

Гомеостаз

Гомеоста́з — саморегуляция, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия. Стремление системы воспроизводить себя, восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды.

Комплексные системы — например, организм человека — должны обладать гомеостазом, чтобы сохранять стабильность и существовать. Эти системы не только должны стремиться выжить, им также приходится адаптироваться к изменениям среды и развиваться.

Свойства гомеостаза

- Гомеостатические системы обладают следующими свойствами:
- *Нестабильность* системы: тестирует, каким образом ей лучше приспособиться.
- *Стремление к равновесию*: вся внутренняя, структурная и функциональная организация систем способствует сохранению баланса.
- *Непредсказуемость*: результирующий эффект от определённого действия зачастую может отличаться от того, который ожидался.

Примеры гомеостаза у млекопитающих:

- Регуляция количества микронутриентов и воды в теле — осморегуляция. Осуществляется в почках.
- Удаление отходов процесса обмена веществ — выделение.

Механизмы гомеостаза

- **1. Отрицательная обратная связь** выражающаяся в реакции, при которой система отвечает так, чтобы изменить направление изменения на противоположное. Так как обратная связь служит сохранению постоянства системы, это позволяет соблюдать гомеостаз.
 - Например, когда концентрация углекислого газа в организме человека увеличивается, лёгким приходит сигнал к увеличению их активности и выдыханию большего количество углекислого газа.

- **Положительная обратная связь**, которая выражается в усилении изменения переменной. Она оказывает дестабилизирующий эффект, поэтому не приводит к гомеостазу. Положительная обратная связь реже встречается в естественных системах, но также имеет своё применение.
 - Например, в нервах пороговый электрический потенциал вызывает генерацию намного большего потенциала действия. Свёртывание крови и события при рождении можно привести в качестве других примеров положительной обратной связи.
- Устойчивым системам необходимы комбинации из обоих типов обратной связи. **Тогда как отрицательная обратная связь позволяет вернуться к гомеостатическому состоянию, положительная обратная связь используется для перехода к совершенно новому (и, вполне может быть, менее желанному) состоянию гомеостаза, — такая ситуация называется «метастабильность».**

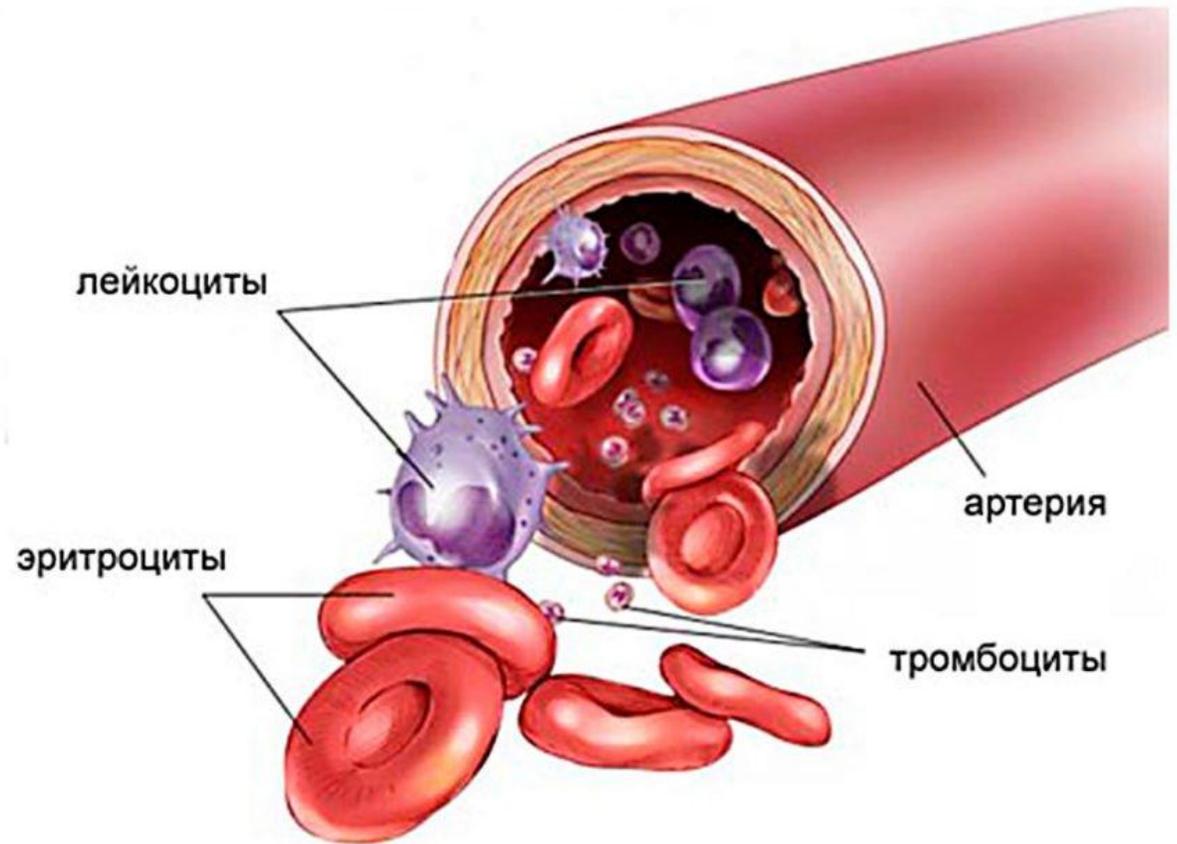
Биологический гомеостаз

- В отношении любого параметра организмы делятся на конформационные и регуляторные.
- **Регуляторные организмы** сохраняют параметр на постоянном уровне, независимо от того, что происходит в среде. **Конформационные организмы** позволяют окружающей среде определять параметр. Например, теплокровные животные сохраняют постоянную температуру тела, тогда как холоднокровные демонстрируют широкий диапазон температур.

Преимущество гомеостатической регуляции состоит в том, что она позволяет организму функционировать более эффективно

- **Кровь** — жидкая и подвижная соединительная ткань внутренней среды организма. Состоит из жидкой среды — **плазмы** — и взвешенных в ней **форменных элементов** (клеток и производных от клеток): эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.
- У позвоночных кровь имеет красный цвет (от бледно-до тёмно-красного) из-за наличия в эритроцитах гемоглобина, переносящего кислород. У человека насыщенная кислородом кровь (артериальная) ярко-красная,

Кровь



Свойства крови

- **Суспензионные свойства** зависят от белкового состава плазмы крови, и от соотношения белковых фракций (в норме альбуминов больше, чем глобулинов).
- **Коллоидные свойства** связаны с наличием белков в плазме. За счёт этого обеспечивается постоянство жидкого состава крови, так как молекулы белка обладают способностью удерживать воду.
- **Электролитные свойства** зависят от содержания в плазме крови анионов и катионов.

Электростатические свойства крови

Состав крови

- **Плазма** - жидкая часть крови, которая содержит воду и взвешенные в ней вещества — белки и другие соединения. Основными белками плазмы являются альбумины, глобулины и фибриноген. Около 90 % плазмы составляет вода. Неорганические вещества составляют около 2—3 %; это катионы (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) и анионы (HCO_3^- , Cl^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}).



У взрослого человека форменные элементы крови составляют около 40—50 %, а плазма — 50—60 %.

Форменные элементы крови

представлены *эритроцитами, тромбоцитами и лейкоцитами*.

- 1. Эритроциты (красные кровяные тельца)** — самые многочисленные из форменных элементов. Зрелые эритроциты не содержат ядра и имеют форму двояковогнутых дисков.
- 2. Тромбоциты (кровяные пластинки)** представляют собой ограниченные клеточной мембраной фрагменты цитоплазмы гигантских клеток костного мозга (мегакариоцитов).
- 3. Лейкоциты (белые клетки крови)** являются частью иммунной системы организма. Они способны к выходу за пределы кровяного русла в ткани. Главная функция лейкоцитов — защита от чужеродных тел и соединений



Количественный состав

- **Белки** — 7—8 % (в плазме):
 - сывороточный альбумин — 4 %,
 - сывороточный глобулин — 2,8 %,
 - фибриноген — 0,4 %;
- **Минеральные соли** — 0,9—0,95 %;
- **Глюкоза** — от 3,8—4 до 6,0—6,1 ммоль/л (венозная плазма натощак).

Содержание гемоглобина:

- у мужчин — 7,7—8,1 ммоль/л 78—82 ед. по Сали,
- у женщин — 7,0—7,4 ммоль/л 70—75 ед. по Сали;

Число эритроцитов в 1 мм³ крови:

- у мужчин — 4 500 000—5 000 000,
- у женщин — 4 000 000—4 500 000;

Число тромбоцитов в крови в 1 мм³ — около 180000—320000;

Число лейкоцитов в крови в 1 мм³ — около 6000—9000;

- сегментоядерные — 50—70 %,
- лимфоциты — 20—40 %,
- моноциты — 2—10 %,
- палочкоядерные — 1—5 %,
- эозинофилы — 2—4 %,
- базофилы — 0—1 %,
- метамиелоциты — 0—1 %.

Функции

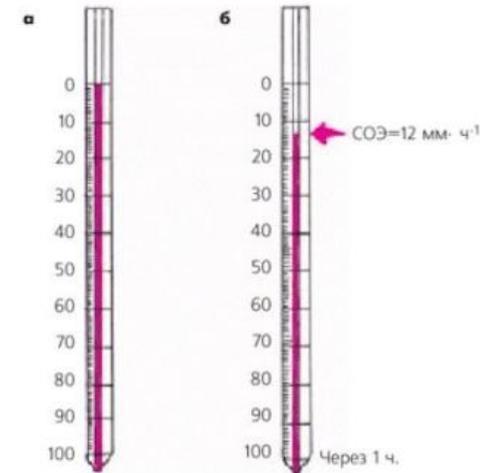
- **Транспортная** — передвижение крови; в ней выделяют ряд подфункций:
 - Дыхательная — перенос кислорода от лёгких к тканям и углекислого газа от тканей к лёгким
 - Питательная — доставляет питательные вещества к клеткам тканей
 - Экскреторная (выделительная) — транспорт ненужных продуктов обмена веществ к лёгким и почкам для их экскреции (выведения) из организма
 - Терморегулирующая — регулирует температуру тела
 - Регуляторная — связывает между собой различные органы и системы, перенося сигнальные вещества, которые в них образуются
- **Защитная** — обеспечение клеточной и гуморальной защиты от чужеродных агентов
- **Гомеостатическая** — поддержание гомеостаза (постоянства внутренней среды организма) — кислотно-основного равновесия, водно-электролитного баланса и т. д.
- **Механическая** — придание тургорного напряжения органам за счет прилива к ним крови

Основные показатели СОЭ

Скóрость оседáния эритроцítов (СОЭ) — неспецифический лабораторный показатель крови, отражающий соотношение фракций белков плазмы; изменение СОЭ может служить косвенным признаком текущего воспалительного или иного патологического процесса. Также этот показатель известен под названием «Реакция оседания эритроцитов», РОЭ.

Скорость оседания эритроцитов

- СОЭ_{мужчины} = 1-10 мм/час
- СОЭ_{женщины} = 2-15 мм/час



Принцип метода

Плотность эритроцитов превышает плотность плазмы, поэтому они медленно оседают на дно пробирки. Скорость, с которой происходит оседание эритроцитов, в основном определяется степенью их агрегации, то есть способностью слипаться вместе (не путать с агглютинацией).

Степень агрегации (а значит и СОЭ) повышается при увеличении концентрации в плазме т. н. белков острой фазы — маркеров воспалительного процесса.

Небольшие изменения концентрации сывороточного альбумина влияют на СОЭ мало и неоднозначно, однако, значительное падение концентрации альбумина при патологических состояниях приводит к повышению СОЭ.

Интерпретация

Умеренное повышение СОЭ (20—30 мм/ч) может наблюдаться при анемиях, при гипопротейнемии, у женщин в период менструации и беременности. Резкое повышение СОЭ (более 60 мм/час) обычно сопровождается такими состояниями как септический процесс, аутоиммунные заболевания, злокачественные опухоли, сопровождающиеся распадом тканей, лейкозы. Уменьшение скорости оседания эритроцитов возможно при гиперпротеинемии, при изменении формы эритроцитов, эритроцитозах, лейкоцитозе, ДВС-синдроме, гепатитах.

Норма

- Скорость оседания эритроцитов крови здорового человека зависит от возраста и пола пациента. Для новорожденных детей (до месяца) нормальным является значение СОЭ — 1–2 мм/ч. Это связано с очень низкой концентрацией белка в крови. У ребенка в возрасте до 10 лет норма анализа СОЭ составляет 0–10 мм/ч.
- В связи со спецификой химического состава крови и уровня ее вязкости норма СОЭ в крови мужчин и женщин различна.
- Скорость оседания эритроцитов у здоровой пациентки от 10 до 50 лет составляет 0–20 мм/ч, а в более старшем возрасте верхняя граница поднимается до 30 мм/ч.
- Для мужчин от 10 до 50 лет нормальное значение СОЭ — 0–15 мм/ч, а в возрасте от 50 лет и выше норма меняется на 0–20 мм/ч.

Гемостаз

- **Система гемостаза**— это биологическая система в организме, функция которой заключается в сохранении жидкого состояния крови, остановке кровотечений при повреждениях стенок сосудов и растворении тромбов, выполнивших свою функцию. Основоположником современной физиологической теории свёртывания крови является Александр Шмидт.
- **Различают три основных механизма остановки кровотечения при повреждении сосудов, которые в зависимости от условий могут функционировать одновременно, с преобладанием одного из механизмов.**

1. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз

- Основным звеном первичного гемостаза являются тромбоциты.
- На обнажившихся в результате повреждения стенках сосуда коллагеновых молекулах происходит адгезия (прилипание) так как тромбоциты способны к быстрой адгезии почти ко всем известным искусственным и естественным поверхностям.
- Образование сгустка.



2. Коагуляционный гемостаз (Свёртывание крови) запускается тканевым фактором из окружающих повреждённых сосудов тканей, и регулируется многочисленными факторами свёртывания крови. Он обеспечивает плотную закупорку повреждённого участка сосуда фибриновым сгустком — это так называемый «красный тромб», так как образовавшаяся фибриновая сетка включает в себя клетки крови эритроциты.

1 фаза- инициация процесса свертывания крови

2 фаза- усиление процесса свертывания крови за счет активации тромбоцитов и коагуляционных факторов образованным тромбином.

3 фаза- распространение процесса свертывания крови. Во время этой фазы на поверхности уже активированных тромбоцитов происходит формирование теназного и протромбиназного комплексов.

Сохранение крови в жидком состоянии в условиях ее циркуляции обеспечивается функционированием противосвертывающей

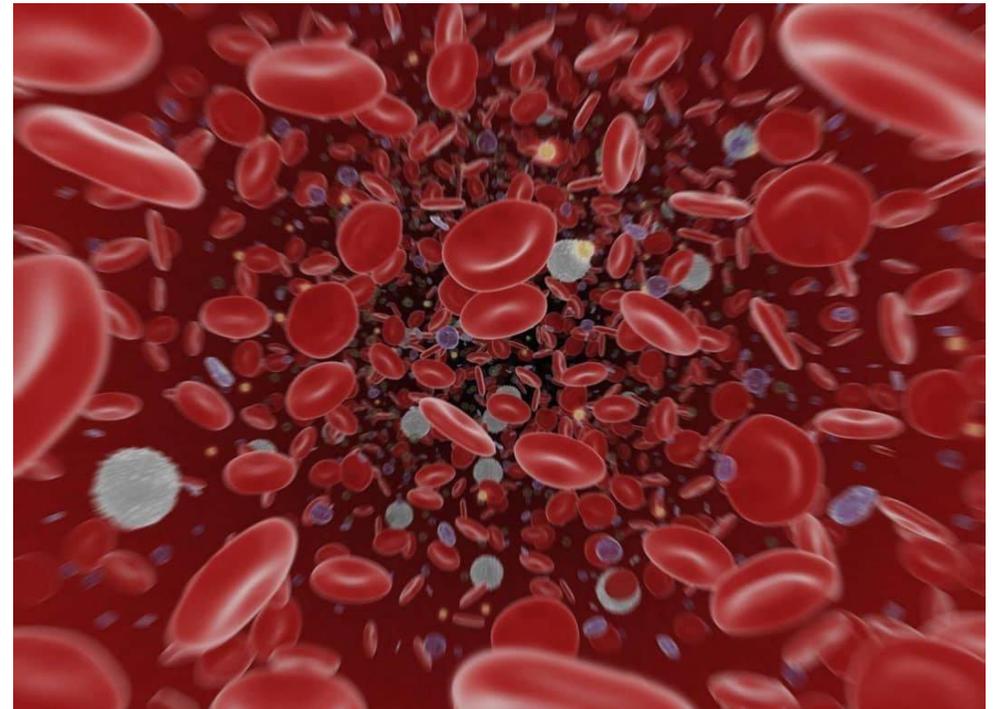
3. Фибринолиз

Фибринолиз — растворение тромба после репарации (ремонта) повреждённой стенки сосуда. Является важной защитной реакцией организма и предотвращает закупорку кровеносных сосудов сгустками фибрина. Также фибринолиз способствует реканализации сосудов после прекращения кровотечения.

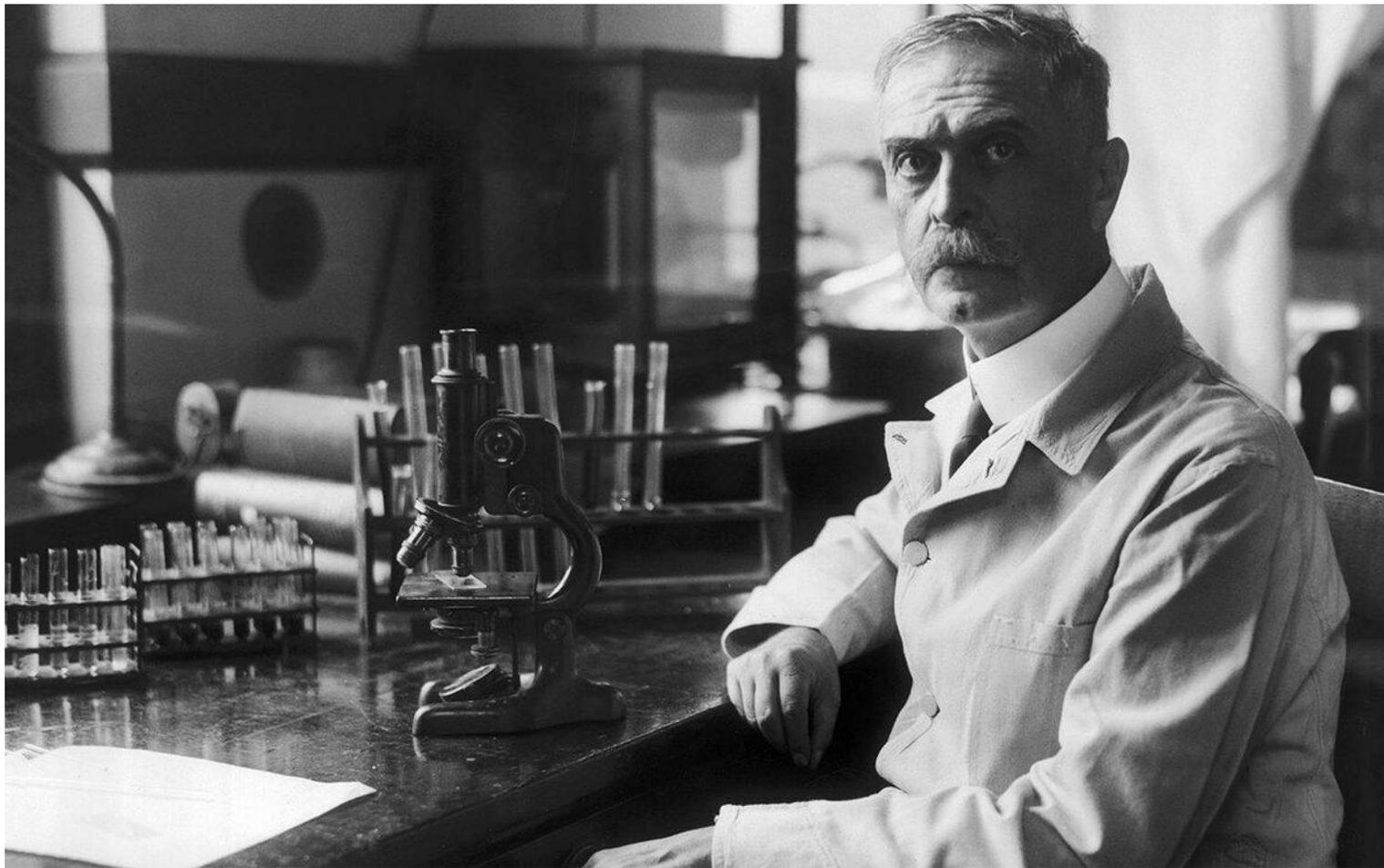
- Конечным итогом работы свёртывающей системы крови является превращение фибриногена в волокна фибрина под действием тромбина. Установлено, что любой сгусток, который образуется в сосудах, в том числе в артериях, является тромбоцитарно-фибриновым. Тромбоциты играют важную роль в восстановлении стенок сосуда: из тромбоцитов, участвующих в образовании сгустка, выделяется большое количество активных веществ.

Группа крови — описание индивидуальных антигенных характеристик эритроцитов, определяемое с помощью методов идентификации специфических групп углеводов и белков, включённых в мембраны эритроцитов.

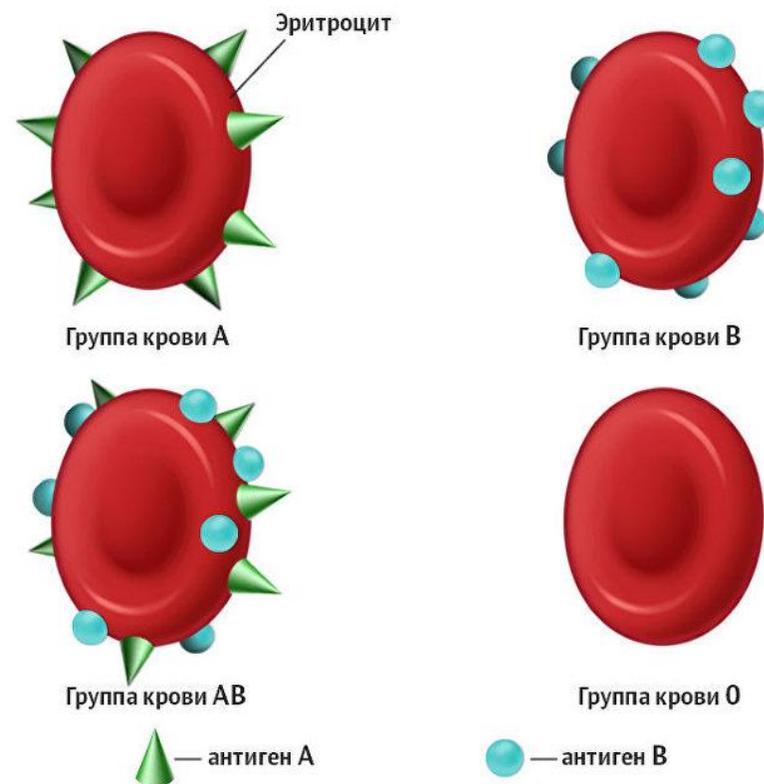
По состоянию на 2021 год, по данным Международного общества переливания крови, у человека обнаружено 43 системы групп крови. Из них наибольшее значение в прикладной медицине имеют и определяются чаще всего системы АВ0 и резус-фактора.



- **Система АВ0** — первая эритроцитарная система антигенов — открыта венским ученым Карлом Ландштейнером в 1900 г. Чуть позднее, в 1907 г, и независимо от Ландштейнера чешский врач Ян Янский пришел к заключению о существовании четырех групп крови.



Эритроциты на своей поверхности несут сигнальные молекулы – **антигены - агглютиногены**. Двумя основными антигенами, встроенными в молекулу эритроцитов, являются А и В. **Группоспецифические антигены — 0, А, В – генетически обусловлены**. Один из трех аллельных генов передается от матери, другой — от отца. Различные сочетания этих антигенов и антител образуют четыре группы крови. В нашей стране, как и в некоторых других, принято буквенно-цифровое обозначение групп крови — 0 (I), А (II), В (III), АВ (IV).



Частота встречаемости **групп крови** по системе АВ0 различна у разных народов и зависит от частоты распространения соответствующего фенотипа. Частота встречаемости групп крови (среднеевропейская популяция): 0 (I) — 43%, А (II) — 42%, В (III) — 11%, АВ (IV) — 4%. У жителей азиатских стран антиген 0 встречается реже, а у народов Севера, аборигенов Полинезии, Австралии и индейцев Южной Америки значительно чаще, чем у жителей Европы. По мере продвижения с запада на восток уменьшается встречаемость антигена А и возрастает частота антигена В.

Группы крови по АВ0

Группа крови	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы
0 (I)	0	$\alpha\beta$
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	AB	0

Группа крови определяется по наличию или отсутствию склеивания эритроцитов с использованием сывороток, содержащих стандартные антигены и антитела.

Определение групп крови

Цоликлоны			Исследуемая кровь принадлежит к группе
Анти-А	Анти-В	Анти-АВ	
			0(I)
			A(II)
			B(III)
			AB(IV)*

Результат реакции оценивают через три минуты.

- если реакция агглютинации наступила только с анти-А цоликлонами, то исследуемая кровь относится к группе А(II);
- если реакция агглютинации наступила только с анти-В цоликлонами, то исследуемая кровь относится к группе В(III);
- если реакция агглютинации не наступила с анти-А и с анти-В цоликлонами, то исследуемая кровь относится к группе 0(I);
- если реакция агглютинации наступила и с анти-А и с анти-В цоликлонами, и её нет в контрольной капле с изотоническим раствором, то исследуемая кровь

АВ(IV)

Донорство

- Вливание крови несовместимой группы может привести к иммунологической реакции, склеиванию (агрегации) эритроцитов, которая может выражаться в гемолитической анемии, почечной недостаточности, шоке и летальном исходе.
- В России по жизненным показаниям и при отсутствии однокруппных по системе АВ0 компонентов крови (за исключением детей) допускается переливание резус-отрицательной крови 0(I) группы реципиенту с любой другой группой крови в количестве до 500 мл.
- Несовместимость крови группы 0(I)Rh- с другими группами наблюдалась относительно редко, и на это обстоятельство длительное время не обращали должного внимания.
- Со второй половины XX века переливание крови допускается только однокруппной.

**Резус-фактор – особый белок
(агглютиноген),
обнаружен в крови человека и макак-
резусов, 1940 год**

Rh +

**Резус- положительная
кровь содержит этот белок
85 % людей на планете**

Rh –

**Резус – отрицательная
кровь
не содержит этот белок
15 % людей на планете**

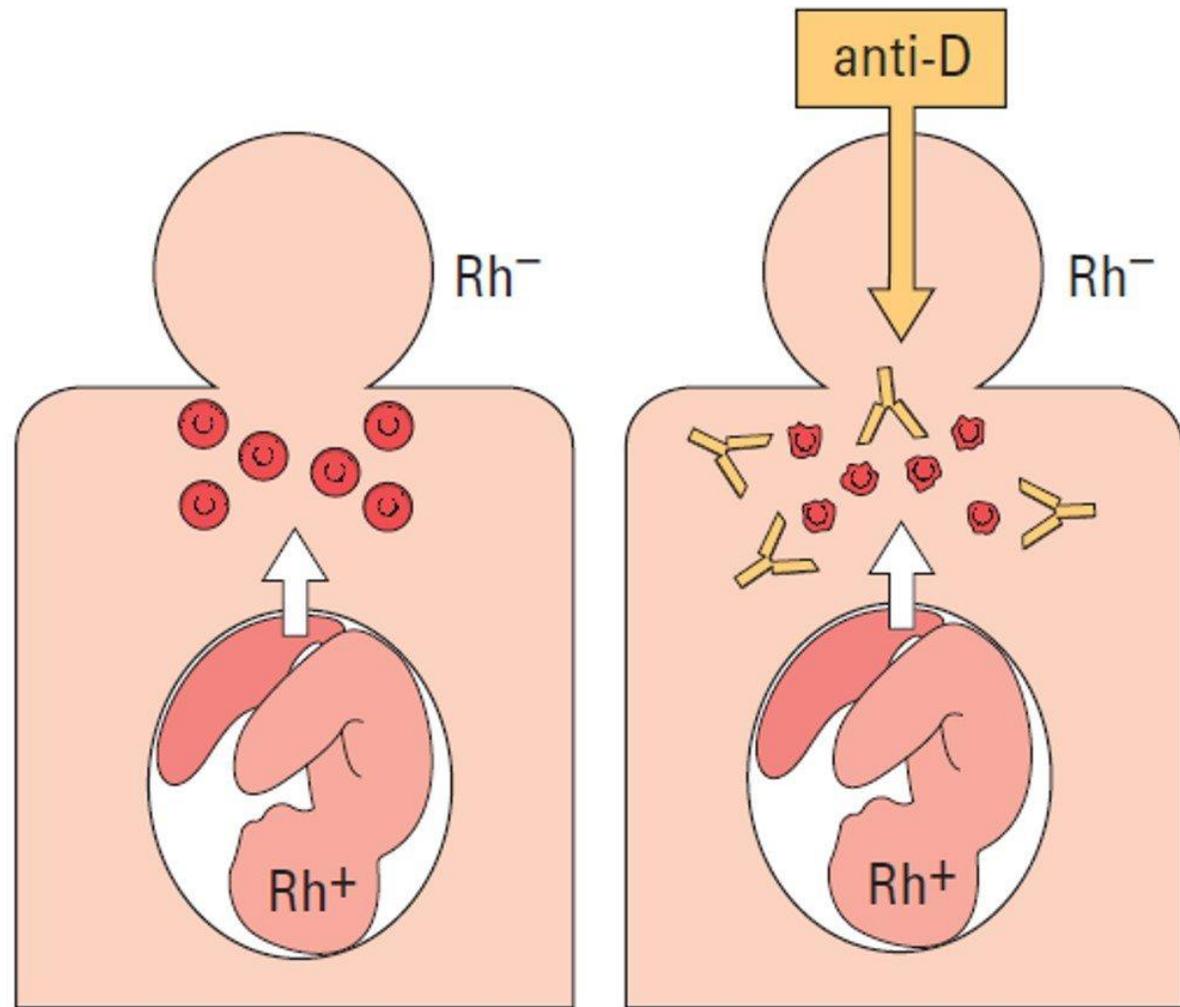
- Известно, что резус крови — это сложная система, включающая более 40 антигенов, обозначаемых цифрами, буквами и символами. Чаще всего встречаются резус-антигены типа D (85 %), C (70 %), E (30 %), e (80 %) — они же и обладают наиболее выраженной антигенностью. Система резус не имеет в норме одноимённых агглютининов, но они могут появиться, если человеку с резус-отрицательной кровью перелить резус-положительную кровь.
- В отличие от системы групп крови АВ0, активизация иммунного ответа против антигена системы резус-фактора в общем случае может иметь место только при переливании крови или плацентарном воздействии во время беременности.

Резус-конфликт

- **Резус-конфликт** -это гуморальный иммунный ответ резус-отрицательной матери на эритроцитарные антигены резус-положительного плода, при котором у матери образуются антирезусные антитела.
- При попадании в кровь ребёнка через плаценту эти антитела матери вызывают распад (гемолиз) красных кровяных телец (эритроцитов) ребёнка, что приводит к гемолитической желтухе новорождённых.
- Выработанная иммунная память приводит при следующей беременности к новому и усиленному образованию антител (иммуноглобулинов IgG) к антигену D.

Профилактика резус-конфликта

- В подавляющем большинстве случаев резус-конфликт может быть предупреждён путём внутримышечного введения резус-отрицательной матери специальных анти-D антител (Rho D иммуноглобулин, коммерческое название — RhoGAM) в период беременности или в течение 72 часов после родов или любого другого события, которое может привести к



Гемолиз

Гемолиз крови – это распад красных кровяных телец – эритроцитов, которые на своей поверхности переносят кислород к органам и тканям



Различают физиологический и патологический гемолиз. В норме физиологический гемолиз завершает жизненный цикл эритроцитов (120 суток) и происходит в организме человека и животных непрерывно. Патологический гемолиз происходит под влиянием гемолитических ядов, холода, некоторых лекарственных веществ.

В зависимости от локализации выделяют два типа гемолиза:

- Внутриклеточный
- Внутрисосудистый

Эритроциты в плазме крови представляют собой двояковогнутые диски — дискоциты. Под влиянием различных факторов их объём может увеличиваться. Объём дискоцита можно увеличить до сферической формы без изменения площади поверхности мембраны, дальнейшее увеличение объёма требует увеличения площади поверхности. Но клеточная мембрана почти нерастяжима, так что увеличение площади поверхности мембраны приводит к её разрыву с последующим выходом гемоглобина из клетки. Гемолитическая стойкость эритроцитов, таким образом,

По месту

возникновения:

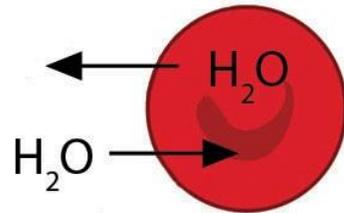
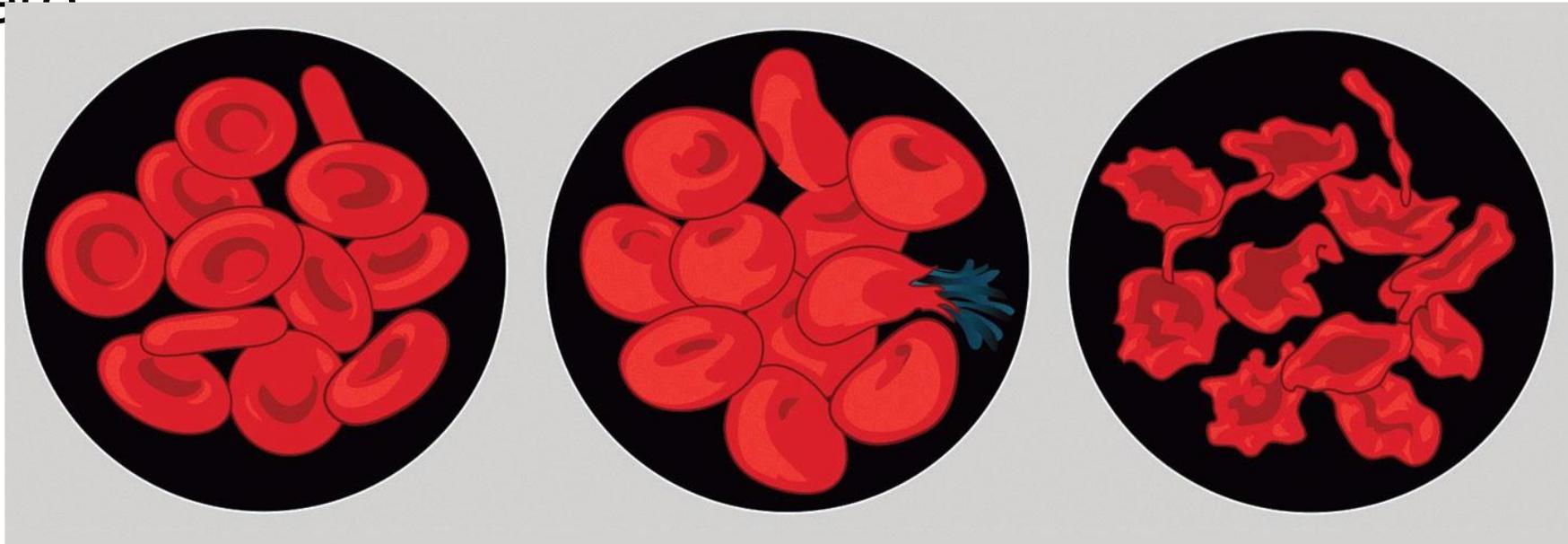
- 1. Эндогенный, т.е. в организме.
- 2. Экзогенный, вне его.

По характеру:

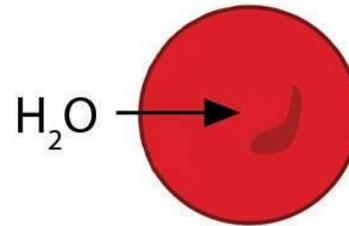
- 1. Физиологический
- 2. Патологический.

По механизму возникновения:

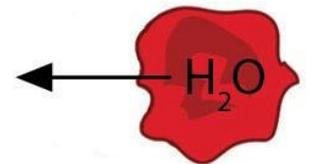
- Химический.
- Температурный.
- Механический.
- Биологический.
- Осмотический.



(a) Isotonic



(b) Hypotonic



(c) Hypertonic