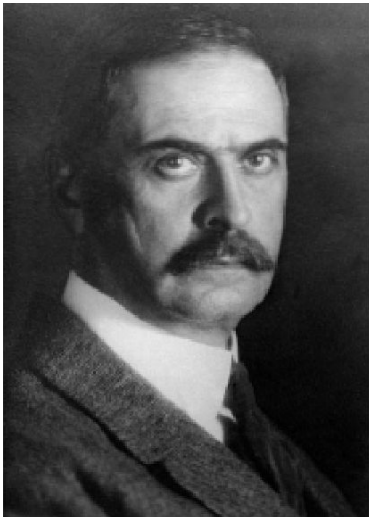


# Группы крови. Резус-фактор

Основные зафиксированные успехи в области переливания крови от человека к человеку были зафиксированы в области акушерства и гинекологии.

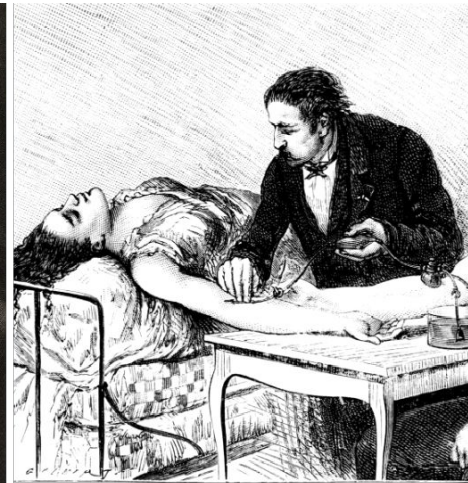
Известно, что в 1818 году британский акушер Джеймс Бланделл, проводит первое удачное переливание пациентке крови ее мужа с послеродовым кровотечением. В 1832 году петербургский акушер Андрей Мартынович Вольф впервые в России также успешно перелил роженице с кровотечением кровь и тем самым спас ей жизнь. Для переливания крови Вольф использовал методику, разработанную Бланделлом.



Карл Ландштейнер



Джеймс Бланделл



Андрей Мартынович Вольф

С открытием венским врачом Карлом Ландштейнером в 1900 году групп крови стало понятно, почему в одних случаях трансфузии крови проходят успешно, а в других заканчиваются трагически для больного. К. Ландштейнер впервые обнаружил, что плазма крови одних людей способна агглютинировать (склеивать) эритроциты других людей.

Антигены (агглютиногены) - чужеродные высокомолекулярные вещества, которые при введении в организм животных и человека вызывают образование специфически реагирующих с ними веществ называемых антитела. Антигены системы АВ0 на мембране эритроцитов формируются в раннем эмбриогенезе и сохраняются в течение всей жизни. Это мукополисахариды, состоящие из 15 % пептидов и 85% углеводов. Они обозначаются буквами А и В.

Антитела (агглютинины) – это белки относящиеся к классу гамма-глобулинов, содержащиеся в крови и других биологических жидкостях позвоночных животных. Синтезируются В-лимфоцитами. В плазме присутствуют природные антитела, или агглютинины, именуемые  $\alpha$  и  $\beta$ .

В этой системе (табл. 1) эритроциты человека разделены на группы в соответствии с разными антигенными свойствами:

0 (I), A (II), (III), AB (IV).

Таблица 1. Группы крови человека по системе АВ0

<b>Группы крови</b>	<b>Агглютиногены в эритроцитах</b>	<b>Агглютинины в сыворотке крови</b>
0 (I)	0 (антигенов нет)	$\alpha\beta$
A (II)	A	$\beta$
B (III)	B	$\alpha$
AB (IV)	AB	Антител нет

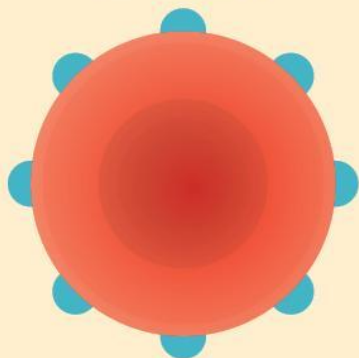
## Принцип работы системы АВ0

Эритроцит покрыт плазмалеммой толщиной около 7 нм, в которую встроены антигены (агглютиногены) системы АВ0. В плазме крови каждого человека имеются антитела из фракции гамма-глобулинов (агглютинины) против антигенов эритроцитов, которые не содержатся в его собственной крови. Агглютинация эритроцитов или их склеивание происходит в результате реакции «антиген-антитело» в случае, если в крови человека встречаются агглютиноген с одноимённым агглютинином: агглютиноген А с агглютинином  $\alpha$ , или агглютиноген В с агглютинином  $\beta$  (Рис. 1). В физиологических условиях в крови человека этого никогда не происходит.

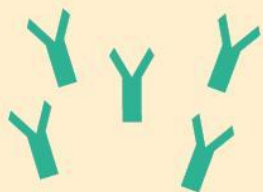
# СИСТЕМА ГРУПП КРОВИ АВО

A (II)

Антиген А

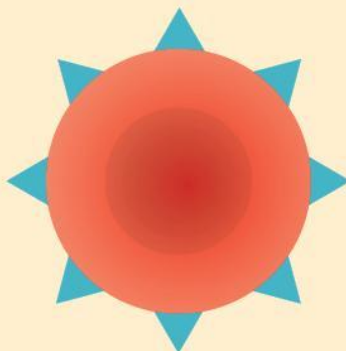


Анти-В-антитело

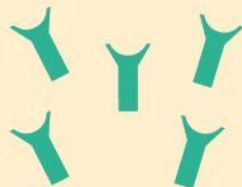


B (III)

Антиген В

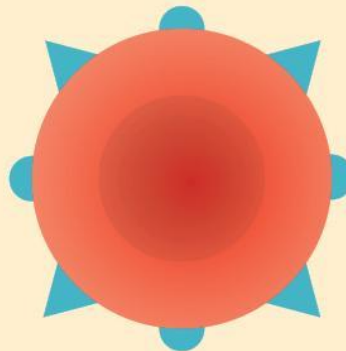


Анти-А-антитело



AB (IV)

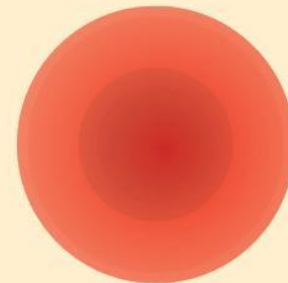
Антигены А и В



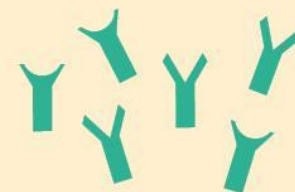
Антител нет

O (I)

Антигенов нет



Оба антитела



АНТИГЕНЫ

АНТИТЕЛА

ДОНОРЫ

Группы А, О

Группы В, О

Группы  
А, В, АВ, О

Группа О

## Групповая совместимость

Для решения вопроса о совместимости групп крови до недавнего времени пользовались следующим правилом: среда реципиента должна быть пригодна для жизни эритроцитов донора. Такой средой является плазма, следовательно, у реципиента следует учитывать агглютинины и гемолизины, находящиеся в плазме, а у донора – агглютиногены, содержащиеся в эритроцитах





Количество агглютиногенов (антигенов), находящихся на поверхности человека достаточно многочисленно и не ограничено системой АВО. **В настоящее время известно около 300 различных антигенов.** Около 30 из них встречаются достаточно часто и могут вызвать осложнения при переливании крови. **Они различаются по своему строению и антигенной активности.** Например, группа А имеет подгруппы  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ . Чем меньше порядковый номер агглютиногена, тем меньшую способность к агглютинации при взаимодействии с одноименными антителами он проявляет. Найдены новые агглютиногены: *M, P, N, S*, способные стать причиной осложнений при переливании крови.

**Однако, на современном этапе развития науки выяснено, что существует еще один антиген H, который является предшественником антигенов А и В. Часть человеческих эритроцитов, особенно у лиц с группой крови 0, несет этот АГ, который находится на поверхности клеточных мембран, а также присутствует в качестве скрытой детерминанты на клетках людей групп крови А, В и АВ. Поэтому систему АВ0 иногда называют системой АВН.**

Эритроциты I группы не содержат антигенов А и В, следовательно, кровь I группы теоретически совместима со всеми другими группами крови, поэтому человека, имеющего I группу крови, условно называют **«универсальным донором»**. Вместе с тем плазма (сыворотка) IV группы крови, так как не содержит  $\alpha$  и  $\beta$  агглютининов, не должна давать реакции агглютинации при смешивании с эритроцитами любой группы крови, поэтому люди с IV группой крови получили условное название **«универсальный реципиент»**. Однако у лиц I группы крови антиген Н доступен действию анти-Н-антител, которые довольно часто встречаются у людей со II и IV группами крови и относительно редко у лиц с III группой. Это обстоятельство может послужить причиной гемотрансфузионных осложнений при переливании форменных элементов I группы людям с другой группой крови.

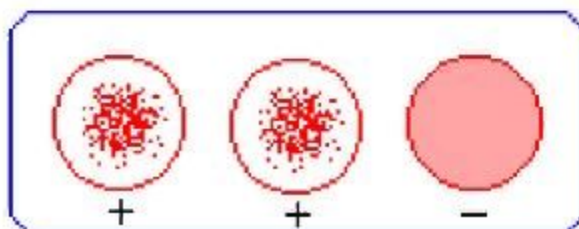
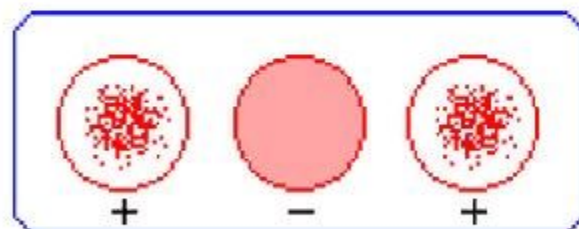
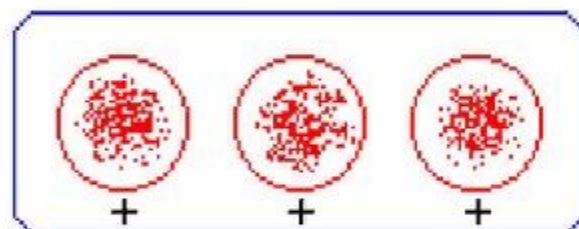
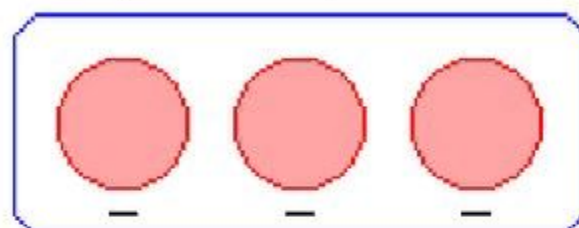
Поэтому в настоящее время, за редким исключением, переливают только одногруппную кровь, а еще чаще для переливаний используют компоненты крови.

Для определения групповой принадлежности по системе АВ0 исследуемую кровь на предметном стекле смешивают со стандартными сыворотками к агглютиногенам А и В, а затем смотрят, где наступила агглютинация. При обратной пробе исследуемую сыворотку смешивают с эритроцитами известной группы.

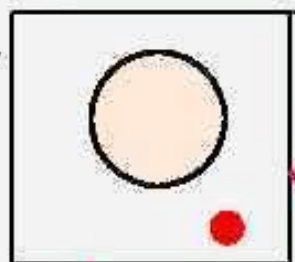
Стандартными изогемагглютинирующими сыворотками являются сыворотки, приготовленные из крови людей и содержащие групповые антитела (агглютинины). Сыворотки предназначаются для определения групповой принадлежности крови людей по системе АВ0. Стандартные изогемагглютинирующие сыворотки представляют собой прозрачную жидкость, окрашенную в соответствии с групповой принадлежностью, расфасованную в маленькие флаконы.

# Определение групповой принадлежности по системе АВО

*I αβ*    *II β*    *III α*



## Проба на индивидуальную совместимость по группам крови системы АВО



Сыворотка больного 2-3 капли

10

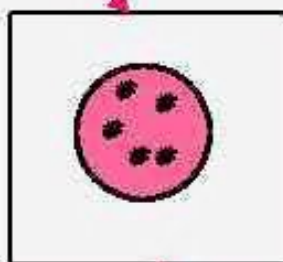
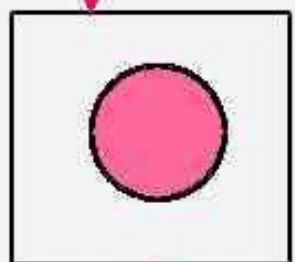
Кровь донора

1

Оценка – 5 минут.

На пластине пишется:

1. ФИО больного и донора.
2. Группа крови больного и донора.
3. № упаковки крови.



Кровь больного и донора совместимы

Кровь больного и донора не совместимы

Чтобы свести к минимуму ошибки, связанные с переливанием крови (неправильный подбор сыворотки, ложная оценка результата, либо в редких случаях несовместимость по другим групповым признакам), в начале переливания проводят перекрёстную биологическую пробу. Для этого эритроциты донора смешивают на стекле со свежей сывороткой крови реципиента при 37 °С. Это прямая проба, с помощью которой проверяют присутствие в сыворотке реципиента антител к эритроцитам донора. Переливание крови возможно лишь при безусловно отрицательном результате прямой пробы (при отсутствии агглютинации и гемолиза). При обратной пробе эритроциты реципиента помещают в сыворотку крови донора при 37 для выявления в крови донора антител к эритроцитам реципиента.



## Система резус-фактора (Rh)

Второй по значимости системой антигенов эритроцитов является система резус-фактора (Rh). В 1940 году К. Ланштейнер и А. Винер обнаружили в эритроцитах обезьяны макаки резуса антиген, который был назван резус-фактором. Оказалось, что он имеется приблизительно у 85% людей белой расы. Таких людей называли резус-положительными (Rh+). Остальные 15% людей называли резус-отрицательными, так как данный антиген у них обнаружен не был.

**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

Резус-фактор – сложная система, включающая более 50 антигенов, обозначаемых цифрами, буквами и символами. Наибольшее практическое значение для медицины имеют обладающие повышенными иммуногенными свойствами АГ: D, C, c, E, e. Резус-антиген типа D встречается у 85% людей. Антиген C встречается примерно у 70 %, антиген E – примерно у 30 % европеоидов. **Часто используемые термины «резус-положительный» и «резус-отрицательный» относятся только, соответственно, к наличию или отсутствию антигена D, обладающего наибольшей иммуногенностью.** Тем не менее, другие АГ этой системы группы крови также являются клинически значимыми.

Перед переливание крови необходимо выяснить не только совместимость групп крови донора и реципиента по системе АВ0, но и определить резус-фактор каждого из них.

Система резус не имеет естественных одноименных агглютининов (антител к Rh-фактору). Антитела к Rh-фактору появляются как иммунный ответ организма при переливании Rh+ крови в организм Rh- человека или при трансплацентарном попадании АГ. Резус-фактор передается по наследству.

Если кровь резус-положительного донора перелить резус-отрицательному реципиенту, то в организме последнего в течение нескольких месяцев будут образовываться специфические антитела по отношению к эритроцитам донора с последующим разрушением эритроцитов. При повторных гемотрансфузиях резус-положительной крови реципиенту у него разовьётся резус-конфликт (гемотрансфузионный шок). Соответственно, резус-отрицательным реципиентам можно переливать только резус-отрицательную кровь.

Если женщина Rh<sup>-</sup> , а мужчина Rh<sup>+</sup> , то плод может унаследовать резус-фактор отца, и тогда мать и плод будут несовместимы по Rh-фактору. Антиген резус-фактора, проникая в кровь матери, приводят к образованию антител. Поскольку данные агглютиногены обладают мелкими размерами, они могут проникать в кровь плода, вызывая агглютинацию и гемолиз эритроцитов. Возникает резус-конфликт и, как следствие, гемолитическая болезнь или даже гибель плода. Резус-конфликт происходит не у каждой Rh<sup>-</sup> женщины, беременной от Rh<sup>+</sup> мужчины, но любая из них – в группе риска. При первой беременности осложнений обычно не возникает, поскольку процесс протекает медленно, и титр антител невысок. Однако при повторной беременности Rh<sup>-</sup> матери Rh<sup>+</sup> плодом титр антител достигает высокого уровня в результате проникновения агглютиногенов через плаценту, что

При больших кровопотерях, сниженном уровне гемоглобина, осложнениях во время тяжёлых полостных операций и по другим показаниям делают переливание крови и её составляющих. Для этого необходима донорская служба, организованная на станциях переливания крови, где у доноров берут кровь и хранят её в специальных условиях. В банках крови можно годами хранить кровь человека, взятую небольшими порциями в течение его жизни. При необходимости человек может использовать эту кровь для собственных нужд, что позволяет снизить риск несовместимости и гемотрансфузионных осложнений, возможных при переливании донорской крови.

Стоит отметить, что при переливании несовместимой крови в результате агглютинации эритроцитов развивается их гемолиз (разрушение), что приводит к появлению лаковой (прозрачной крови).