

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Участники издания.....	5
Список сокращений и условных обозначений.....	7
Введение.....	8
<b>Глава 1. Биологические свойства крови, понятие гомеостаза, системы групп крови, антигены и антитела системы групп крови АВ0.....</b>	<b>12</b>
1.1. Клетки крови.....	13
1.2. Антигены системы групп крови RH.....	21
<b>Глава 2. Показания к переливанию компонентов крови: анализ причин и динамика клинической картины.....</b>	<b>24</b>
2.1. Острые постгеморрагические анемии (травмы, сопровождающиеся кровопотерей, желудочно-кишечные кровотечения, кровопотери при хирургических операциях, в родах и т.д.).....	32
2.2. Тяжелые формы железодефицитных анемий, в том числе у пожилых лиц, рекомендации по назначению эритроцитсодержащих компонентов крови при различных нозологиях.....	38
2.3. Анемии хронических заболеваний. Рекомендации по назначению эритроцитсодержащих компонентов крови.....	42
2.4. Анемии, сопровождающие депрессию эритропоэза (острые и хронические лейкозы, апластический синдром, миеломная болезнь и др.).....	43
2.5. Недостаточное образование тромбоцитов — амегакариоцитарная тромбоцитопения (лейкозы, апластическая анемия, депрессии костномозгового кроветворения в результате лучевой или цитостатической терапии, острая лучевая болезнь).....	46
2.6. Повышенное потребление тромбоцитов (синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания).....	48
2.7. Массивные кровотечения.....	50
2.8. Ожоговая болезнь.....	53
2.9. Коагулопатии с дефицитом II, V, VII и XII факторов свертывания.....	54
2.10. Гемофилии А и В при острых кровотечениях и кровоизлияниях любой локализации.....	57
2.11. Онкологические пациенты.....	58
2.12. Трансфузионная терапия у новорожденных.....	59
<b>Глава 3. Методология переливания крови.....</b>	<b>61</b>
3.1. Технологии выполнения.....	61
3.2. 12.05.005 «Определение основных групп крови АВ0».....	76
3.3. 12.05.006 «Определение резус-принадлежности».....	102
3.4. 12.05.007 «Определение подгрупп и других групп крови меньшего значения D, С, с, Е, е, Kell».....	108
3.5. 12.06.027 «Исследование антител к антигенам эритроцитов».....	121
A12.05.008 Непрямой антиглобулиновый тест (тест Кумбса).....	121
A12.05.009 Прямой антиглобулиновый тест (прямая проба Кумбса).....	121
<b>Глава 4. Выбор трансфузионной среды.....</b>	<b>130</b>
4.1. Заказ компонента в учреждении службы крови.....	130
4.2. Выбор трансфузионной среды по наличию (отсутствию) антиэритроцитарных антител.....	132
4.3. Транспортировка и хранение трансфузионных сред.....	133
4.4. Подготовка трансфузионной среды к трансфузии.....	136

<b>Глава 5. Трансфузионная терапия.....</b>	<b>138</b>
5.1. Оформление протокола трансфузии.....	139
5.2. 12.05.004 «Пробы на совместимость перед переливанием крови».....	141
A12.05.004.001 «Проба на совместимость перед переливанием эритроцитов по полным антителам» (IgM).....	141
A12.05.004.002 «Проба на совместимость перед переливанием эритроцитов по неполным антителам» (IgG).....	141
<b>Глава 6. Посттрансфузионные осложнения.....</b>	<b>150</b>
6.1. Степень тяжести реакций и осложнений, возникших у реципиентов в связи с трансфузией (переливанием) донорской крови и (или) ее компонентов.....	150
6.2. Лабораторная диагностика посттрансфузионного осложнения.....	162
6.3. Расследование посттрансфузионного осложнения.....	163
6.4. Неблагоприятные реакции и осложнения после переливания криопреципитата.....	164
6.5. Риски трансфузий эритроцитсодержащих компонентов у больных с хронической болезнью почек.....	165
<b>Глава 7. Контроль за организацией трансфузионной терапии в медицинской организации.....</b>	<b>166</b>
7.1. Стратегии улучшения качества. Практические рекомендации Росздравнадзора по внедрению системы управления качеством и безопасности медицинской помощи/деятельности.....	167
Заключение.....	184
Приложения.....	185
Нормативные ссылки и литературные источники.....	191

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ, ПОНЯТИЕ ГОМЕОСТАЗА, СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ, АНТИГЕНЫ И АНТИТЕЛА СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ АВО

*Кровь — сок совсем особенного свойства.  
Гете. Фауст*

Кровь является жидкой соединительной тканью организма. Циркулирует по системе замкнутых сосудов под действием силы ритмически сокращающегося сердца. Массовая доля крови от общей массы тела человека составляет в среднем 6,5–7%. В среднем у мужчин в норме объем крови составляет 5,2 л, у женщин — 3,9 л, а у новорожденных — 200–350 мл.

В организме ей отведена особенная функция.

Кровь состоит из жидкой части — плазмы — и клеток крови (лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов).

Плазма крови — жидкая часть крови, которая содержит воду (до 90%) и взвешенные в ней вещества (белки и другие соединения).

Основными белками плазмы являются альбумины, глобулины и фибриноген. Соотношение между альбуминами и глобулинами носит название альбумин-глобулиновый коэффициент, который равен 1,5–2. Альбумины — низкомолекулярные белки с молекулярной массой около 70 тыс. Они выполняют две основные функции: транспортную, перенося с током крови различные нерастворимые в воде вещества, и задерживают воду в кровяном русле.

Глобулины — высокомолекулярные белки с молекулярной массой около 300 тыс. Да. У них те же функции, что и у альбуминов, кроме того, они ускоряют химические реакции, принимают участие в свертывании крови и участвуют в обеспечении иммунитета (защитная функция).

Минеральные вещества находятся в плазме крови в виде катионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) и анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Больше всего в плазме содержится натрия, калия, хлоридов, бикарбонатов. Отклонения в минеральном составе плазмы крови могут наблюдаться при различных заболеваниях и при значительных потерях воды за счет потоотделения при выполнении физической работы.

Органические вещества (около 9%) в составе крови подразделяются на азотсодержащие (белки, аминокислоты, мочевины, креатинин, аммиак, продукты обмена пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов) и безазотистые (глюкоза, жирные кислоты, пируват, лактат, фосфолипиды, триацилглицеролы, холестерин).

Азотистые соединения — это промежуточные и конечные продукты обмена белков и нуклеиновых кислот. Из промежуточных продуктов белкового обмена в плазме крови имеются низкомолекулярные пептиды, аминокислоты, креатин. Конечные продукты метаболизма белков — это, прежде всего, мочеви́на, конечный продукт распада — гемабилирубин и конечный продукт распада креатинфосфата — креатинин. Из промежуточных продуктов обмена нуклеиновых кислот в плазме крови можно обнаружить нуклеотиды, нуклеозиды, азотистые основания. Конечным продуктом распада нуклеиновых кислот является мочева́я кислота. К безазотистым веществам плазмы крови относятся углеводы и липиды, а также промежуточные продукты их метаболизма.

Главным углеводом плазмы является глюкоза, а также фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза и др. Промежуточные продукты углеводного обмена в плазме представлены пировиноградной и молочной кислотами.


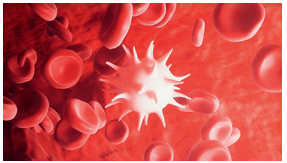
Липиды представлены в плазме крови жиром, жирными кислотами, фосфолипидами и холестерином. Вследствие нерастворимости в воде все липиды связаны с белками плазмы и называются липопротеидами. Из промежуточных продуктов жирового обмена в плазме всегда имеются кетоновые тела.

Кроме того, в плазме крови содержатся газы (кислород, углекислый газ) и биологически активные вещества (гормоны, витамины, ферменты, медиаторы).

## 1.1. КЛЕТКИ КРОВИ

Кровь относится к быстро обновляющимся тканям. Физиологическая регенерация форменных элементов крови осуществляется за счет разрушения старых клеток и образования новых органами кроветворения. Главным из них у человека является костный мозг. У человека красный, или кроветворный, костный мозг расположен в основном в тазовых костях и в длинных трубчатых костях.

### Основные клетки крови человека

Клетка (интерактив)	Характеристика
	<p>Эритроциты (красные кровяные тельца) — самые многочисленные из форменных элементов. Зрелые эритроциты не содержат ядра и имеют форму двояковогнутых дисков. Срок жизни 120 дней, далее они разрушаются в селезенке.</p> <p>В эритроцитах содержится железосодержащий белок — гемоглобин. Он обеспечивает главную функцию эритроцитов — транспорт газов, в первую очередь кислорода. В легких гемоглобин связывает кислород, превращаясь в оксигемоглобин, который имеет светло-красный цвет. В тканях оксигемоглобин высвобождает кислород, снова образуя гемоглобин, и кровь темнеет. Кроме кислорода, гемоглобин в форме карбогемоглобина переносит из тканей в легкие углекислый газ</p>
	<p>Тромбоциты (красные пластинки) представляют собой ограниченные клеточной мембраной фрагменты цитоплазмы гигантских клеток костного мозга (мегакариоцитов). Совместно с белками плазмы крови (например, фибриногеном) они обеспечивают свертывание крови, вытекающей из поврежденного сосуда, приводя к остановке кровотечения и тем самым защищая организм от кровопотери</p>

Клетка (интерактив)	Характеристика
	<p>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. Они участвуют в иммунных реакциях, выделяя при этом Т-клетки, распознающие вирусы и всевозможные вредные вещества; В-клетки, вырабатывающие антитела, макрофаги, которые уничтожают эти вещества. В норме лейкоцитов в крови намного меньше, чем других форменных элементов</p>

## СВОЙСТВА КРОВИ

Суспензионные свойства зависят от белкового состава плазмы крови и от отношения белковых фракций (в норме альбуминов больше, чем глобулинов).

Коллоидные свойства связаны с наличием белков в плазме. За счет 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. Электролитные свойства крови определяются осмотическим давлением крови.

## ФУНКЦИИ КРОВИ В ОРГАНИЗМЕ

Кровь, непрерывно циркулируя по сосудам, выполняет ряд жизненно важных функций в организме. От полноты выполняемых функций зависит общее состояние организма в целом и отдельных органов в частности.

- Транспортная — передвижение крови; в ней выделяют ряд подфункций:
  - дыхательная — перенос газов: кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким;
  - питательная — доставляет питательные вещества к клеткам тканей;
  - экскреторная (выделительная) — транспорт конечных продуктов жизнедеятельности и обмена веществ к легким и почкам для их экскреции (выведения) из организма;
  - терморегулирующая — регулирует температуру тела;
  - регуляторная — связывает между собой различные органы и системы, перенося сигнальные вещества (гормоны), 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.

## ГОМЕОСТАЗ

Гомеостаз — это поддержание постоянства внутренней среды организма. Организм представляет собой пример ультрастабильной системы, которая осуществляет активный поиск наиболее оптимального и наиболее устойчивого состояния, что выражается в адаптации, то есть удержании переменных показателей организма в физиологических пределах, несмотря на изменения условий существования [Горизонтов П.Д., 1976].

Представление о постоянстве внутренней среды организма было введено в физиологию и медицину французским физиологом Клодом Бернаром. В 1857 г. он высказал мысль, что постоянство внутренней среды является необходимым условием нормального существования любого живого организма. И только в 1932 г. американский физиолог Уолтер Кэннон предложил для обозначения постоянства внутренней среды организма термин «гомеостаз» (от греч. «хомойос» — тот же, подобный, и стазис — состояние). Он показал, что способность организма к поддержанию гомеостаза обеспечивается специальными системами регуляции, которые можно рассматривать по отдельности как связанные между собой «системы гомеостаза». Отличным примером гомеостаза является контроль температуры тела организма.

## СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ

Учение о группах крови возникло на стыке двух наук — бактериологии и иммунологии — в XIX–XX вв. Были открыты и описаны феномены, которые легли в основу такой науки, как иммуногематология, поскольку явились предпосылками к открытию групп крови человека.

Основные иммуносерологические феномены, которые привели к открытию групп крови, представлены в табл. ниже.

### Имуносерологические феномены, которые привели к открытию групп крови

Феномен	Автор	Год
Бактерицидность сыворотки	Traube, Landois	1870
Агглютинация эритроцитов	Landois	1880
Фагоцитоз (фагоцитарная теория иммунитета)	Мечников И.	1883
Агглютинины к холерному вибриону, к эритроцитам	Bordet J.	1886
	Bordet J., Ehrlich P.	1889
Лейкоцитотоксины, сперотоксины	Мечников И.	1890
Комплемент	Ehrlich P.	1895
Приципитины	Мечников И., Чистович Ф.	1897
Гемолизины	Landsteiner K.	1899
Эпителитоксины	Dungern E.	1899
Реакция «антиген–антитело»	Deutsch	1899

Феномен	Автор	Год
Изогемагглютинация	Shattock	1899
Нефротоксины	Нефедьев Н.	1901
Открытие феномена групповой дифференцировки крови людей	Landsteiner K.	1901
	Янский Я.	1907
	Moss W.	1910
Предложены названия: агглютиногены, агглютинины	Dungern E., Hirszfeld L.	1910

В настоящее время известны 42 групповые антигенные системы и их коллекции, включающие более 367 антигенов эритроцитов. Десять из них имеют клиническое значение.

**Клинически значимые трансфузионно опасные системы группы крови:** ABO, MNS, P, Резус (RH), Lutheran (LU), Kell, Lewis (LE), Duffy (FY), Kidd (JK), Diego (DI) (см. табл. ниже).

#### Клинически значимые трансфузионно опасные системы группы крови

ISBT	Тривиальное название системы	Официальная аббревиатура	Эпитоп или носитель, примечания	Локус
01	ABO	ABO	Углеводы (N-ацетилгалактозамин, галактоза). Антигены A, B и H большей частью вызывают IgM-реакции «антиген–антитело», хотя anti-H встречается редко, см. Hh antigen system (Бомбейский фенотип, ISBT #18)	9
02		MNS	GPA/GPB (гликофорины A и B). Основные антигены M, N, S, s	4
03		P1	Гликолипид	22
04		RH	Белок. Антигены C, c, D, E, e (отсутствует антиген d, символ d свидетельствует об отсутствии D)	1
05		LU	Белок <i>BCAM</i> относится к надсемейству иммуноглобулинов. Состоит из 21 антигена	19
006		KEL	Гликопротеин K <sub>1</sub> может вызвать гемолитическую желтуху новорожденных, которая может быть серьезной угрозой	7
007		LE	Углевод (остаток фукозы). Главные антигены Le <sup>a</sup> и Le <sup>b</sup> — связанные с отделением ткани антигена АВН	19
008		FY	Белок (рецептор хемокинов). Главные антигены Fu <sup>a</sup> и Fu <sup>b</sup> . Индивиды, у которых целиком отсутствуют антигены Duffy, имеют иммунитет против малярии, вызванной <i>Plasmodium vivax</i> и <i>Plasmodium knowlesi</i>	1
009	Kidd	JK	Белок (транспортер мочевины). Основные антигены Jk <sup>a</sup> и Jk <sup>b</sup>	1
010		DI	Гликопротеин (band 3, AE 1, или обмен анионов). Положительная кровь существует только среди жителей Восточной Азии и американских индейцев	17

## АНТИГЕНЫ И АНТИТЕЛА СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ АВО

По данным исследований К. Ландштейнера было доказано наличие на эритроцитах двух антигенов и двух антител в сыворотке. Антигены были обозначены как А и В, а антитела — греческими буквами  $\alpha$  и  $\beta$ .

Различное сочетание антигенов и антител и определяет четыре основные группы крови.

**Правило Ландштейнера:** «В организме человека антигены группы крови (агглютиногены) и антитела к нему (агглютинины) никогда не сосуществуют».



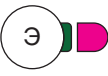

Serum of group	Agglutinins in serum	Erythrocytes of group			
		O	A	B	AB
O	$\alpha$	—	+	+	+
A	$\beta$	—	—	+	+
B	$\alpha$	—	+	—	+
AB	—	—	—	—	—

Группы крови. Таблица из Нобелевской лекции Ландштейнера

### Что такое антигены?

Антиген — это вещество, несущее признаки генетически чужеродной информации, при попадании в организм вызывающие иммунный ответ (выработку антител). Антигены эритроцитов человека являются структурными образованиями, расположенными на внешней поверхности мембраны эритроцитов, обладающими способностью взаимодействовать с соответствующим антителом (АТ), образовывать комплекс «антиген–антитело» (АГ–АТ), наследуются от родителей и не меняются в течение жизни.

### Антигенная система групп крови АВО

	Графическое изображение	Антигены (агглютиногены)	Антитела (агглютинины)
I	 H-субстанция (L-фукоза)	O (нет)	анти-А, анти-В
II	 $\Delta$ -N-ацетилгалактозамин	A	анти-В
III	 $\square$ -D-галактоза	B	анти-А
IV		AB	O (нет)



### Свойства антигенов, определяющие их клиническое значение.

- **Чужеродность** — такие физико-химические свойства макромолекулы, которые не встречаются в организме данного индивида (например, АГ А чужероден для лица, имеющего АГ В).
- **Иммуногенность** — способность АГ вызвать иммунный ответ (то есть выработку специфических АТ).
- **Специфичность** — те антигенные особенности, благодаря которым АГ отличаются друг от друга (определяется структурой антигенной детерминанты).

### НОМЕНКЛАТУРА СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ АВ0

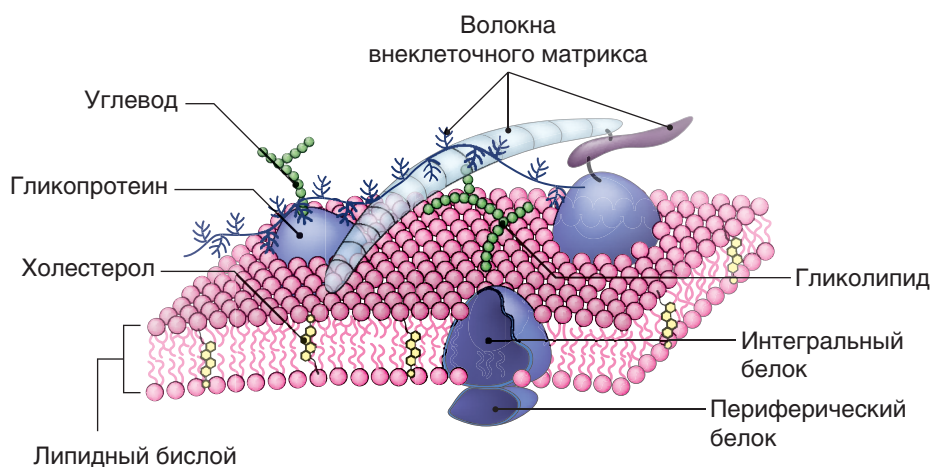
В современной классификации принято буквенное обозначение групп крови АВ0, которое включает в себя буквенное обозначение антигена (0, А, В или АВ), а также буквенное обозначение антител. По современной классификации антитела обозначают как анти-А и анти-В взамен  $\alpha$ - и  $\beta$ -изогемагглютининов (см. табл. ниже).

#### Обозначение групп крови АВ0

Ранее принятое обозначение	Международная номенклатура ISBT
0 $\alpha\beta$ (I)	0
A $\beta$ (II)	A
B $\alpha$ (III)	B
AB <sub>0</sub> (IV)	AB

### ХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АНТИГЕНОВ СИСТЕМЫ АВ0

Антигены группы крови АВ0 не являются прямыми продуктами генной экспрессии. Прямыми продуктами генной экспрессии являются гликозилтрансферазы (ферменты), продуцируемые в комплексе (аппарате) Гольджи. По химической структуре АГ системы АВ0 являются полисахаридами. Специфичность АГ определяется терминальными сахарами (антигенными детерминантами).



Строение антигенов системы АВ0

АГ Н представлен L-фукозой. Он является предшественником для АГ А и В, которые строятся с помощью добавления остатков сахаров к углеводородной цепи предшествующей молекулы (Н-веществу).

АГ А — терминальным сахаром является N-ацетилгалактозамин.

АГ В — D-галактоза.

АГ А, В, Н присутствуют не только на Ег, Тг, Le, но и в различных концентрациях находятся на клетках большинства тканей организма.

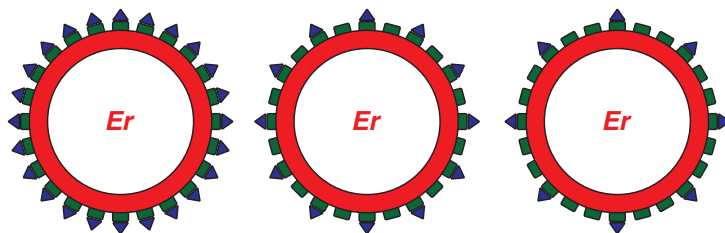
### ВАРИАНТЫ АНТИГЕНОВ А И В

Уже в 1911 г. было установлено, что система АВ0 гораздо сложнее, чем считалось ранее. При исследовании выяснилось, что антиген А неоднороден. Имеются сильный и слабый варианты АГ А. Сильный АГ обозначили А1, слабый — А2.

Сейчас известно, что различия между А1 и А2 качественные и количественные.

**Качественные различия** обусловлены особенностями в биохимической структуре сахаров [дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) гена А1 отличается от ДНК гена А2 одной, 156, позицией, в которой аминокислота пролин (А1) заменена на лейцин (А2)].

**Количественные различия** связаны со следующим: если АГ Н до 93% расходуется на построение АГ А — это сильный АГ. Чем меньше АГ Н расходуется на построение АГ А, тем слабее антиген А. Эти различия и определяют агглютинирующую способность эритроцитов. На плоскости мы видим, что реакция агглютинации наступает позже, агглютинаты мелкие.



Варианты антигена А

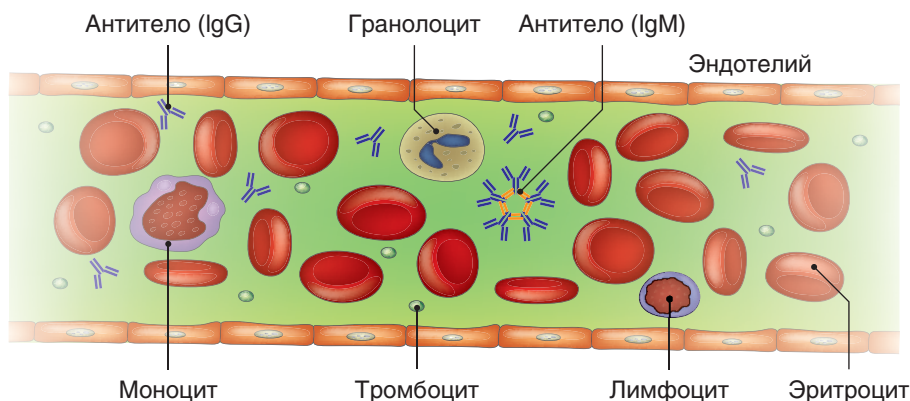
В настоящее время известно более 14 разновидностей антигена А (А2, А3, Аh, Ах, Аehd, Аel, Ау и т.д.), но они не представляют собой разные АГ, а являются фенотипическими вариантами антигена А.

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ АНТИ-А, АНТИ-В АНТИТЕЛА

Характерной особенностью, отличающей систему антигенов АВ0 от других систем антигенов, является постоянное присутствие в сыворотке антител к отсутствующему АГ.

Естественные анти-А, анти-В антитела формируются в результате действия генетических и внешних факторов. Они являются врожденными (в отличие от других систем групп крови), содержатся в сыворотке без иммунного стимула. Их называют регулярными.

Клоны клеток (В-лимфоцитов), запрограммированных на синтез естественных групповых анти-А, анти-В антител, существуют у людей задолго до рождения (Daniels, Issitt, Anstee).



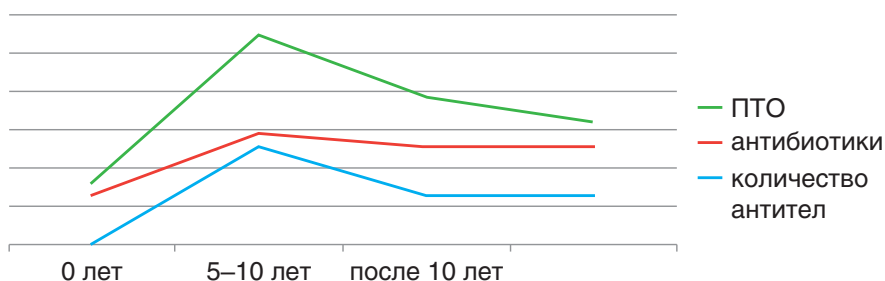
Циркуляция антител в кровотоке

Организм новорожденных способен к синтезу небольшого количества естественных антител. Это антитела класса IgM, IgG. Синтез естественных групповых антител у ребенка начинается с 3–6 мес жизни. При определении группы крови новорожденным перекрестным методом естественные антитела не выявляются. Новорожденным определяют группу крови прямой реакцией (используют две серии стандартных изоагглютинирующих сывороток или при помощи моноклональных реагентов).

Уровень естественных групповых антител подвержен колебаниям на протяжении жизни: он низок у новорожденных, наиболее интенсивно антитела вырабатываются в возрасте 5–10 лет.

При некоторых гематологических, онкологических заболеваниях, при иммуносупрессии титр антител снижается. Также снижает титр изоагглютининов лечение антибиотиками; после отмены этих препаратов титр антител восстанавливается.

При несовместимых трансфузиях по системе АВ0, несовместимой по АВ0 беременности титр естественных анти-А, анти-В антител повышается.



Уровень естественных групповых антител при различных состояниях

Особенность естественных анти-А, анти-В антител — способность к резкой активации комплемента, что обуславливает их клиническую значимость.

**МедСервис.** Продажи и поставки лабораторного медицинского оборудования, реагентов и расходных материалов



## 1.2. АНТИГЕНЫ СИСТЕМЫ ГРУПП КРОВИ RH

В системе RH самым иммуногенным является антиген D. Шесть разновидностей имеют наибольшее клиническое значение: Rh<sub>0</sub>(D), rh'(C), rh''(E), Hro(d), hr'(c), hr''(e).

Антиген D имеет около 50 разновидностей (в том числе слабых, переходных и парциальных форм). Обладая выраженными иммуногенными свойствами, антиген D в 80% является причиной гемолитической болезни новорожденного и в 50% — причиной тяжелых посттрансфузионных осложнений (ПТО) гемолитического типа (Донсков).

### КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ГРУПП КРОВИ RH

Существует несколько классификаций антигенов эритроцитов системы Rh.

Классификация Винера основана на предположении, что в Rh-хромосоме имеется только одно место, которое может быть занято одним из восьми аллеломорфных генов. Каждый ген кодирует продукцию антигена, состоящего из комплекса антигенов. Антигены можно выявить с помощью антисывороток.

Обозначение антигенов по Винеру сложное и широко не используется в иммуногематологии. Исключение составляет обозначение специфичности антител в иммуноглобулине антирезус Rh<sub>0</sub>(D), которое применяется на практике.

Классификация Фишера–Рейса основана на предположении наличия в Rh-хромосоме трех мест для трех генов.

В настоящее время обозначение антигенов по Фишеру–Рейсу рекомендовано экспертным комитетом по биологическим стандартам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для широкого применения во всем мире. Эта номенклатура легко запоминается и позволяет сразу увидеть, как данный образец эритроцитов будет реагировать с моноспецифической антисывороткой.

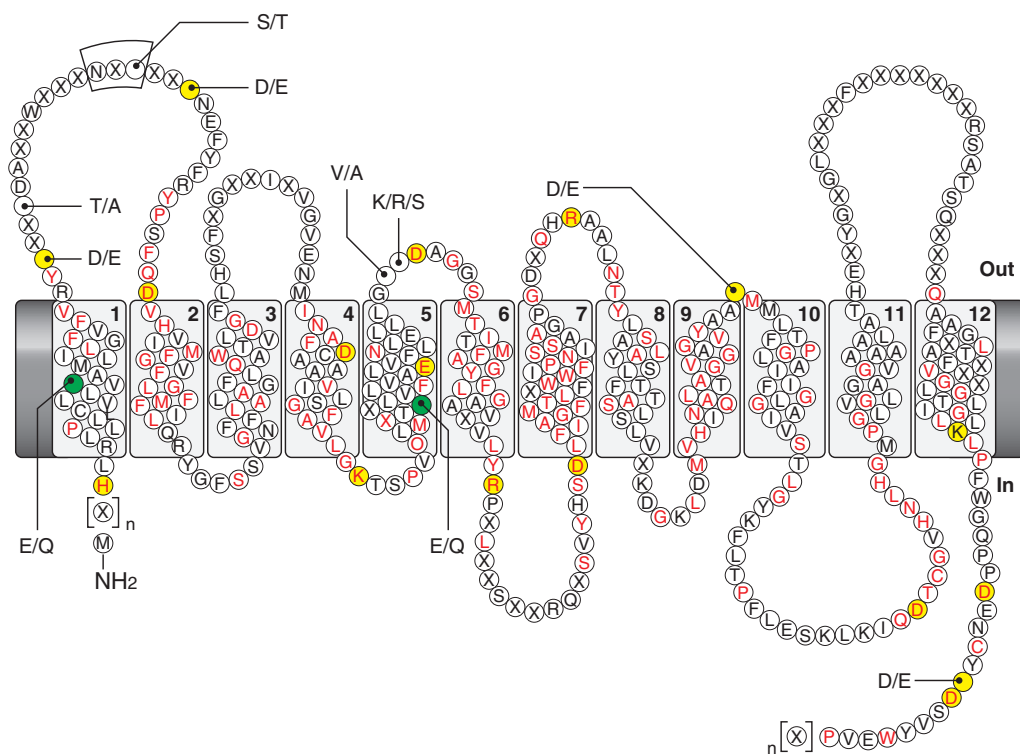
#### Классификации антигенов системы RH

Классификация по Винеру Rh-Hr	Классификация Фишера-Рейса
Rh <sub>0</sub> (D) rh'(C) rh''(E) Hro(d) hr'(c) hr''(e)	Dd, Cc, Ee

### СТРОЕНИЕ АНТИГЕНОВ СИСТЕМЫ RH

Характерной чертой антигенов системы Rh является полиморфизм, так как имеется множество разновидностей этого антигена.

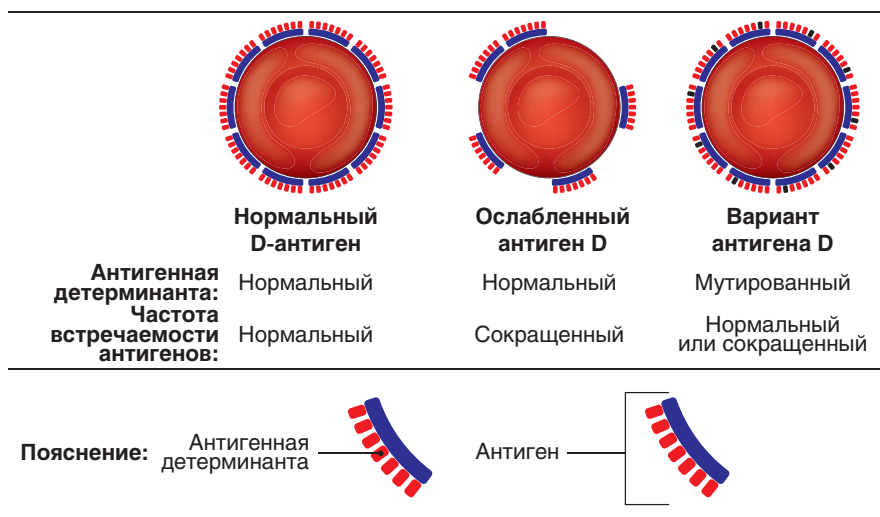
Антигены системы Rh имеют белковое строение. Подтверждением этого является разрушение антигенов протеолитическими ферментами.



Строение антигена D

Антиген D состоит из структурных единиц — эпитопов. Lomas, McColl, Tippett установили 9 различных эпитопов D-антигена. На эритроцитах различных индивидов с резус-положительной принадлежностью могут присутствовать все эпитопы или отсутствовать некоторые из них (могут отсутствовать до 5 эпитопов).

Количество антигенов на эритроците различно у каждого индивида. Чем больше антигенных детерминант на эритроците, тем активнее эритроциты вступают в реакцию агглютинации и тем легче их выявить.



Строение и варианты антигена D

Люди, имеющие неполный комплект эпитопов, способны вырабатывать антитела к отсутствующим у них компонентам, то есть анти-D антитела могут присутствовать в сыворотке лиц с частичным D антигеном (D partial). Такие аллоанти-D антитела невозможно отличить от анти-D антител, вырабатываемых лицами с D- (отр.) принадлежностью, кроме тех случаев, когда они не реагируют на D+ положительные эритроциты, не несущие конфликтного эпитопа. При этом сыворотка этих лиц не агглютинирует собственные D+ эритроциты.

В 1951–1963 гг. опубликованы новые данные, показавшие, что лица D+, так же как лица D-, могут вырабатывать анти-D антитела, реагирующие со всеми образцами эритроцитов D+, за исключением собственных.