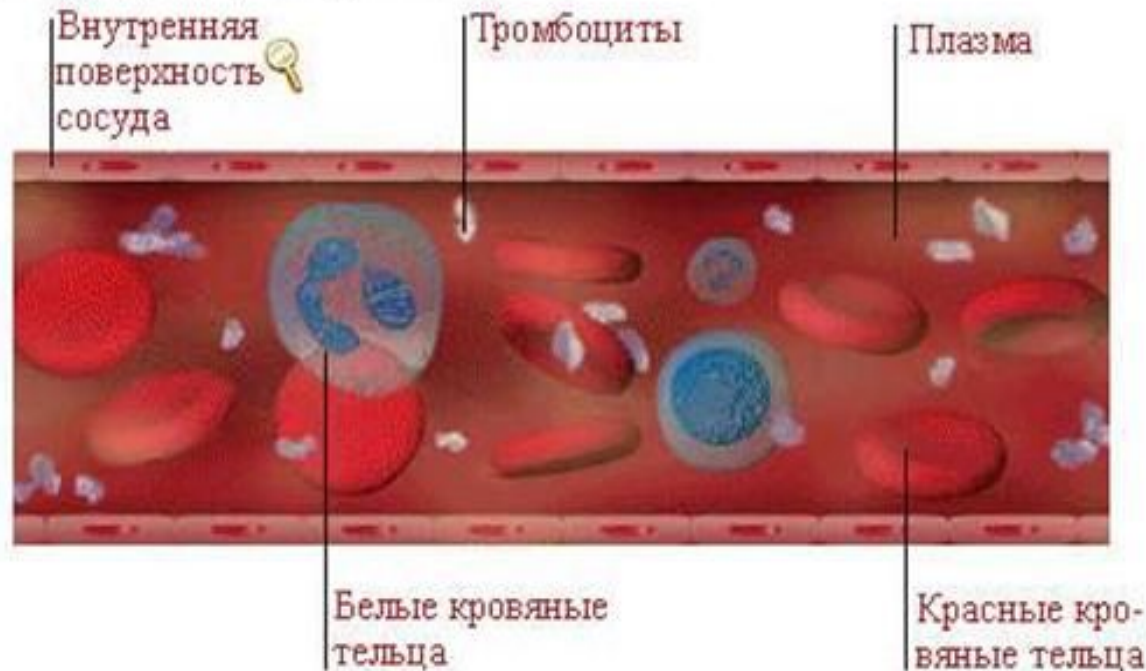
Клеточные элементы составляют 45% (36-48) от общего объёма крови

Гематокрит – отношение объёма клеточных элементов крови к объёму плазмы – в норме у мужчин 0,41-0,50, у женщин – 0,36-0,44

# состав крови

Кровь - это смесь различных твердых частиц, плавающих в жидкости. Твердые частицы - это кровяные тельца, которые составляют около 45% объема крови. Большинство этих телец - красные кровяные тельца, которые придают цвет крови. Ос-

тальные - белые кровяные тельца и тромбоциты. Жидкую часть крови составляет плазма. Она бесцветна, состоит в основном из воды и переносит питательные вещества.



# Кровь

Кровь недаром называют «зеркалом здоровья», состав плазмы и количество форменных элементов крови поддерживается на определенном уровне. Изменение содержания в крови сахара, мочевины, количества эритроцитов, лейкоцитов или тромбоцитов, изменение вязкости крови — все это свидетельствует о тех или иных заболеваниях организма.

## Эритроциты, переливание крови:

Образуются в красном костном мозге (5-10 млн./сек), продолжительность жизни — 3-4 месяца; разрушаются (*гемолиз*) происходит в печени и селезенке.



# Свойства крови

Осмотическое давление – избыточное гидростатическое давление на раствор, отделённый от растворителя (воды) полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану

Онкотическое давление – это давление, которое возникает за счёт удержания воды в сосудистом русле белками плазмы крови

Осмотический отёк – накопление жидкости в межклеточном пространстве, развивается при повышении осмотического давления тканевой жидкости

Онкотический отёк – увеличение содержания воды в интерстициальной жидкости, обусловлен снижением в основном, содержания альбуминов в крови, так как альбумины обеспечивают до 80% онкотического давления плазмы



# Кислотно-щелочное равновесие

КЩР оценивают по величине рН – водородному показателю: рН – отрицательный десятичный логарифм молярной  $[H^+]$  в среде. рН жидких сред организма зависит от содержания в них органических и неорганических кислот и оснований

Нормальное значение рН артериальной крови – 7,4, рН венозной крови и интерстициальной жидкости около 7,35.

Ацидоз — избыток  $H^+$ , уменьшение  $H^+$  — алкалоз.

В организме образуется почти в 20 раз больше кислых продуктов, чем основных (щелочных). В связи с этим необходимы системы нейтрализации избытка соединений с кислыми свойствами. К этим системам относятся химические буферные системы

# Буферные системы

Гидрокарбонатная буферная система – смесь угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$  и гидрокарбоната натрия  $\text{NaHCO}_3$ . Составляет 90% буферной емкости межклеточной жидкости около 50% буферной емкости крови

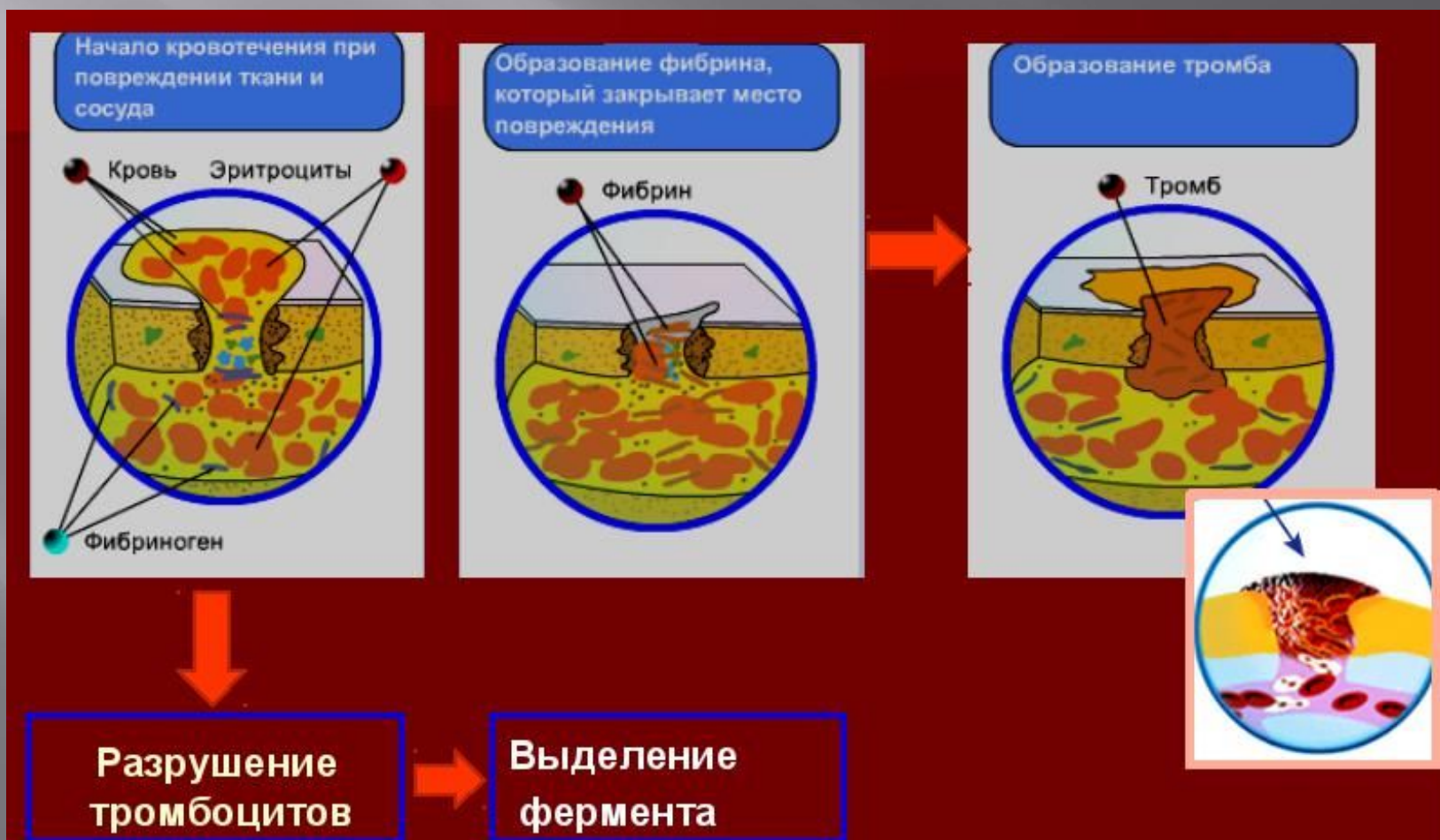
Фосфатная буферная система играет существенную роль внутри клеток. Состоит из двух компонентов: щелочного –  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и кислого –  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

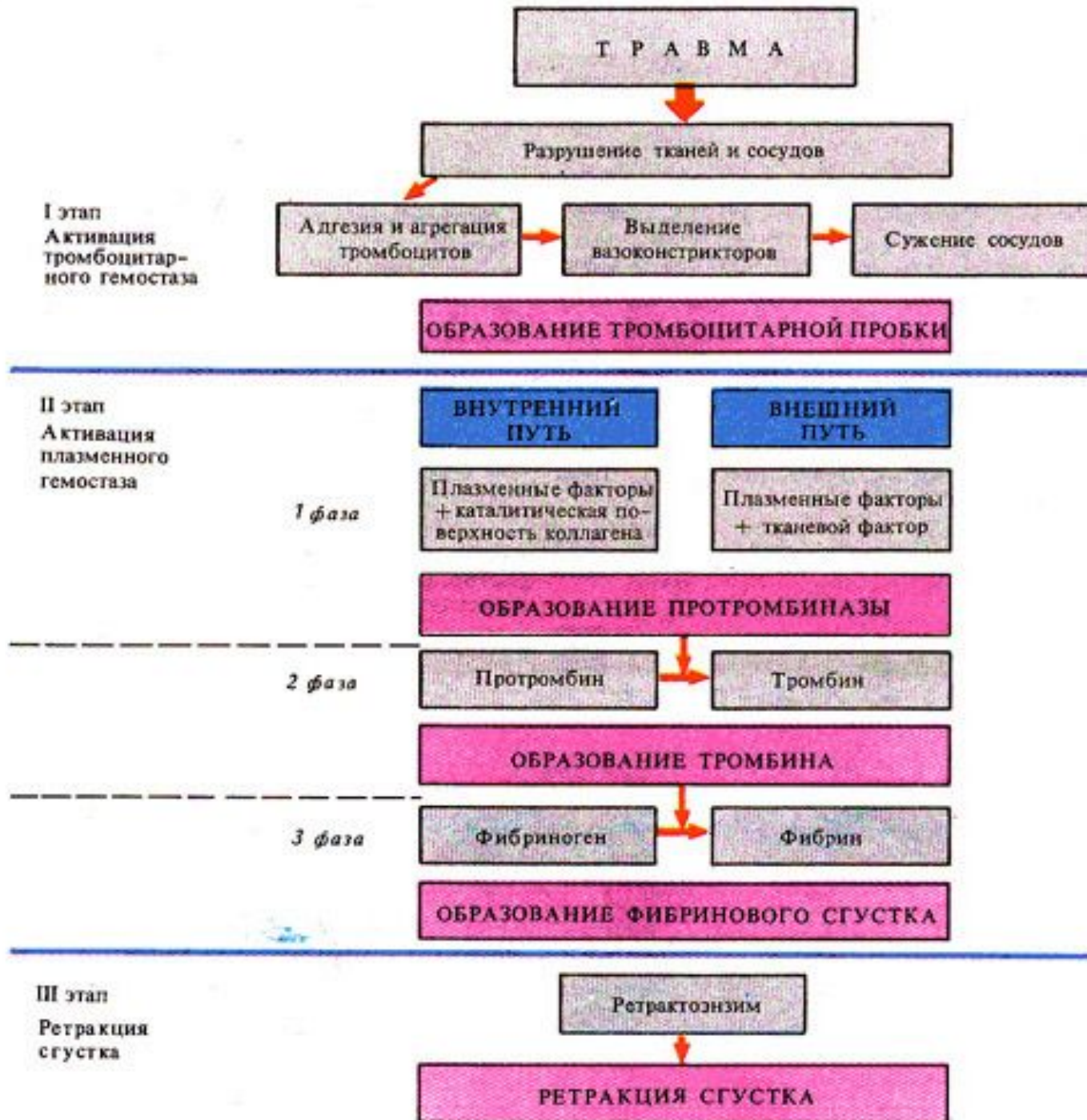
Белковая буферная система – главный внутриклеточный буфер, состоит из слабодиссоциирующего белка с кислыми свойствами (белок- $\text{COOH}$ ) и соли сильного основания (белок- $\text{COONa}$ )

Гемоглобиновая буферная система – наиболее ёмкий буфер крови (внутри эритроцитов). Состоит из кислого компонента –  $\text{HbO}_2$  и основного  $\text{Hb}$ .  $\text{HbO}_2$  диссоциирует с отдачей в среду  $\text{H}^+$  и связывает катионы (главным образом  $\text{K}^+$ )

# Свёртывание крови

– это важнейший этап работы системы гемостаза, отвечающий за остановку кровотечения при повреждении сосудистой системы организма

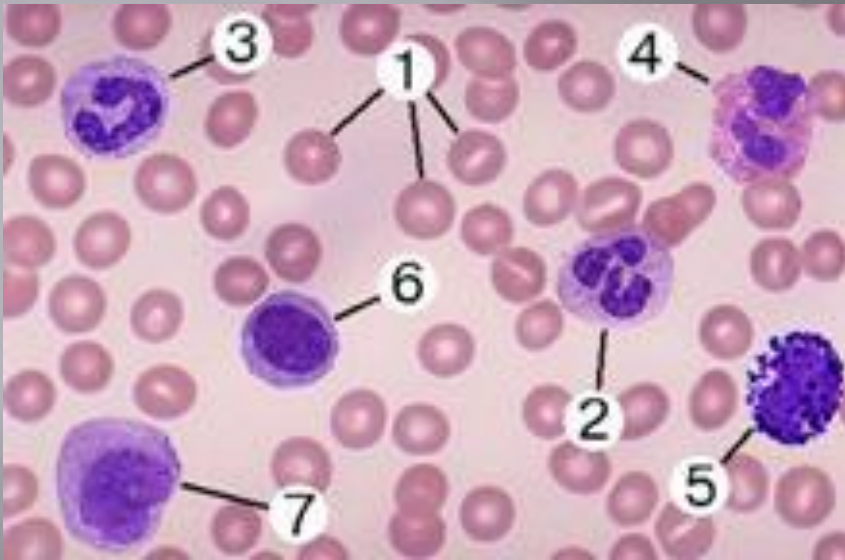




# Клетки крови человека



# Мазок крови



1 – эритроциты

2 – сегментоядерный  
нейтрофил

3 – палочкоядерный  
нейтрофил

4 – эозинофил

5 – базофил

6 – лимфоцит

7 – моноцит

Окраска по

Романовскому-Гимзе

## Содержание клеток крови

Эритроциты у мужчин –  $4,5-5,7 \times 10^{12}/\text{л}$

у женщин –  $3,9-5 \times 10^{12}/\text{л}$

Лейкоциты –  $3,8-9,8 \times 10^9/\text{л}$  , в том числе:

лимфоциты –  $1,2-3,3 \times 10^9/\text{л}$ ,

моноциты –  $0,2-0,7 \times 10^9/\text{л}$ ,

зернистые лейкоциты –  $1,8-6,6 \times 10^9/\text{л}$

Тромбоциты –  $190-405 \times 10^9/\text{л}$

# Лейкоцитарная формула

Процентное содержание в крови разных форм лейкоцитов

## Гранулоциты

Нейтрофильные лейкоциты: палочкоядерные – 1-6%,  
сегментоядерные – 45-70%

Эозинофильные лейкоциты – 0-5%

Базофильные лейкоциты – 0-1%

## Гранулоциты

Моноциты – 2-9%

Лимфоциты -18-40%

## Лимфоциты

Тимусзависимые (Т-лимфоциты) – 40-70%

Бурсазависимые (В-лимфоциты) – 20-30%

0-лимфоциты – 10-20%



# Схема гемопоэза



## Пояснение к схеме

CFU-GEMM — полипотентная клетка-предшественница  
миелопоэза

CFU-Ly — полипотентная клетка-предшественница  
лимфоцитопоэза

CFU-GM — полипотентная клетка-предшественница  
гранулоцитов и моноцитов

CFU-G — полипотентная клетка-предшественница  
нейтрофилов и базофилов

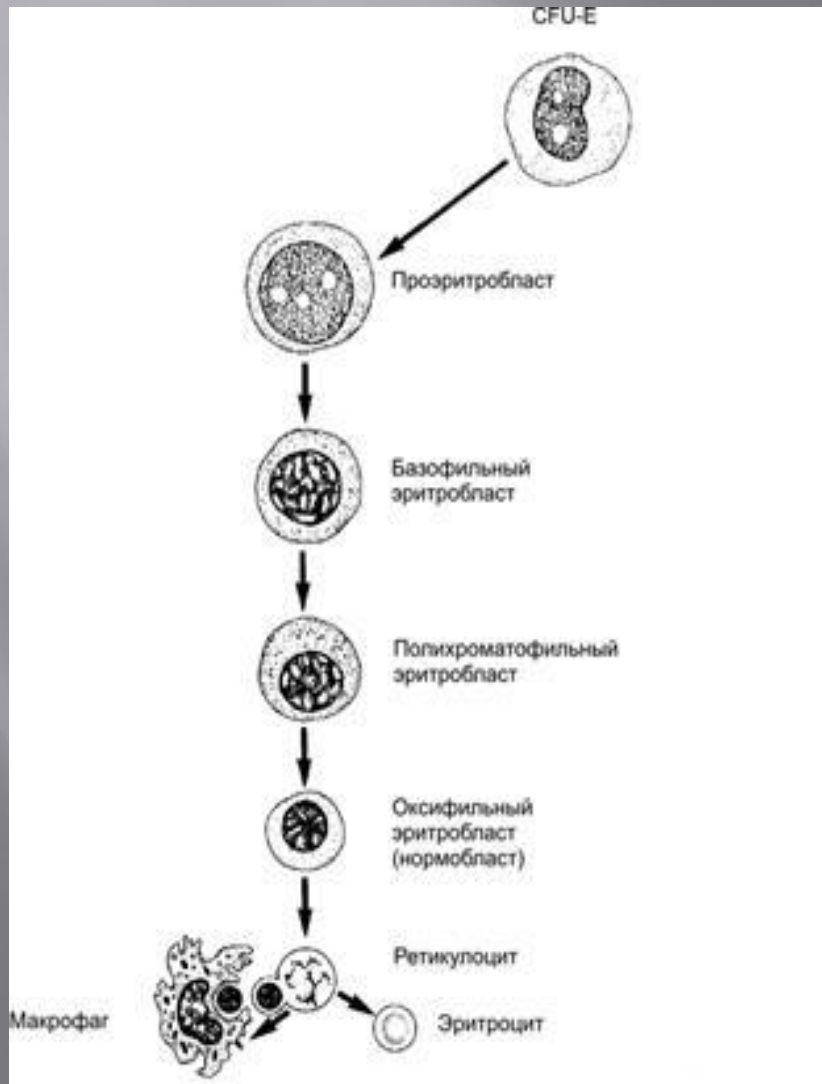
Унипотентные предшественники:

BFU-E и CFU-E — эритроцитов; CFU-Eo — эозинофилов;

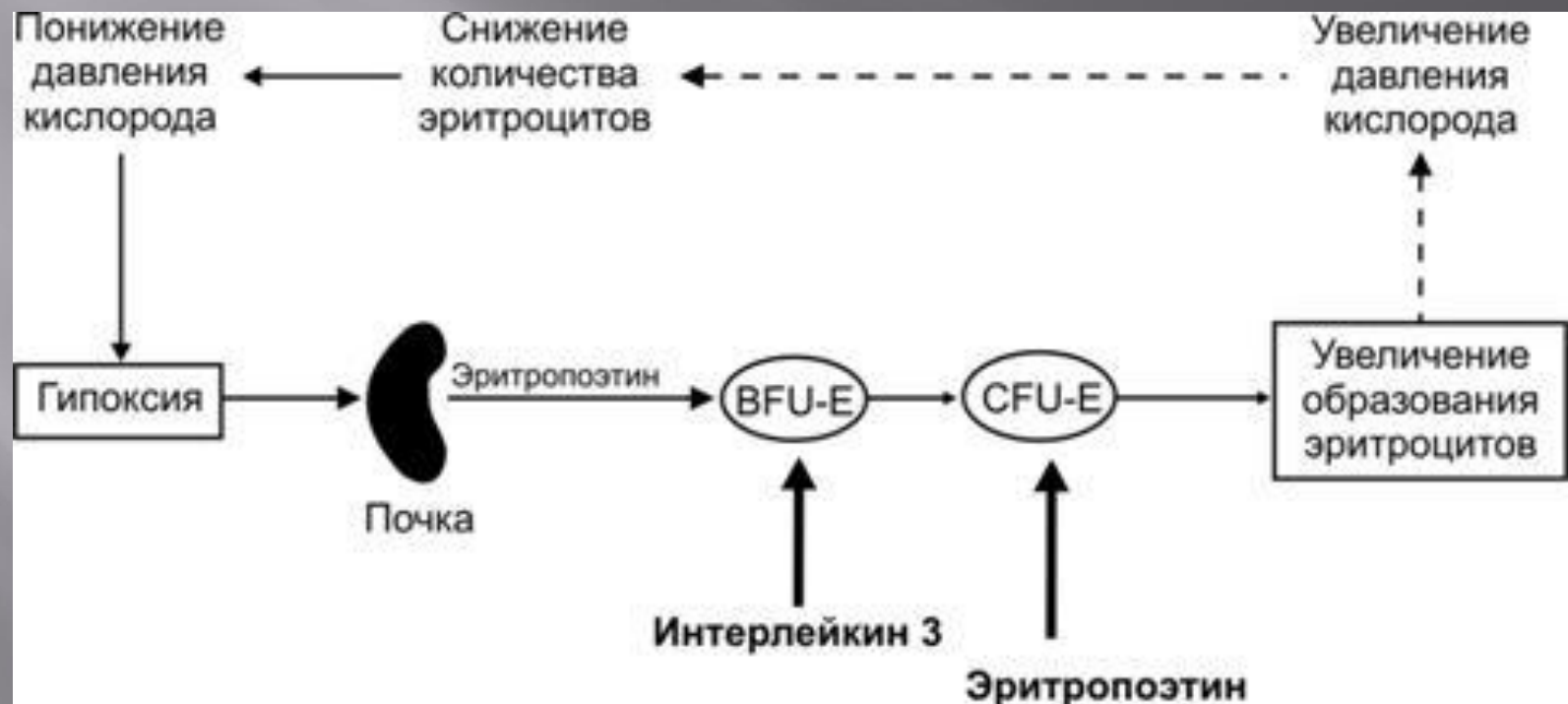
CFU-M — моноцитов; CFU-Meg — мегакариоцитов.

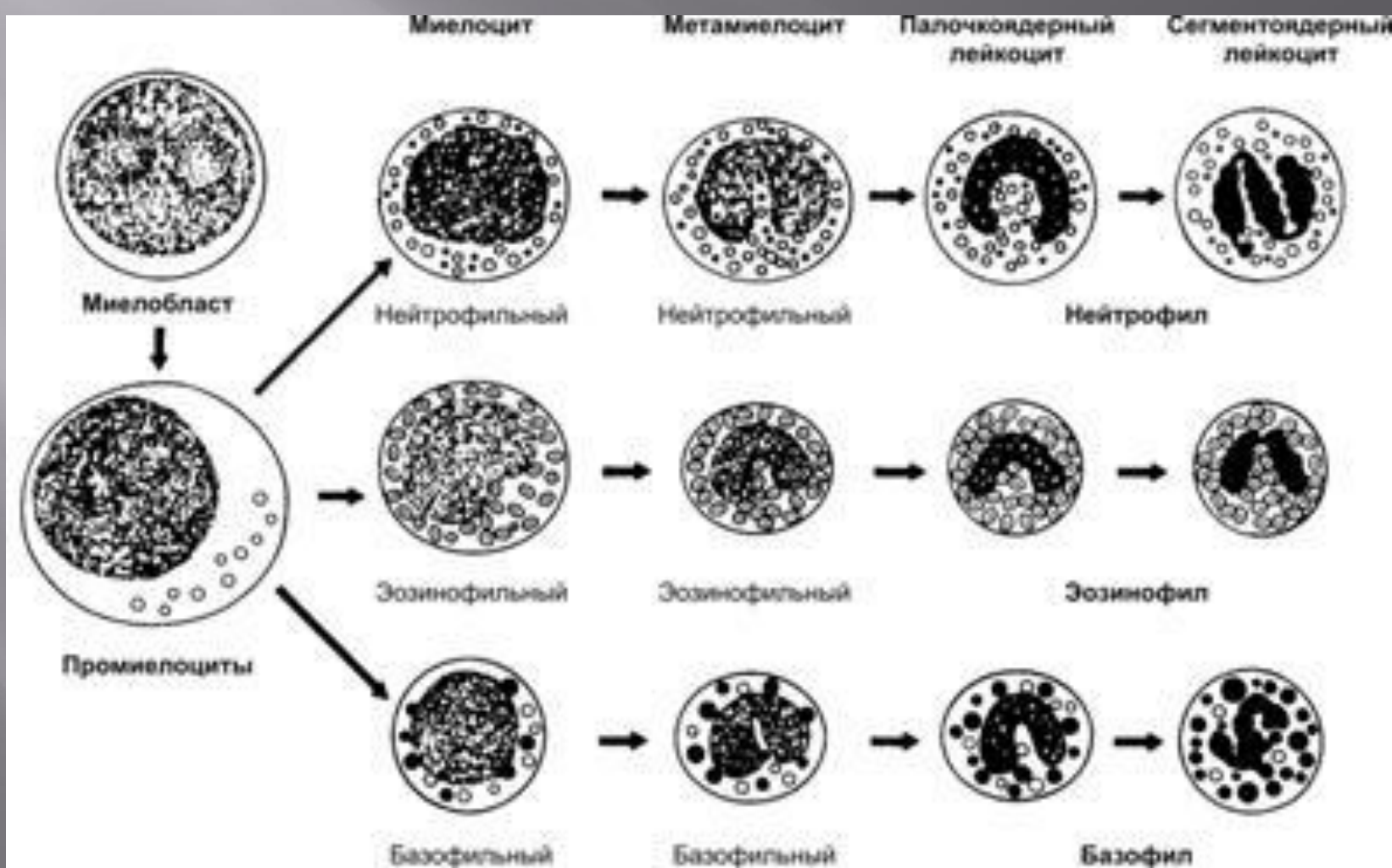
CFU — Colony Forming Unit — колониеобразующая  
единица (КОЕ),

BFU — Burst Forming Unit — взрывообразующая единица

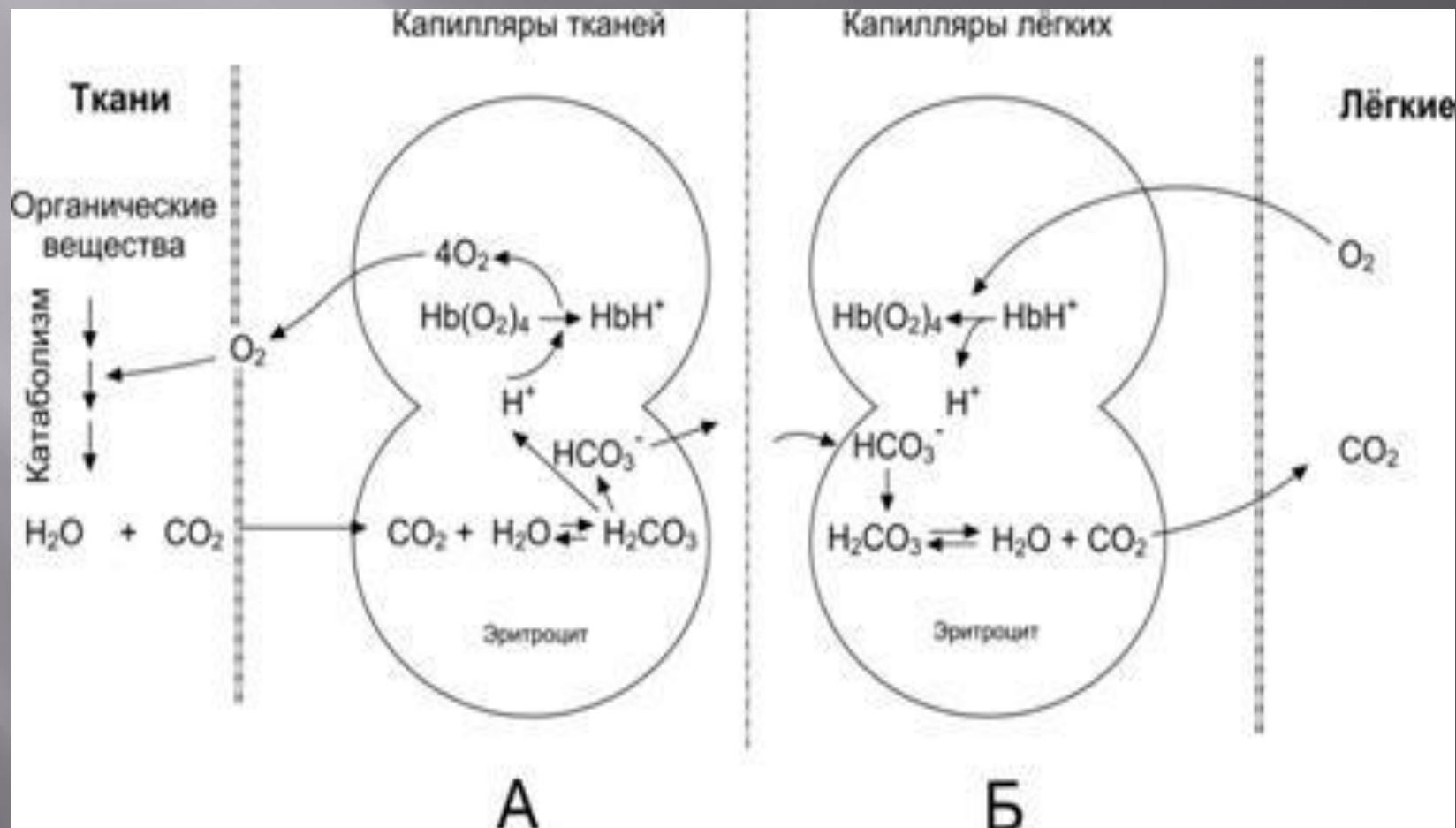


Из взрывообразующей единицы эритропоэза BFU-E дифференцируется унипотентный предшественник эритроцитов CFU-E. Последний даёт начало проэритробласту. Дальнейшая дифференцировка приводит к уменьшению размеров клеток и количества органелл, но к увеличению содержания Hb и потере ядра. При этом из проэритробласта последовательно дифференцируются базофильный, полихроматофильный, оксифильный (неделяющийся нормобласт) эритробласт, ретикулоцит, эритроцит. Вытолкнутое из нормобласта ядро поглощает макрофаг.

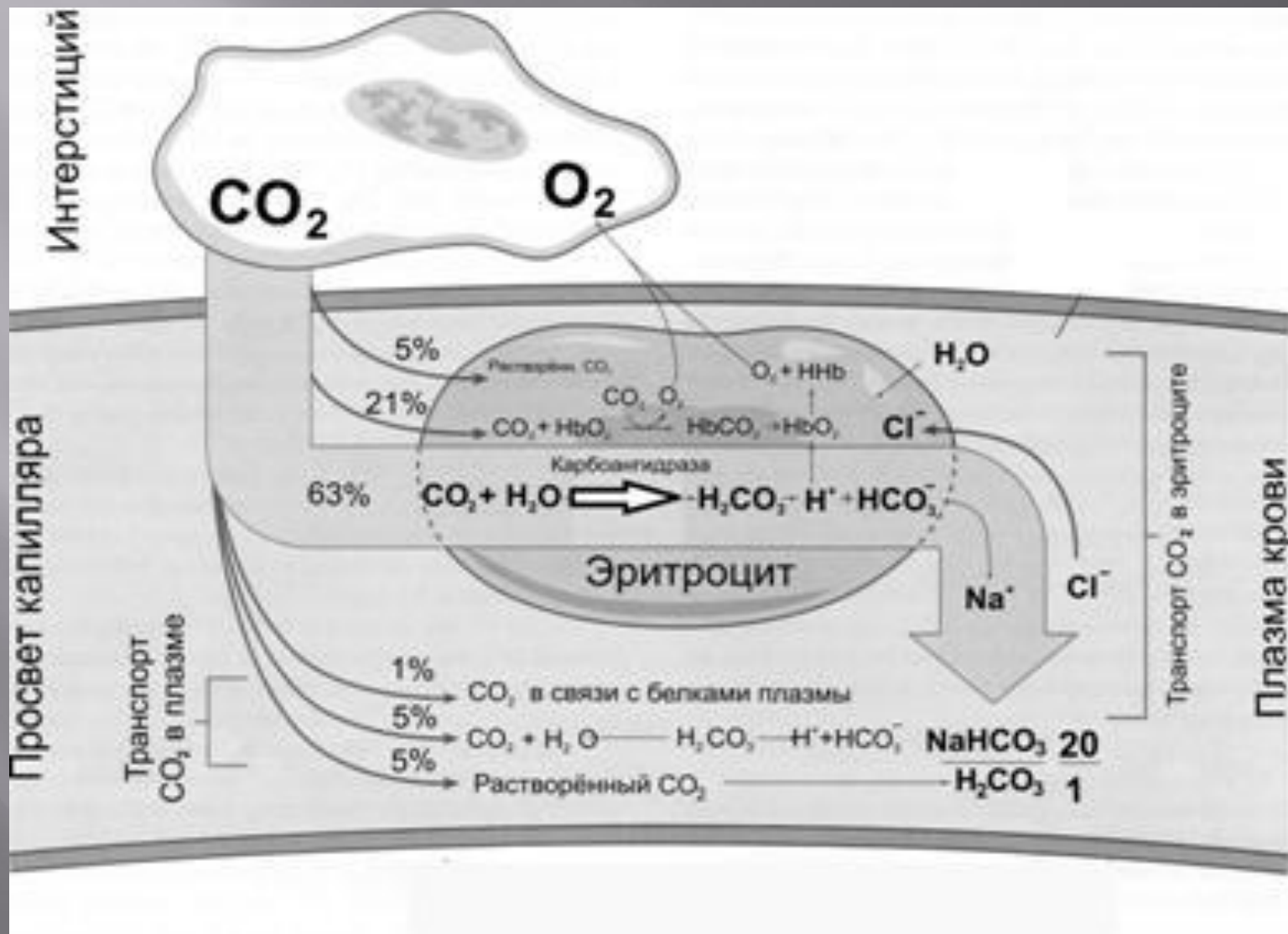




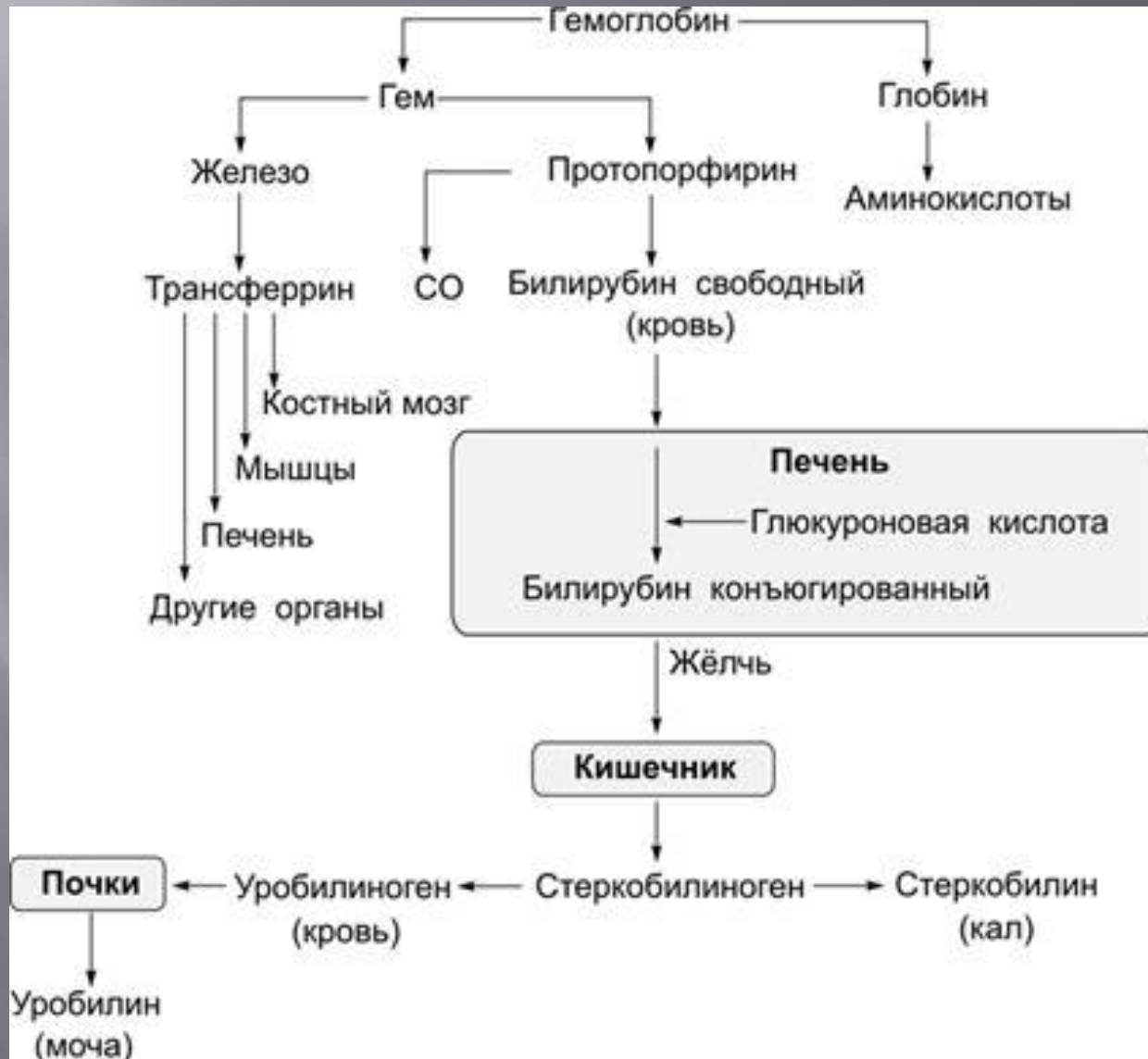
# Перенос $O_2$ и $CO_2$ с кровью



# Механизмы транспорта $\text{CO}_2$ с кровью

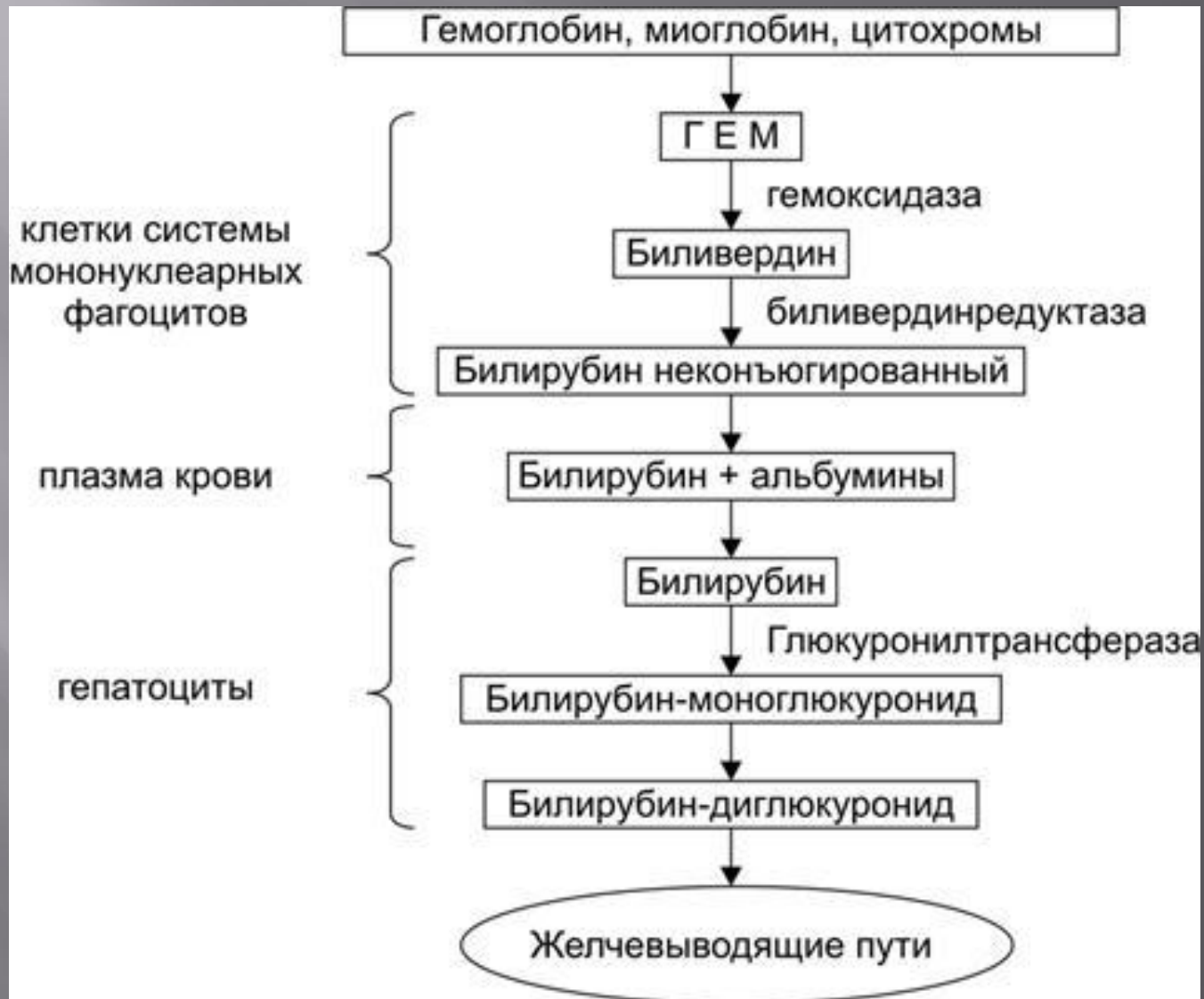


# Обмен гемоглобина и билирубина





# Этапы метаболизма билирубина



# Схема обмена железа (Fe) в организме здорового мужчины с массой тела 70 кг



# Физиология крови

## Группы крови системы ABO

№ п/п	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы	Обозначение группы	Распространенность
1.	0 (не содержатся)	$\alpha \beta$	$O_{II}(0)$ $O(I)$	41%
2.	A	$\beta$	$A_{II}(II)$ $A(I)$	39%
3.	B	$\alpha$	$B_{II}(III)$ $B(I)$	14%
4.	AB	0 (не содержатся)	$AB_{II}(IV)$ $AB(I)$	6%

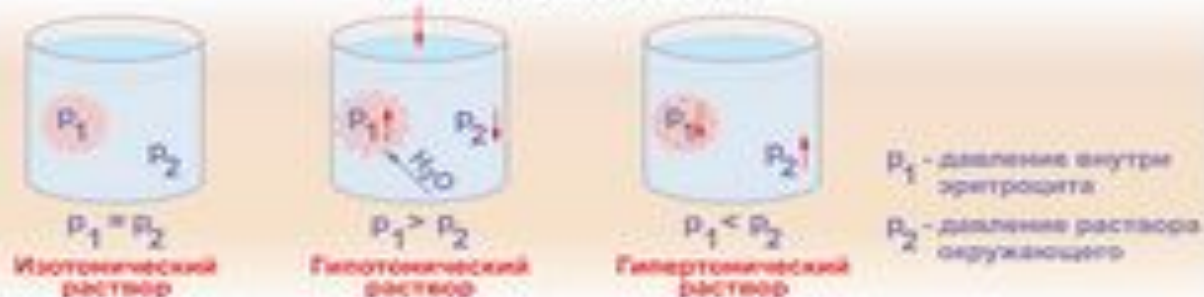
## Разновидности крови системы резус

№ п/п	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы	Обозначение группы	Распространенность
1.	Rh (резус-фактор)	Отсутствуют	Rh+	85%
2.	Отсутствуют	Отсутствуют	Rh-	15%

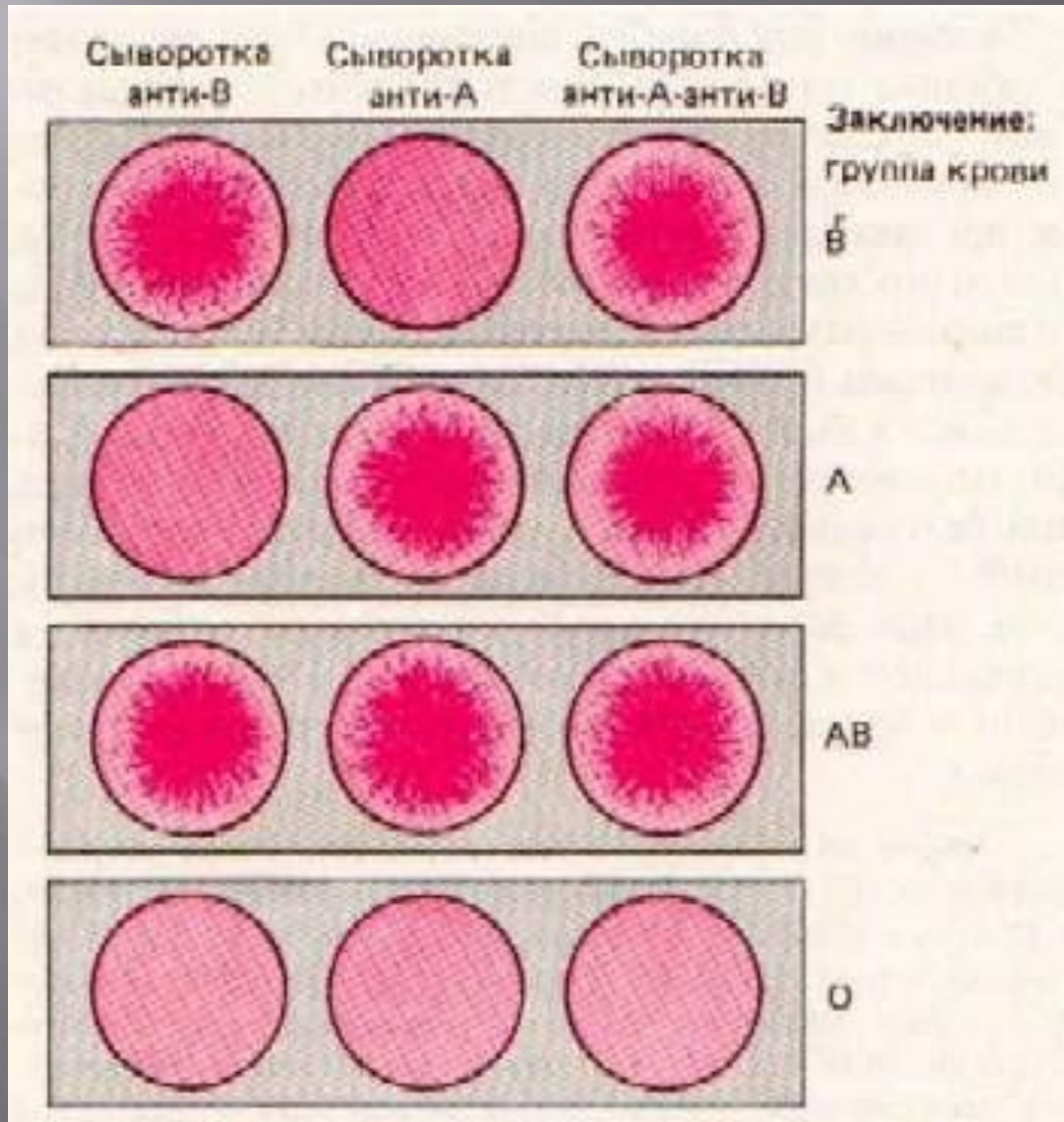
## Схема свертывания крови



## Осмотический гемолиз



# Определение группы крови



**Спасибо за внимание**