

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

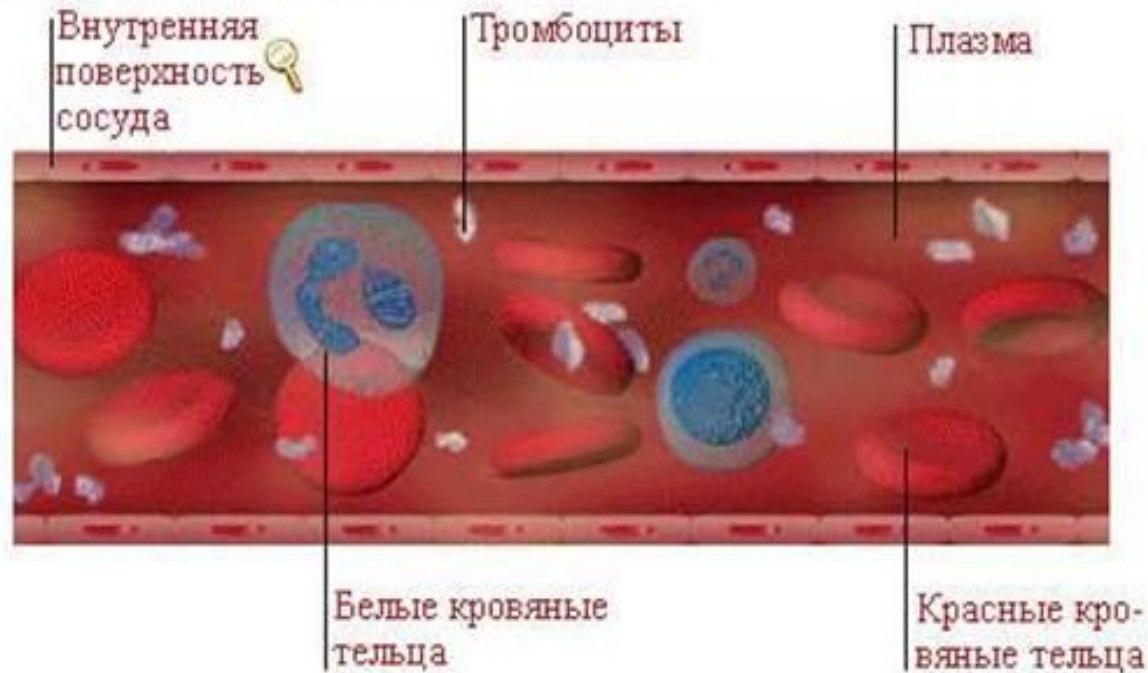
Клеточные элементы составляют 45% (36-48) от общего объёма крови

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

Кисотно-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 H_2CO_3 и гидрокарбоната натрия NaHCO_3 . Составляет 90% буферной емкости межклеточной жидкости около 50% буферной емкости крови

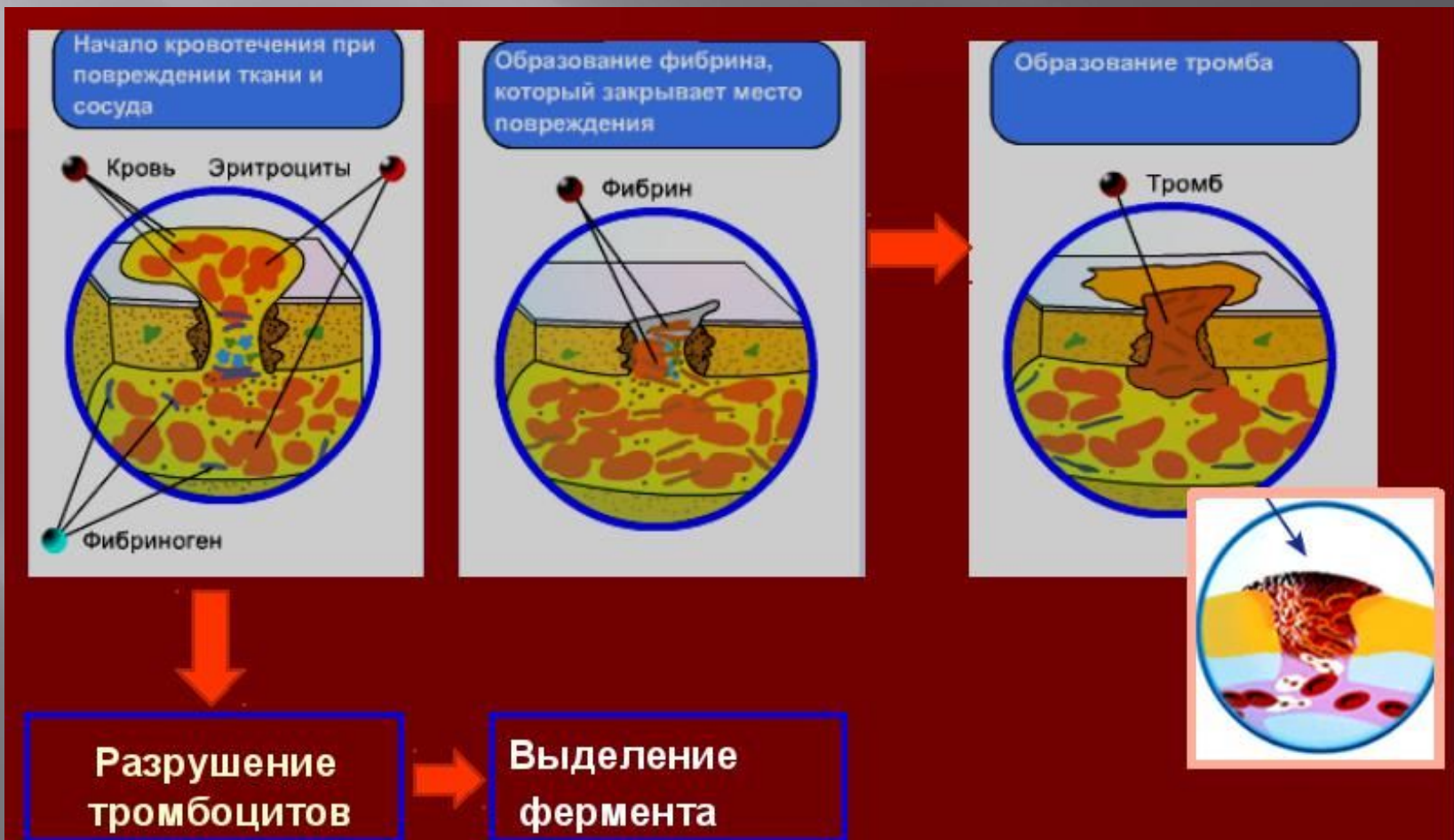
Фосфатная буферная система играет существенную роль внутри клеток. Состоит из двух компонентов: щелочного – Na_2HPO_4 и кислого – NaH_2PO_4

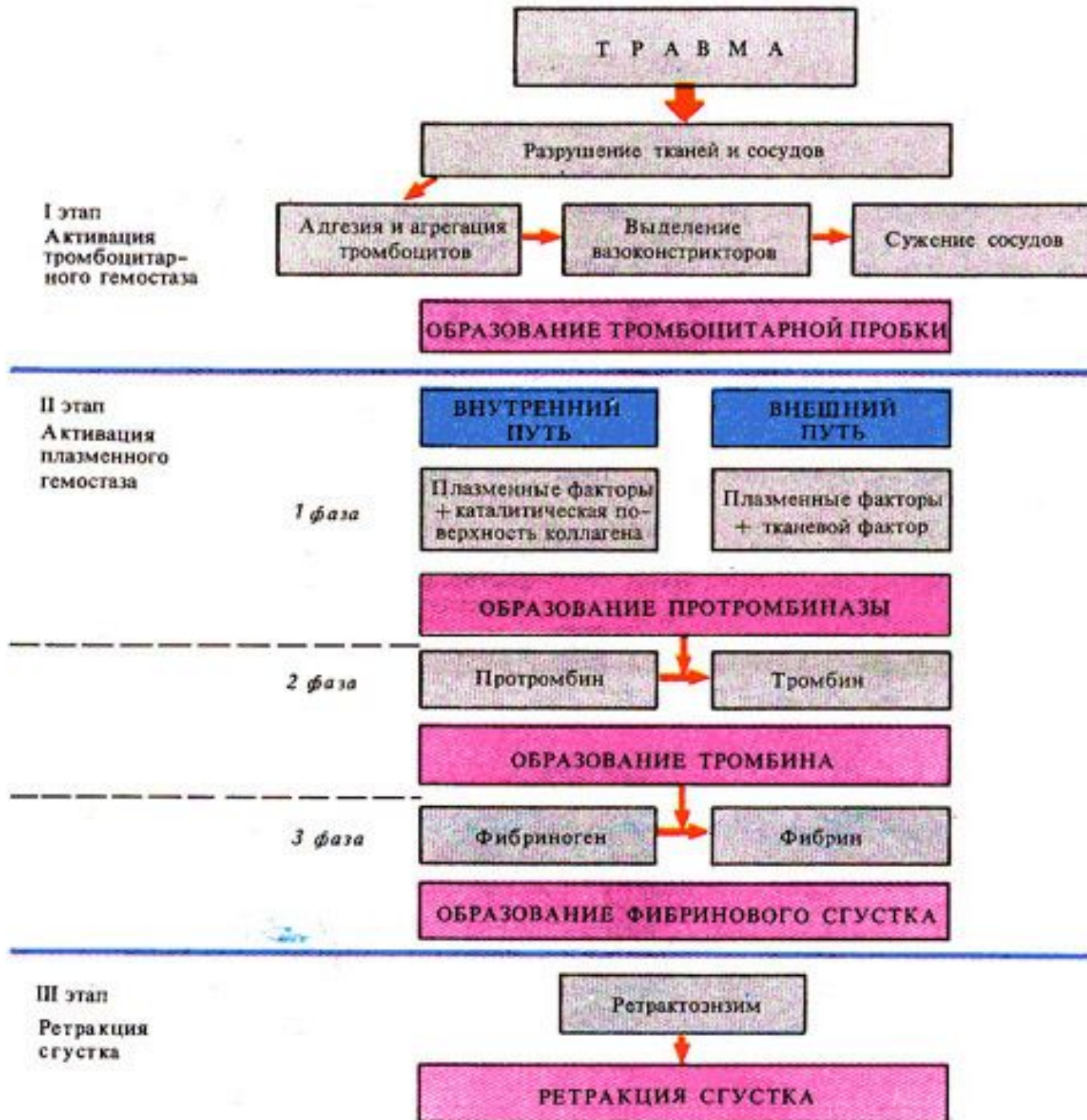
Белковая буферная система – главный внутриклеточный буфер, состоит из слабодиссоциирующего белка с кислыми свойствами (белок- COOH) и соли сильного основания (белок- COONa)

Гемоглобиновая буферная система – наиболее ёмкий буфер крови (внутри эритроцитов). Состоит из кислого компонента – HbO_2 и основного Hb . HbO_2 диссоциирует с отдачей в среду H^+ и связывает катионы (главным образом K^+)

Свёртывание крови

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

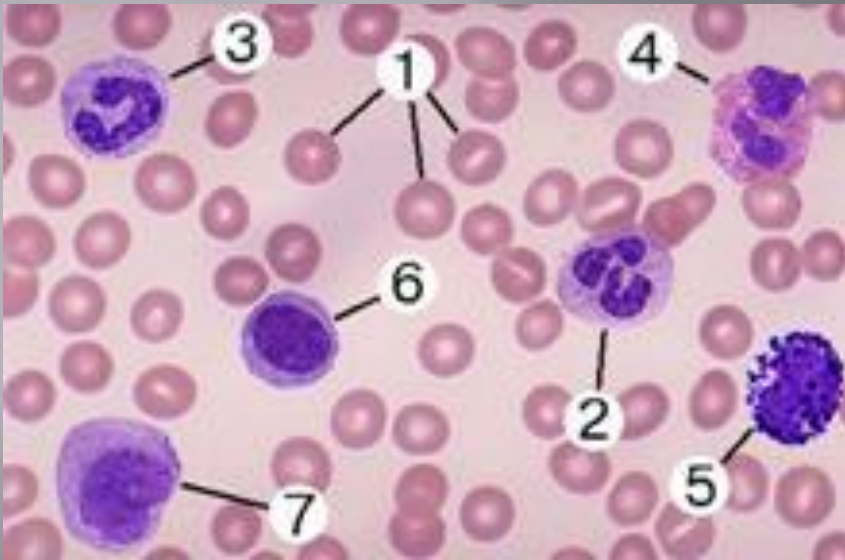




Клетки крови человека



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 – $4,5-5,7 \times 10^{12}/л$

у женщин – $3,9-5 \times 10^{12}/л$

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

лимфоциты – $1,2-3,3 \times 10^9/л$,

моноциты – $0,2-0,7 \times 10^9/л$,

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

Тромбоциты – $190-405 \times 10^9/л$

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

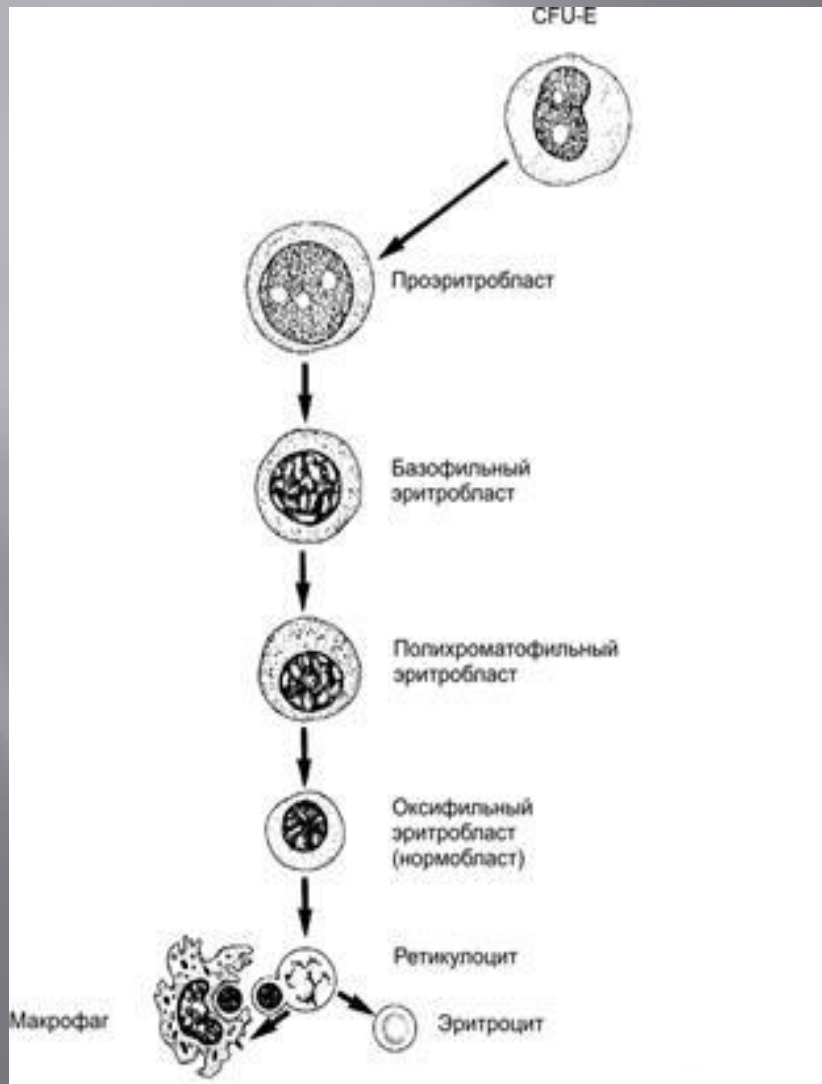
Унипотентные предшественники:

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

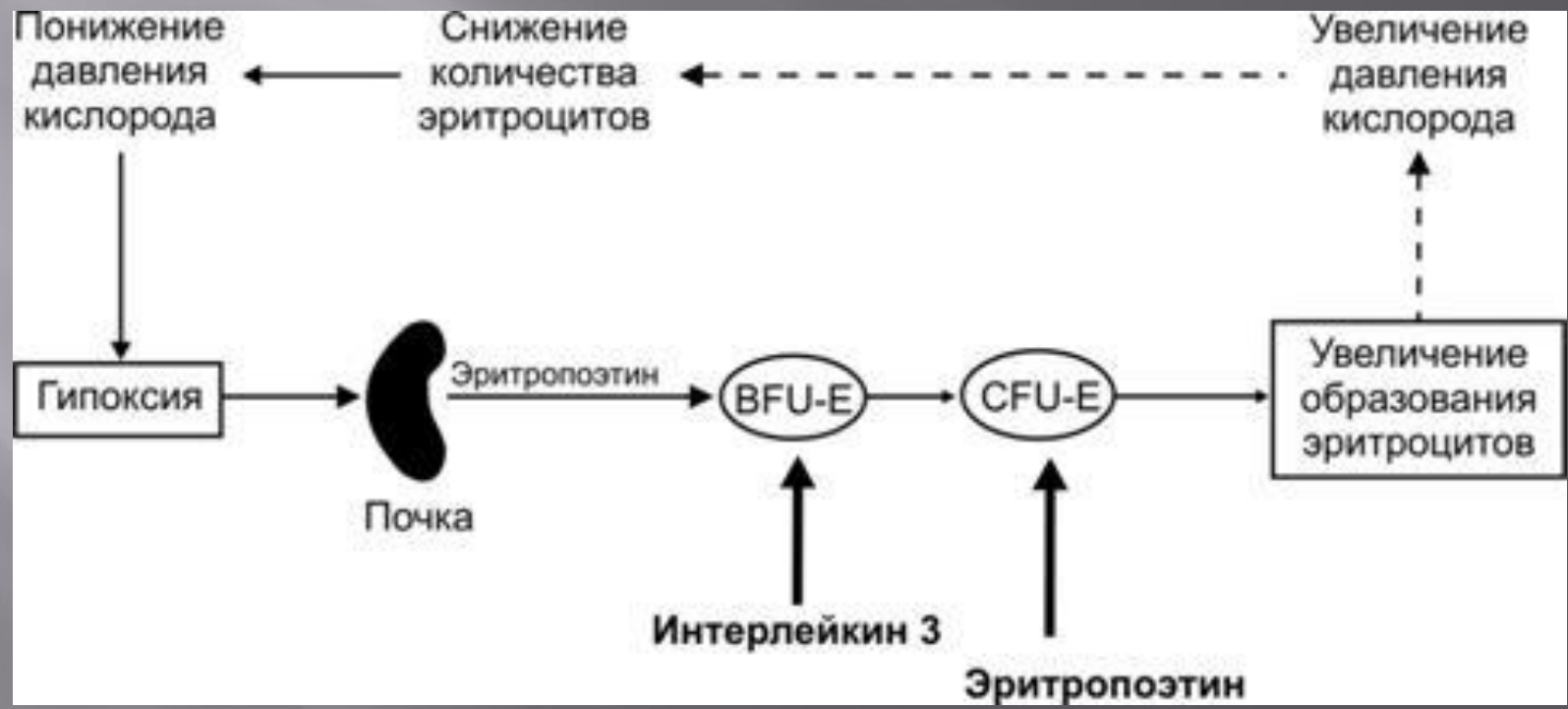
CFU-M — моноцитов; CFU-Meg — мегакариоцитов.

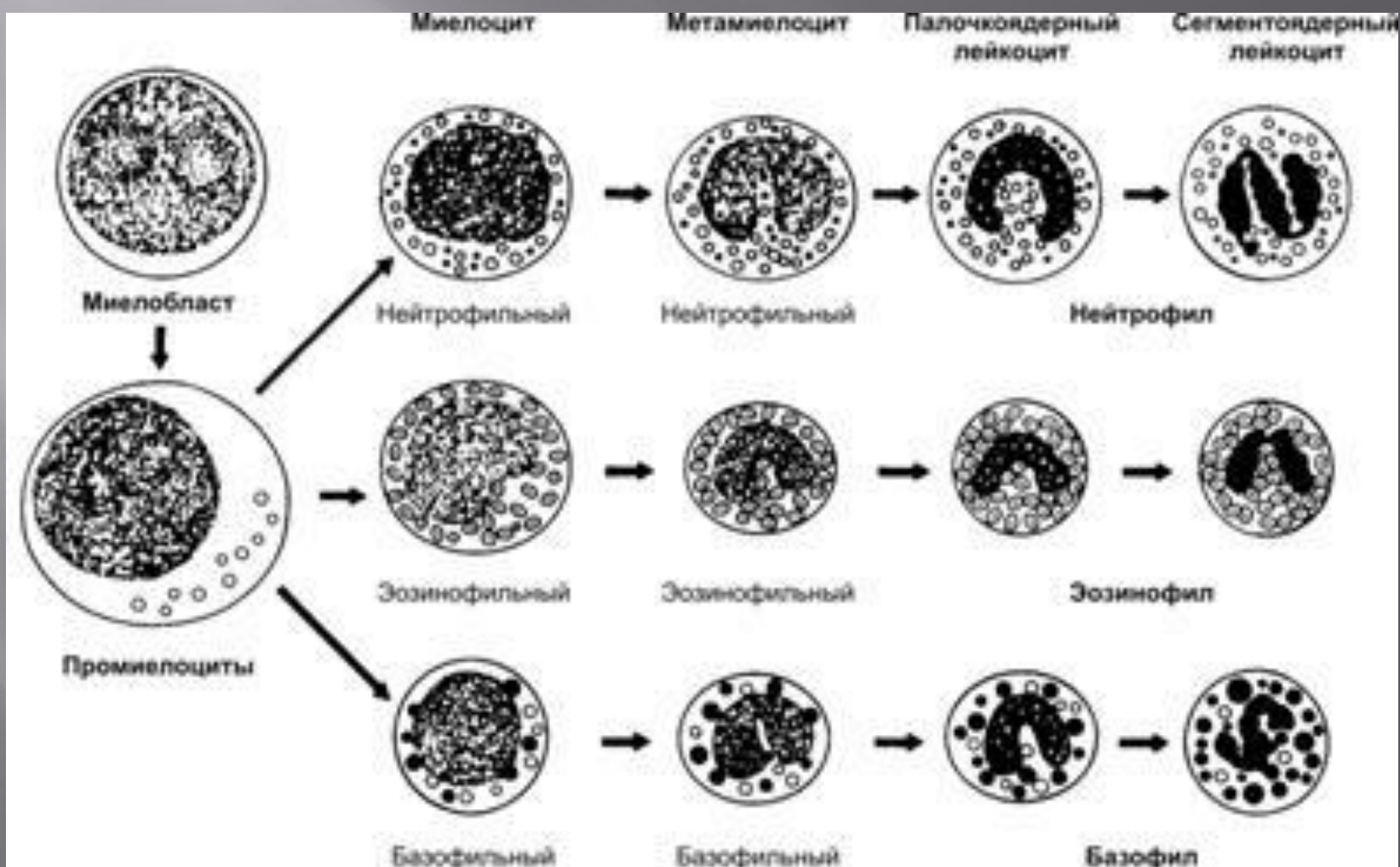
CFU — Colony Forming Unit — колониеобразующая
единица (КОЕ),

BFU — Burst Forming Unit — взрывообразующая единица

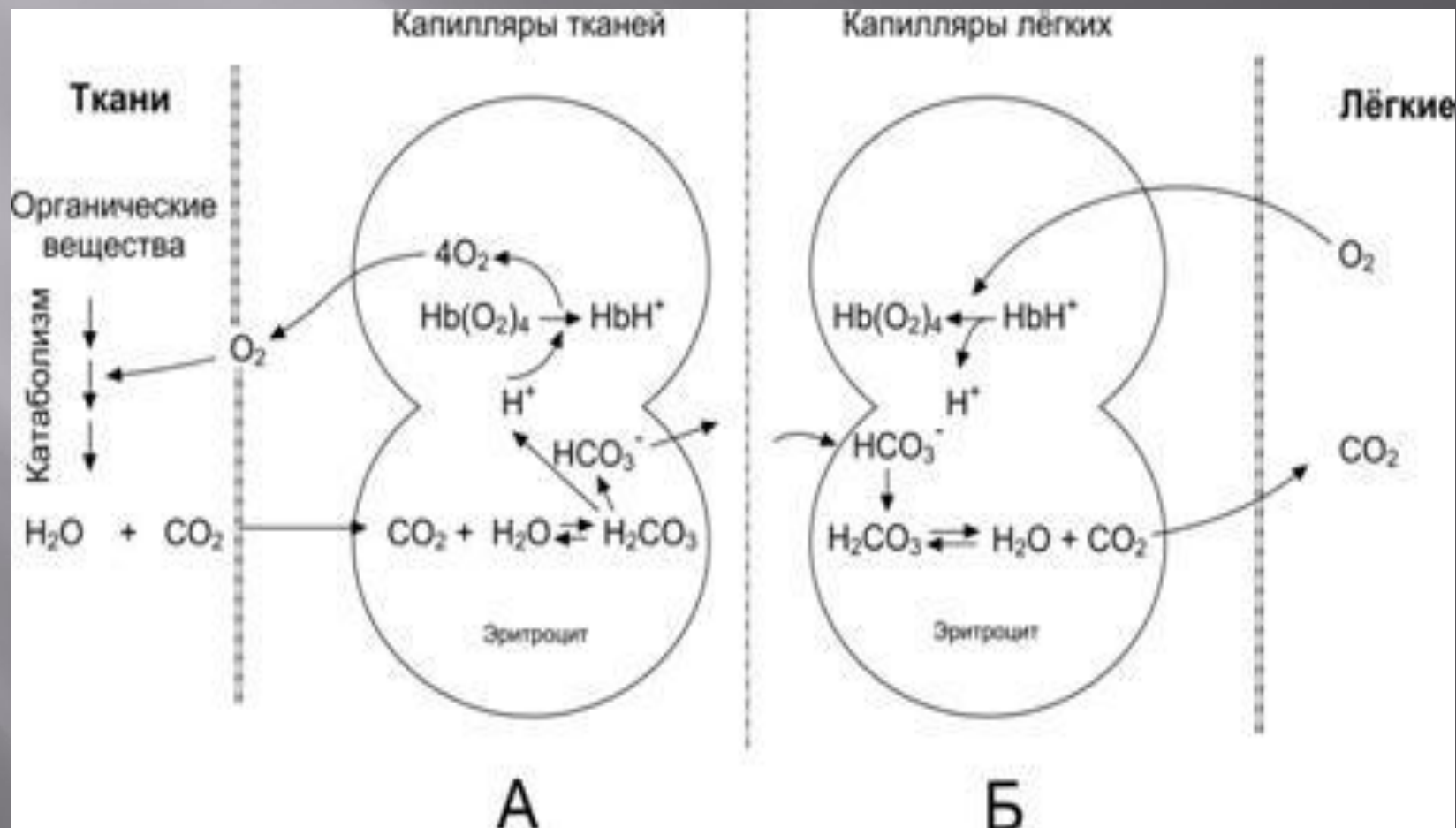


Из взрывообразующей единицы эритропоэза BFU-E дифференцируется унипотентный предшественник эритроцитов CFU-E. Последний даёт начало проэритробласту. Дальнейшая дифференцировка приводит к уменьшению размеров клеток и количества органелл, но к увеличению содержания Hb и потере ядра. При этом из проэритробласта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

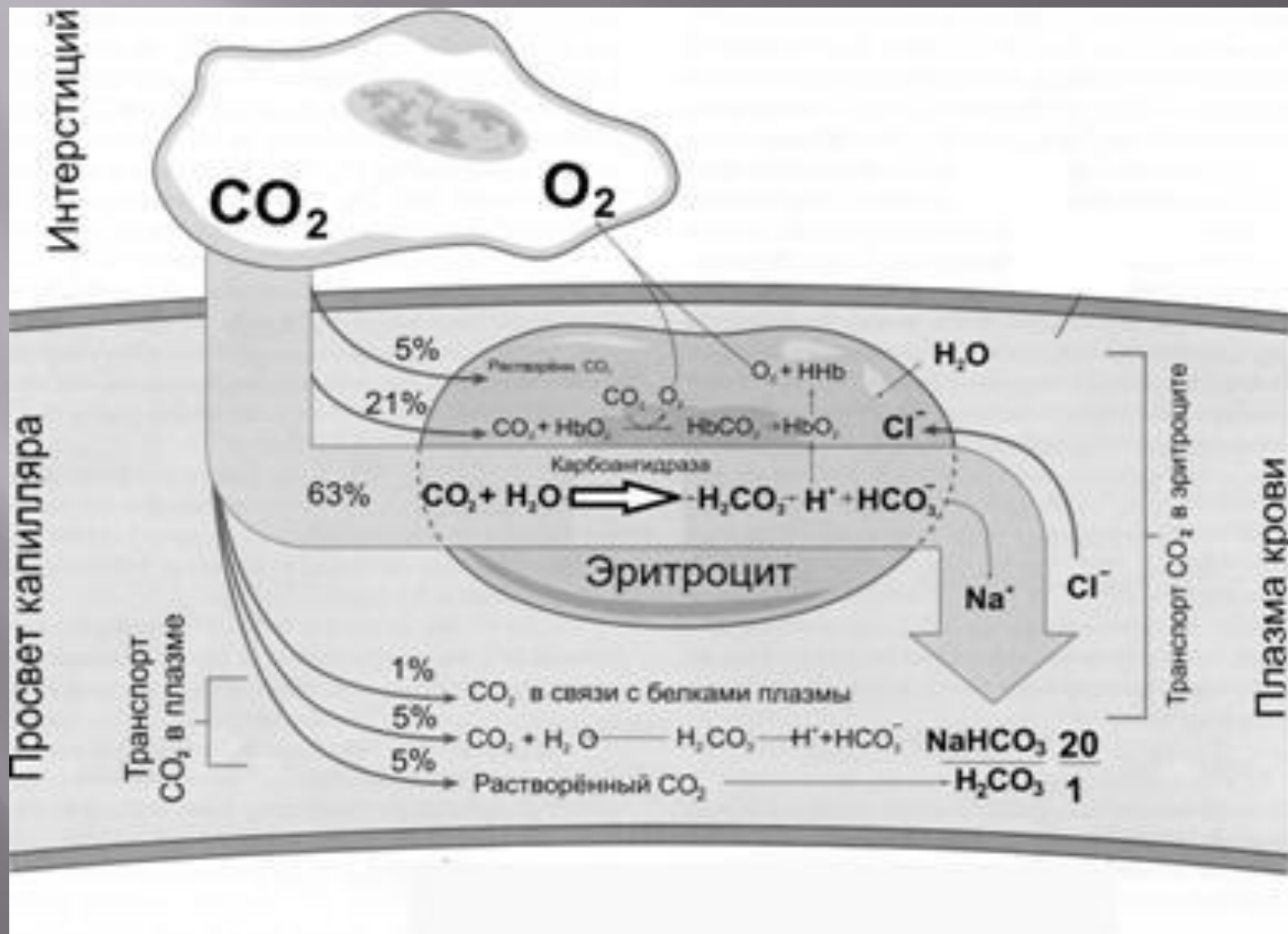




Перенос O_2 и CO_2 с кровью



Механизмы транспорта CO_2 с кровью



Обмен гемоглобина и билирубина



Этапы метаболизма билирубина

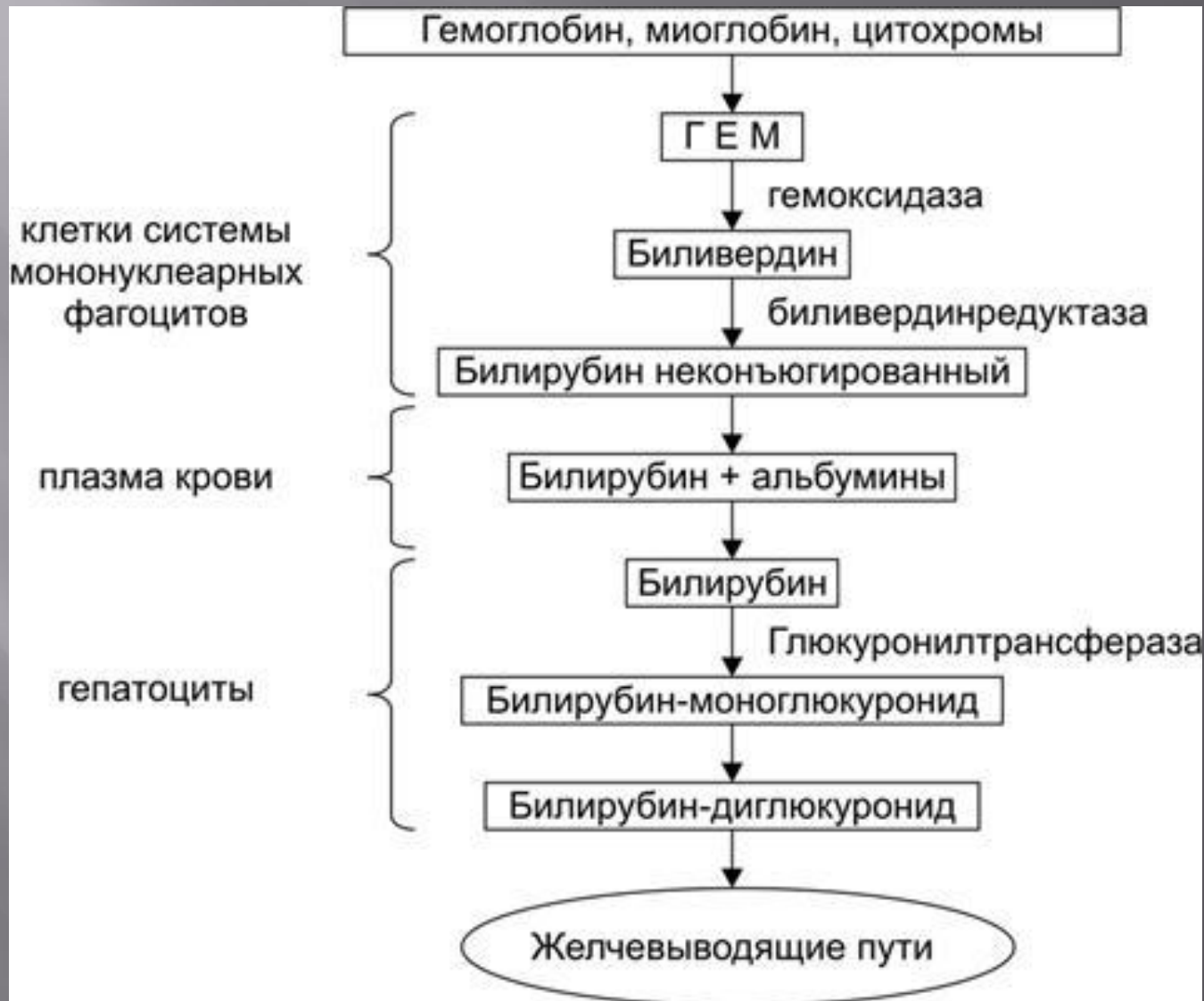


Схема обмена железа (Fe) в организме здорового мужчины с массой тела 70 кг



Физиология крови

Группы крови системы ABO

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

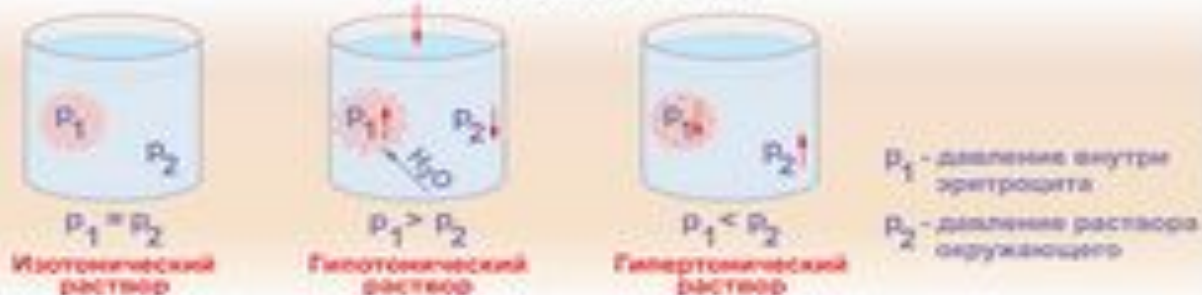
Разновидности крови системы резус

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

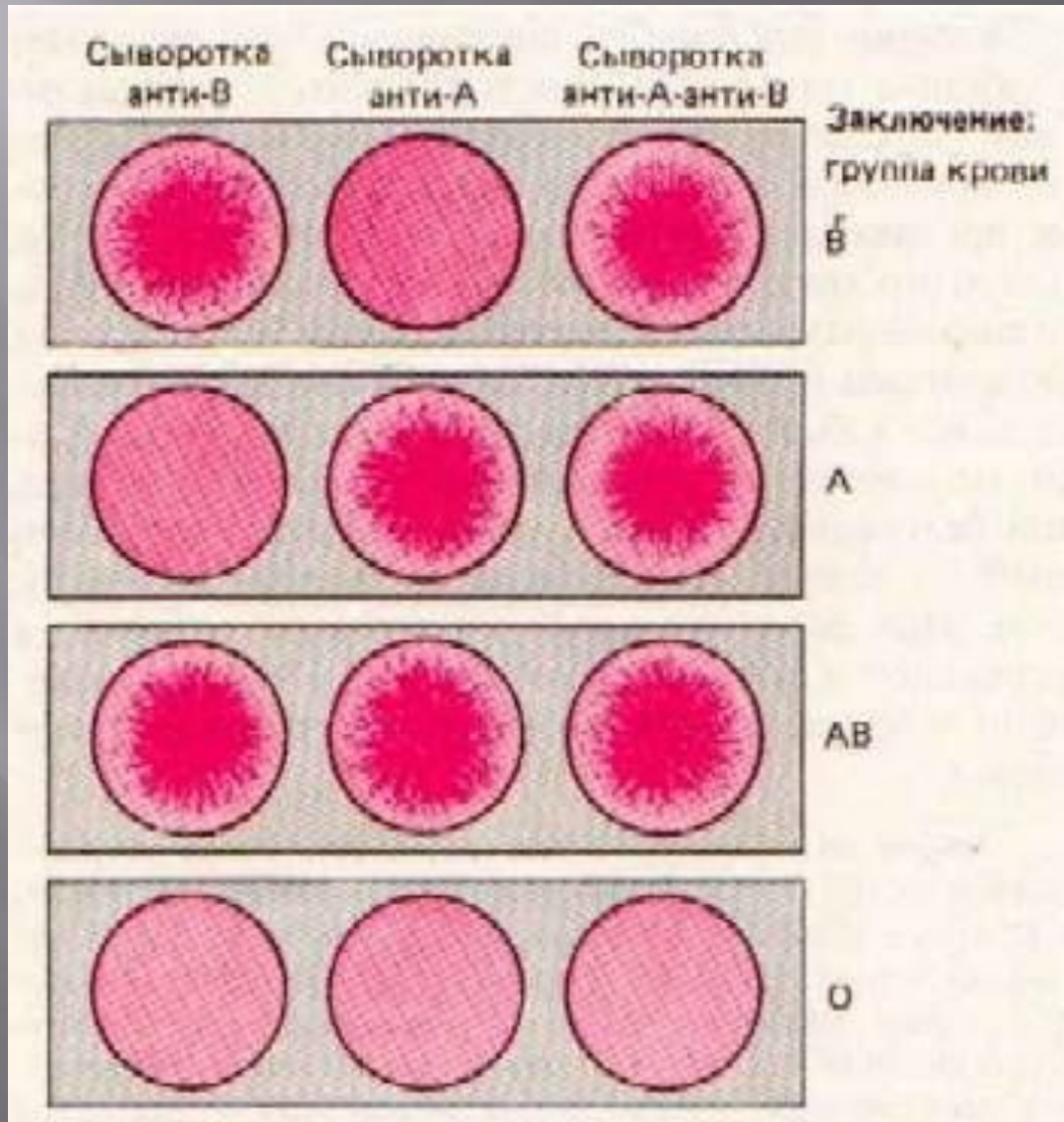
Схема свертывания крови



Осмотический гемолиз



Определение группы крови



Спасибо за внимание