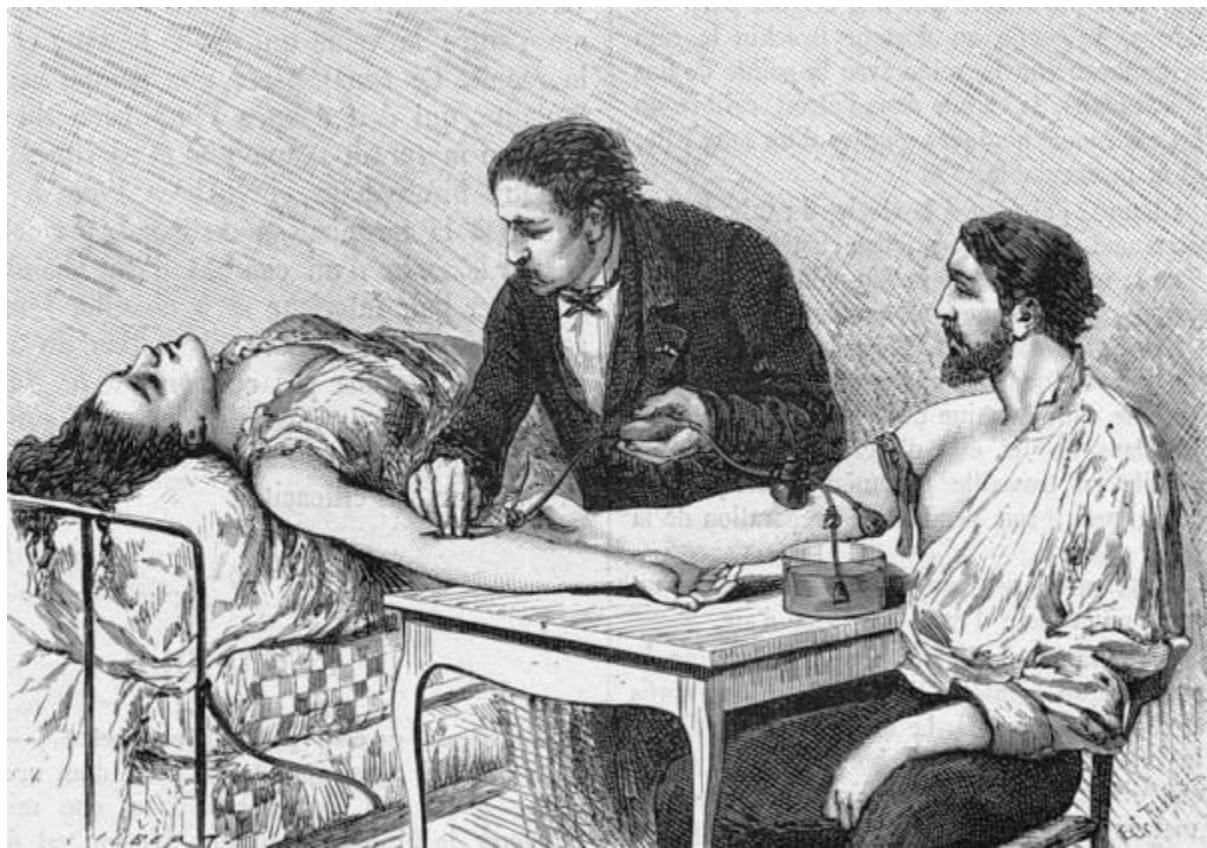


Лекция 3.
Антигены крови



История переливания крови



- Любопытно, что первые документированные переливания крови проводились еще в XVII веке, но представляли собой скорее медицинские казусы. К примеру, французский врач того времени **Жан-Батист Дени** переливал кровь ягнят и телят буйным умалишенным в надежде, что она своей "мягкостью и свежестью успокоит сердце и кипение крови" больных. Этот метод был запрещен решением французского суда после того, как в результате очередной подобной процедуры один из пациентов умер.

История переливания крови

- **1665** г [Р. Лоуэр](#) – опыт переливания крови от собаки к собаке.
- **1667** г. — [Жан-Батист Дени](#) во Франции и [Ричард Лоуэр](#) в Англии независимо друг от друга делают записи об удачных переливаниях крови от овцы человеку.
- **В последующие десять лет переливания от животных к людям были запрещены законом из-за тяжёлых отрицательных реакций.**
- **1819** г. англ. физиолог и акушер [Ж. Бланделл](#) - 1ое удачное переливание крови от человека к человеку (пациентке с послеродовым кровотечением) и предложил **специальный аппарат для гемотрансфузий.**
- **1832** г. — петербургский акушер [Андрей Мартынович Вольф](#) впервые в России успешно перелил роженице с акушерским кровотечением кровь её мужа и тем самым спас ей жизнь. Для переливания крови Вольф использовал методику, разработанную Бланделлом.
- **1900** г. — [Карл Ландштейнер](#), австрийский врач, открывает первые три группы крови — А, В и С. Группа С будет потом переименована в О. За свои открытия Ландштейнер получил в 1930 году Нобелевскую премию.
- **1902** г. — Коллеги Ландштейнера [Альфред де Кастелло](#) и [Адриано Стурли](#) добавляют к списку групп крови четвёртую — АВ.
- в 1907г [Я. Янский](#) переоткрыл четвёртую — АВ.

История переливания крови

- **Всего в России с 1832 до конца 19 в проведено 60 гемотрансфузий, в мире-347 к 1875г , 65% из них закончились смертью.**
- В годы Первой мировой войны (28.07.1914 - 11.11.1918) правило Карла Ландштейнера и открытие в 1914 году Ричарда Льюисона антикоагулирующих свойств цитрата натрия, добавление которого в кровь предотвращало ее свертывание, - позволило спасти тысячи жизней.



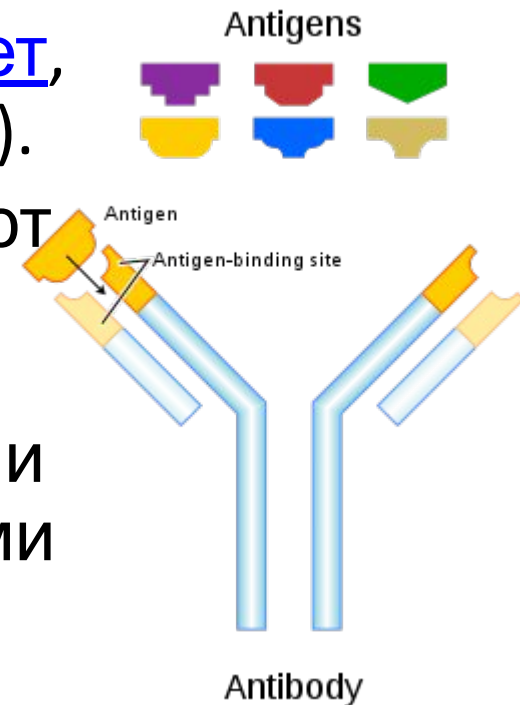
Понятие о группах крови

- **Группа крови**- сочетание нормальных иммунологических и генетических признаков крови, которое наследственно детерминировано и является биологическим свойством каждого индивидуума.
- **В практической медицине:**
- **Группа крови** – определяют при переливании эритроцитарные АГ системы АВ0 и резус-фактора и соответствующих АТ в сыворотке крови.
- Передаются по наследству
- Формируются на 3-4 месяце внутриутробного развития
- Остаются неизменными всю жизнь

Понятие антигена

Антиген ([англ.](#) *antigen* от *antibody-generato* r — «производитель антител») — любое вещество, которое организм рассматривает как чужеродное или потенциально опасное и против которого организм обычно начинает вырабатывать собственные [антитела](#) ([иммунный ответ](#), *В-лимфоциты/плазматические клетки).

Обычно в качестве антигенов выступают белки, однако простые вещества, даже металлы, также могут становиться антигенами в сочетании с собственными белками организма и их модификациями ([гаптены](#)).



Антигенная человеческой крови

- К настоящему времени установлено, что антигенная структура человеческой крови сложна, все форменные элементы крови и плазменные белки разных людей отличаются по своим антигенам. Уже известно **около 500 антигенов крови**, которые образуют **свыше 40 различных антигенных систем**.
- Под **антигенной системой** понимают совокупность антигенов крови, которые наследуются (контролируются) аллельными генами.
- Все антигены крови делят на клеточные и плазменные.
- Основное значение в трансфузиологии имеют клеточные антигены.

Антигенная система

АГ крови

клеточные

- Эритроцитарные АГ (>250 АГ / >20 систем)
- Лейкоцитарные АГ (>90)
- Тромбоцитарные АГ (НРА)

плазменные

АГ на поверхности белков плазмы
Объединяют в 10 антигенных систем



Плазменные группы

В настоящее время известно более 500 групповых антигенов, объединенных в более 40 систем. Для каждого известного антигена обнаружены одноименные антитела (анти-А, анти-В, анти-резус, анти-Келл и т. д.)

Клеточные антигены

- Клеточные антигены представляют собой сложные углеводно-белковые комплексы (гликопептиды), которые являются структурными компонентами мембраны клеток крови.
- От других компонентов клеточной мембраны они отличаются **иммуногенностью и серологической активностью**.

Иммуногенность — способность антигенов индуцировать выработку антител, если они попадают в организм, у которого эти антигены отсутствуют.

Серологическая активность — способность антигенов соединяться с одноименными антителами.

Текущее положение о системах КРОВИ

- Международное общество переливания крови (ISBT) в настоящее время признаёт **35 основных систем групп крови.**

Table of blood group systems v4.0 141125

Table of blood group systems

No.	System name	System symbol	Gene name(s)*	Chromosomal location	CD numbers
001	ABO	ABO	<i>ABO</i>	9q34.2	
002	MNS	MNS	<i>GYPA, GYPB, (GYPE)</i>	4q31.21	CD235a CD235b
003	P1PK	P1PK	<i>A4GALT</i>	22q13.2	CD77
004	Rh	RH	<i>RHD, RHCE</i>	1p36.11	CD240
005	Lutheran	LU	<i>LU</i>	19q13.32	CD239
006	Kell	KEL	<i>KEL</i>	7q34	CD238
007	Lewis	LE	<i>FUT3</i>	19p13.3	
008	Duffy	FY	<i>DARC</i>	1q23.2	CD234
009	Kidd	JK	<i>SLC14A1</i>	18q12.3	
010	Diego	DI	<i>SLC4A1</i>	17q21.31	CD233
011	Yt	YT	<i>ACHE</i>	7q22.1	
012	Xg	XG	<i>XG, MIC2</i>	Xp22.33	CD99†
013	Scianna	SC	<i>ERMAP</i>	1p34.2	
014	Dombrock	DO	<i>ART4</i>	12p12.3	CD297
015	Colton	CO	<i>AQP1</i>	7p14.3	
016	Landsteiner-Wiener	LW	<i>ICAM4</i>	19p13.2	CD242
017	Chido/Rodgers	CH/RG	<i>C4A, C4B</i>	6p21.3	
018	H	H	<i>FUT1</i>	19q13.33	CD173
019	Kx	XK	<i>XK</i>	Xp21.1	
020	Gerbich	GE	<i>GYPC</i>	2q14.3	CD236

Table of blood group systems v4.0 141125

No.	System name	System symbol	Gene name(s)*	Chromosomal location	CD numbers
021	Cromer	CROM	<i>CD55</i>	1q32.2	CD55
022	Knops	KN	<i>CR1</i>	1q32.2	CD35
023	Indian	IN	<i>CD44</i>	11p13	CD44
024	Ok	OK	<i>BSG</i>	19p13.3	CD147
025	Raph	RAPH	<i>CD151</i>	11p15.5	CD151
026	John Milton Hagen	JMH	<i>SEMA7A</i>	15q24.1	CD108
027	I	I	<i>GCNT2</i>	6p24.2	
028	Globoside	GLOB	<i>B3GALT3</i>	3q26.1	
029	Gill	GIL	<i>AQP3</i>	9p13.3	
030	Rh-associated glycoprotein	RHAG	<i>RHAG</i>	6p21-qter	CD241
031	FORS	FORS	<i>GBGT1</i>	9q34.13	
032	JR	JR	<i>ABC2</i>	4q22	CD338
033	LAN	LAN	<i>ABC6</i>	2q36	
034	VEL	VEL	<i>SMIM1</i>	1p36.32	
035	CD59	CD59	<i>CD59</i>	11p13	CD59

*As recognised by the HUGO Gene Nomenclature Committee <http://www.genenames.org/>

†MIC2 product

() no gene product on normal RBCs

Updated November 2014

Эритроцитарные АГ

Известно более 250 антигенов эритроцитов, образующих свыше 20 антигенных систем. Клиническое значение имеют 13 систем: АВО, резус-фактор (Rh-Hr), Келл (Kell), Даффи (Duffy), MNSS, Кидд (Kidd), Левис (Lewis), Лютеран (Lutheran), Р, Диего (Diego), Аубергер (Auberger), Дом-брок (Dombrock) и Ай (/).

Каждая антигенная система состоит нескольких антигенов. У человека в эритроцитах имеются одновременно антигены нескольких антигенных систем.

- **Антигенная система АВО**

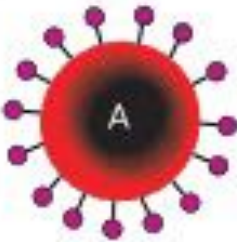
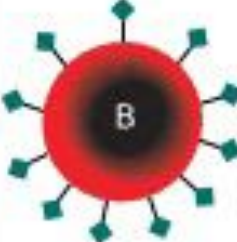
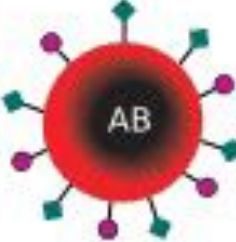
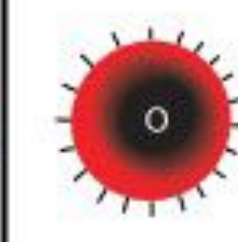






- **Антигенная система резус-фактора**

- Система MNSS
- Система Kell
- Система Кидд
- Система Duffy
- Другие

*Переливание
крови*










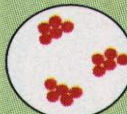








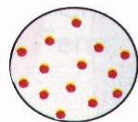
Антигенная система АВ0

	1 ГРУППА	2 ГРУППА	3 ГРУППА	4 ГРУППА
ТИП ЭРИТРОЦИТА				
АНТИТЕЛА	 АНТИ-В	 АНТИ-А	НЕТ	 АНТИ-А И АНТИ-В
АНТИГЕНЫ	 А АНТИГЕН	 Б АНТИГЕН	 А И Б АНТИГЕНЫ	НЕТ АНТИГЕНОВ

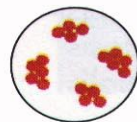
Агглютинин альфа является антителом по отношению к агглютиногену А, а агглютинин бета — по отношению к агглютиногену В. В эритроцитах и сыворотке крови одного человека не может быть одноименных агглютиногенов и агглютининов. При встрече одноименных антигенов и антител возникает реакция изогемагглютинации.

Группу крови определяют, добавляя к ней антисыворотки или моноклональные антитела против антигенов эритроцитов.

кров реципієнта		реакція з кров'ю донора			
антигени еритроцитів	антитіла плазми	донор з I групою	донор з II групою	донор з III групою	донор з IV групою
Н	альфа, бета				
А	бета				
В	альфа				
АВ	—				



нормальна кров



аглютинація

Агглютинация

- Агглютинация эритроцитов совершается в результате реакции антиген-антитело. В мембране эритроцитов есть комплексы, которые имеют антигенные свойства. Они называются **агглютиногенами** (гемагглютиногенами). С ними взаимодействуют специфические антитела, растворенные в плазме – **агглютинины**.
- **В норме в крови нет агглютининов к собственным эритроцитам.**
- **Агглютинация** – это процесс необратимого склеивания эритроцитов под влиянием антител. Сопровождается гемолизом.

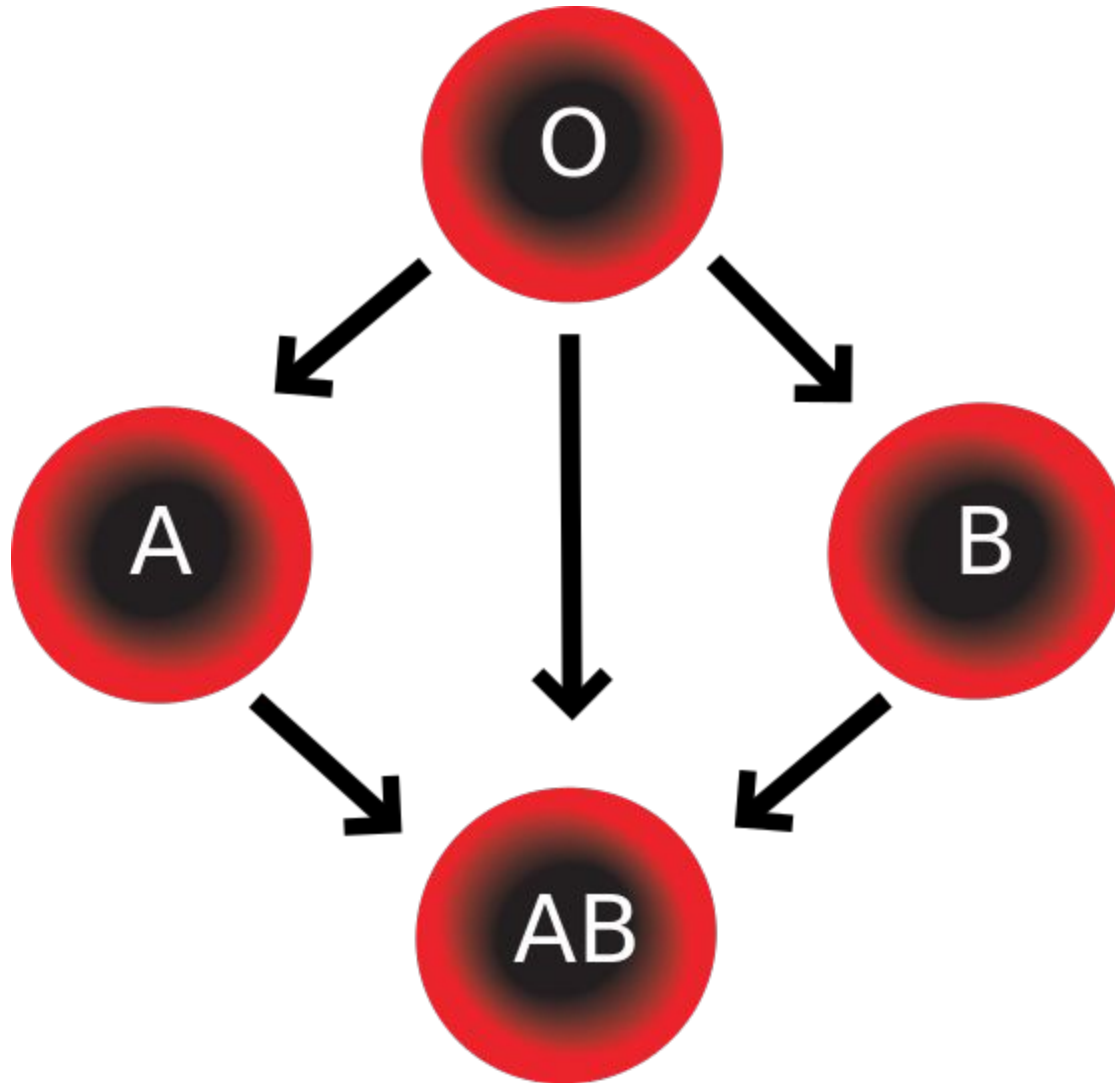
Группы крови по системе

ABO

Группа	Подгруппа	Агглютиногены на эритроцитах	Агглютинины в сыворотке	Распространенность
I	-	-	α, β	33,5%
II	A_1 A_2	A_1 A_2	β (α_2 редко) β (α_1)	32,1% 5,7%
III	-	B	α	20,6%
IV	AB A_2B	A_1, B A_2, B	- (α_2 редко) - (α_1)	6,8% 1,3%

- A_1 сильнее адсорбирует агглютинин α из сыворотки - сильный, A_2 - слабый.
- Подгруппы в клинической трансфузиологии значения не имеют.

Переливание эритроцитарной массы по системе АВ0



Совместимость плазмы

Реципиент	Донор			
	O(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
O(I)	✓	✓	✓	✓
A(II)	✗	✓	✗	✓
B(III)	✗	✗	✓	✓
AB(IV)	✗	✗	✗	✓

Таблица наследования групп крови АВО

Группа крови матери ↓	Группа крови отца →					
	I(00)	II(A0)	II(AA)	III(B0)	III(BB)	IV(AB)
I(00)	I(00) — 100 %	I(00) — 50 % II(A0) — 50 %	II(A0) — 100 %	I(00) — 50 % III(B0) — 50 %	III(B0) — 100 %	II(A0) — 50 % III(B0) — 50 %
II(A0)	I(00) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 50 % II(AA) — 25 %	II(AA) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % III(B0) — 50 %	II(AA) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %
II(AA)	II(A0) — 100 %	II(AA) — 50 % II(A0) — 50 %	II(AA) — 100 %	IV(AB) — 50 % II(A0) — 50 %	IV(AB) — 100 %	II(AA) — 50 % IV(AB) — 50 %
III(B0)	I(00) — 50 % III(B0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % III(B0) — 50 % III(BB) — 25 %	III(BB) — 50 % III(B0) — 50 %	II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 25 %
III(BB)	III(B0) — 100 %	IV(AB) — 50 % III(B0) — 50 %	IV(AB) — 100 %	III(BB) — 50 % III(B0) — 50 %	III(BB) — 100 %	IV(AB) — 50 % III(BB) — 50 %
IV(AB)	II(A0) — 50 % III(B0) — 50 %	II(AA) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	II(AA) — 50 % IV(AB) — 50 %	II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % III(BB) — 50 %	II(AA) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 50 %

- У родителя с группой крови IV(AB) не может быть ребёнка с группой крови I(0), вне зависимости от группы крови второго родителя. Исключения возможны в крайне редких случаях, при подавлении A и B генов h-геном (вероятно подавление другими генами) так называемый [Бомбейский феномен](#). **Бомбейский феномен** является видом неаллельного взаимодействия (рецессивный эпистаз) гена h с генами, отвечающими за синтез агглютиногенов на поверхности эритроцитов.
- У людей, у которых данный ген находится в состоянии рецессивной гомозиготы hh, на мембране эритроцитов не синтезируются [агглютиногены](#). Соответственно на таких эритроцитах не образуются агглютиногены A и B, поскольку нет основы для их образования. Это приводит к тому, что носители данного типа крови являются универсальными донорами — их кровь может переливаться любому человеку, которому она нужна (естественно, с учетом [резус-фактора](#)), но в то же время, им самим может переливаться исключительно кровь людей с таким же «феноменом».

Антигенная система резус-фактора

- Система резуса состоит из 50 определяемых группой крови антигенов, среди которых наиболее важны 6 антигенов: **D, C, c, C^w, E и e.**
- Часто используемые термины «резус-фактор», «отрицательный резус-фактор» и «положительный резус-фактор» относятся только к антигену **D.**
- Резус-положительными являются около **85 %** людей европеоидной расы, р отрицательными — **15 %**



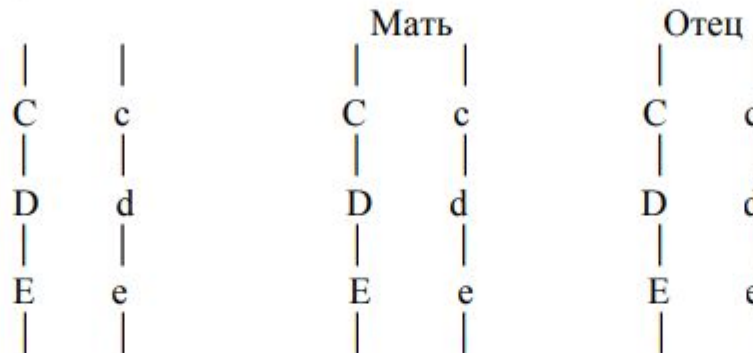
Система CDE (резус).

- Есть 6 основных антигенов системы резус.
- Номенклатура Фишера-Рейса (Fisher-Race): D, C, E; d, c, e. По современным данным d отсутствует.
- Номенклатура Винера: Rho; rh'; rh"; Hro; hr'; hr".
- Rho(D); rh'(C); rh"(E); Hro(d); hr'(c); hr"(e).



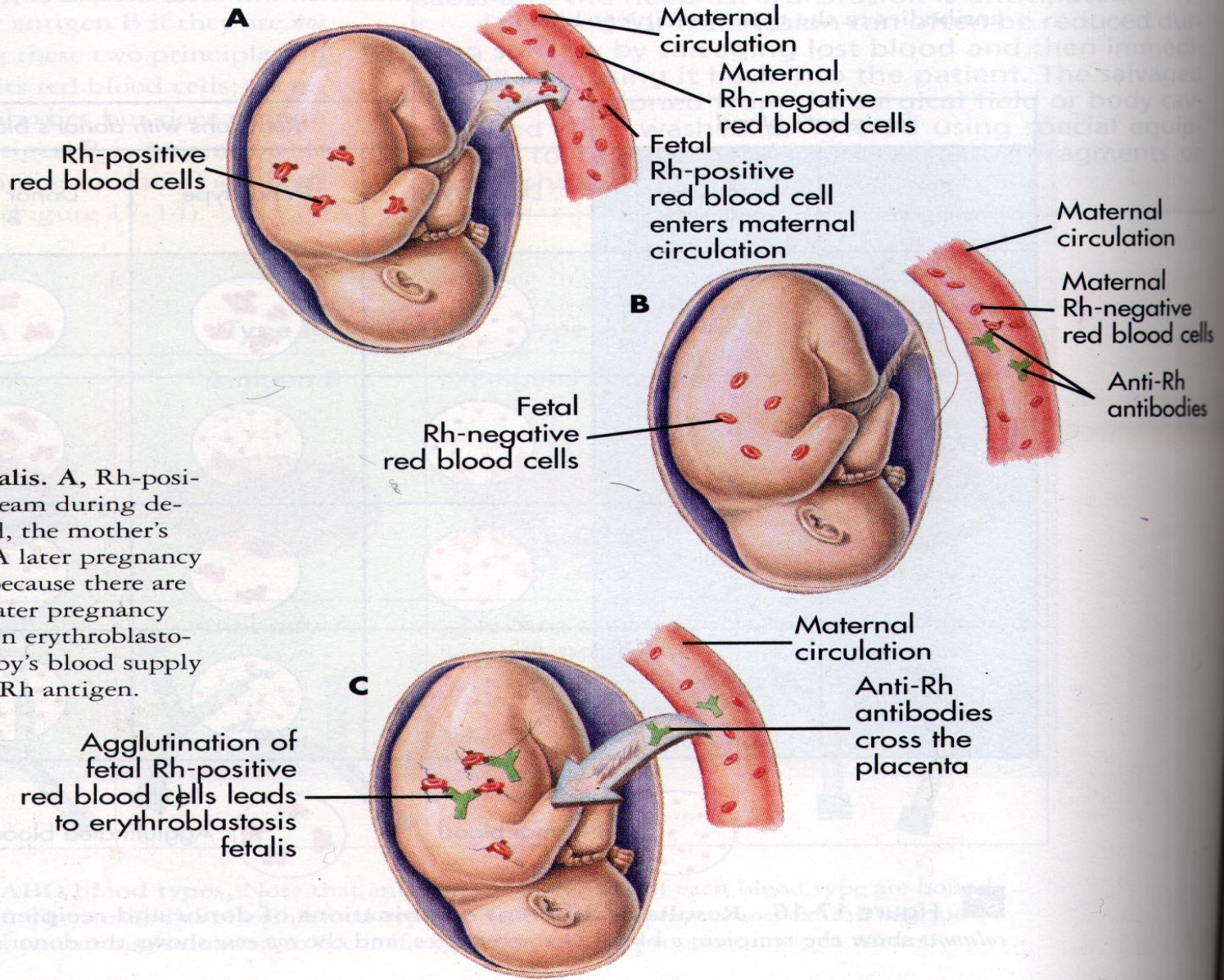
Резус-фактор

- Сам резус-антиген находится на внутренней поверхности мембраны эритроцитов. Он не содержится в других органах и тканях, и не имеет к себе естественных антител.
- Дифференцировка D-антигена у плода начинается в 5-6 недель внутриутробного развития, и к 5-6 месяцам внутриутробного развития его 2 антигенная активность становится очень высокой.
- Кодировается 6 генами, сцепленными по 3 на одной хромосоме. Наследование резус-фактора идет по генокомплексам, состоящих из 3-х антигенов.
- Гены системы резус могут находиться в гомозиготном состоянии DD и гетерозиготном Dd.
- Резус-положительный мужчина в браке с резус-отрицательной женщиной может быть гомозиготным или гетерозиготным. В первом случае все дети будут резус-положительными, во втором – 50% детей будет резус-положительными, 50% - отрицательные.



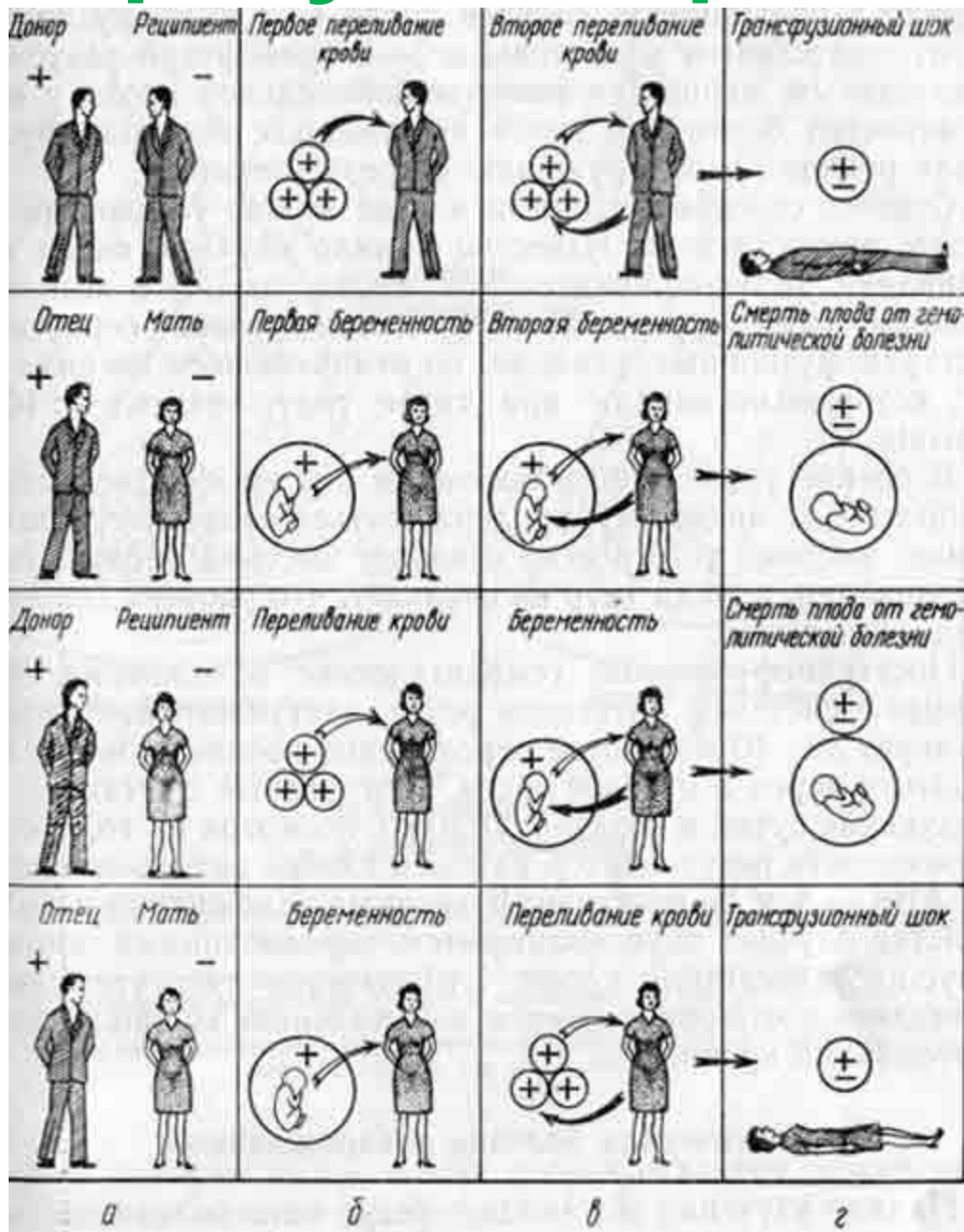
Антитела системы СДЕ (резус-фактора)

- Природных антител этой системы нет. Они могут быть приобретенными, иммунными (при беременности).
- Развитие резус конфликта при беременности: иммунные антитела, что образовались в организме резус-отрицательной женщины, беременной резус-положительным плодом, проникают через плаценту в организм плода, вызывая гемолиз его эритроцитов. Во время родов развивается гемолитическая болезнь.



fetalis. A, Rh-positive stream during de-ated, the mother's B, A later pregnancy al because there are A later pregnancy ult in erythroblasto-baby's blood supply he Rh antigen.

резус-конфликт



гемолитической болезни плода

- Несовместимость крови мамы и ребенка приводит к **гемолитической болезни плода** – заболеванию, которое характеризуется разрушением эритроцитов (гемолизом) или угнетение кроветворения под влиянием антител, вырабатываемых в крови матери к антигенам эритроцитов плода.
- **95%** случаев гемолитической болезни плода обусловлены **несовместимостью по резус-принадлежности** и **5%** – **по другим системам эритроцитов**: АВ0 (группа крови), система Келл (Kell), Кид (Kidd), Даффи (Duffy) Пютеран (Lutheran) и другие

гемолитическая болезнь новорожденных

- Эта болезнь остается одной из более частых причин желтухи и анемии у новорожденных.
- Частота ГБН составляет от **3 – 6** %.
Летальность от данного заболевания на сегодняшний день составляет **2,5**%.
- С каждой последующей беременностью возрастает риск, увеличивается вероятность гемолитической болезни новорожденных и ее тяжесть. Но, как правило, в таких семья первый ребенок рождается здоровым.
- Причем с каждым следующими родами заболевания у детей проявляется в более тяжелой форме.



- **Почему гемолитическая болезнь плода редкое явление при несовместимости по АВО?**

Ответ

- Материнская аллоиммунизация (изоиммунизация) – состояние, при котором организм беременной начинает вырабатывать иммуноглобулины IgG (антитела) в ответ на попавшие в кровоток эритроциты плода, которые отличаются по резусу или группе крови от материнских.
- IgG благодаря малым размерам является единственной фракцией иммуноглобулинов, способной к транспорту через плацентарный барьер.
- Альфа- и Бета-Агглютинины, являющиеся основными агглютинами, определяющими групповую принадлежность крови — это иммуноглобулины IgM, реже IgG.
- Интересно, что у женщин с O (I) группой крови, отрицательным резус - фактором и наличием несовместимости по системе АВО, резус - конфликт возникает редко, так как эритроциты плода, попавшие в материнский кровоток, быстро разрушаются антителами анти - А или анти - В материнской крови.

Другие эритроцитарные групповые системы

- Второстепенные эритроцитарные групповые системы также представлены большим количеством антигенов.
- Для решения некоторых вопросов в антропологии, для судебно-медицинских исследований, а также для предотвращения развития посттрансфузионных осложнений и предотвращения развития некоторых заболеваний у новорожденных.

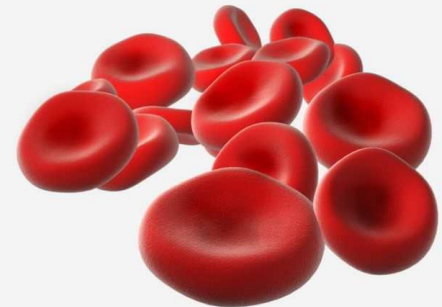


Система Kell

- 2 АГ, 3 группы крови: К-К, К-к, к-к.
- Наибольшей иммуногенной активностью обладают антигены Келл (К) и Челлано (к).
- АГ Kell по активности на 2ом месте после системы резус.
- Могут вызвать сенсibilизацию при беременности, переливании крови,
- служить причиной гемотрансфузионных осложнений и развития гемолитической болезни новорожденных

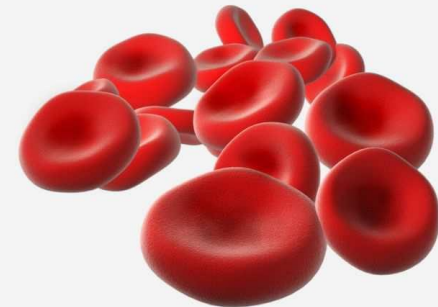
Система MNSs

- Групповая система MNSs включает факторы M, N, S, s.
- Доказано наличие двух тесно сцепленных между собой генных локусов MN и Ss.
- В дальнейшем были выявлены другие многообразные варианты антигенов системы MNSs.
- По химической структуре MNSs являются гликопротеидами.



Система Р

- В эритроцитах человека антиген Р.
- Отмечены случаи ранних и поздних выкидышей, причиной которых явились изоантитела анти-Р.
- Описано несколько случаев посттрансфузионных осложнений, связанных с несовместимостью донора и реципиента по системе антигенов



Система Лютеран

- В сыворотке крови пациента с красной волчанкой, перенесшего многократные гемотрансфузии, обнаружили смесь нескольких антител. Один из доноров по фамилии Лютеран имел в эритроцитах крови какой-то ранее неизвестный антиген, приведший к иммунизации реципиента. Антиген был обозначен буквами **Lu a**. Через несколько лет был открыт второй антиген этой системы **Lu b**.
- Частота их встречаемости **Lu a** — 0,1%, **Lu b** — 99,9%.
- Антитела анти- **Lu b** являются изоиммунными, что подтверждается и сообщениями о значении этих антител в происхождении гемолитической болезни новорожденных.
- Клиническое значение антигенов системы Лютеран невелико.

Система Кидд

- Они могут быть причиной развития гемолитической болезни новорожденных и посттрансфузионных осложнений при многократном переливании крови, несовместимой по антигенам этой системы.
- Частота встречаемости антигенов около 75%.

Система Диего

В 1953 г. в Венесуэле в семье Диего родился ребенок с признаками гемолитической болезни.

При выяснении причины этого заболевания у ребенка был обнаружен ранее неизвестный антиген, который был обозначен фактором Диего (Di).

В 1955 г. проведенные исследования выявили, что антиген Диего является расовым признаком, характерным для народов монголоидной расы.

Система Даффи

- Состоит из двух основных антигенов — **Fy a** и **Fy b**. Позднее были обнаружены антигены **Fy b**, **Fy x**, **Fy3**, **Fy4gt**; **Fy5**.
- Частота встречаемости зависит от расовой принадлежности человека, что имеет большое значение для **антропологов**.

Система Домброк.

В 1973 г. были выявлены антигены **Do a** и **Do b**.

Фактор **Do a** встречается в 55-60% случаев, а фактор **Do b** — в 85-90%.

Такая частота встречаемости выдвигает эту серологическую систему крови на 5-е место по информативности **в аспекте судебно-медицинского исключения отцовства** (система резус, MNSs, ABO и Даффи).

Лейкоцитарные АГ (около 70-90 АГ)

1) Общие АГ лейкоцитов

HLA-Human Leucocyte Antigen- антигенами гистосовместимости)
(50 млн лейкоцитарных групп крови)

-HLA-система имеет большое значение при трансплантации тканей.

-HLA-антигены имеют значение также при переливании крови, лейкоцитов и тромбоцитов. Различие матери и плода по антигенам HLA-системы при повторных беременностях могут привести к выкидышу или гибели плода.

2) АГ полиморфно-ядерных лейкоцитов (NA-1, NA-2, NB-1)

-Антитела против антигенов гранулоцитов имеют значение при беременности, вызывая кратковременную нейтропению новорожденных, укорочение жизни гранулоцитов донорской крови.

3) АГ лимфоцитов

К ним относятся антиген Lu и другие. Выделены 7 антигенов популяции В-лимфоцитов: HLA-DRw1...HLA-DRw7. Значение этих антигенов остается малоизученным.

Тромбоцитарные АГ

В мембране тромбоцитов имеются антигены, аналогичные эритроцитарным и лейкоцитарным (HLA), а также собственные только этим клеткам крови — тромбоцитарные антигены.

Известны антигенные системы HPA, Zw, PL, Ko и др.

При участии антител к тромбоцитам развивается **тромбоцитопеническая пурпура новорожденных** (анти-HPA 1a – более 70%), посттрансфузионная пурпура и рефрактерность к трансфузиям тромбоцитов.

Также существует 2 редких синдрома аллоимунной тромбоцитопении: пассивная аллоимунная тромбоцитопения и тромбоцитопения ассоциированная с трансплантацией – в качестве причин описаны анти-HPA 1a и анти-HPA-5a.

тромбоцитопеническая пурпура новорожденных



Сывороточные (плазменные) группы крови

- Плазменные (сывороточные) антигены представляют собой определенные комплексы аминокислот или углеводов на поверхности молекул белков плазмы (сыворотки) крови.
- Антигенные различия, свойственные белкам плазмы крови, объединяют в **10 антигенных систем** (Hr, Gc, Tf, Iny, Gm и др.).
- Наиболее сложной из них и клинически значимой является антигенная система **Gm (включает 25 антигенов)**, присущая иммуноглобулинам.
- Иммуноглобулинов Gm i Inv.
- Система Gm - больше 20 антигенов крови, а
- система Inv - 3: Inv (1), Inv (2), Inv (3).

Клиническое значение групп крови

- В трансфузиологии
- В трансплантологии (система HLA)
- В судебной медицине при решении вопросов об отцовстве, материнстве и др.) (ABO, MNSs, Rh-Hr, Duffy)
- В антропологии (система Duffy)



Спасибо за внимание!

