

# NATFORLAB 2025

## Современные решения при определении группы крови и антиэритроцитарных антител

Руководитель направления  
«Иммуногематология»

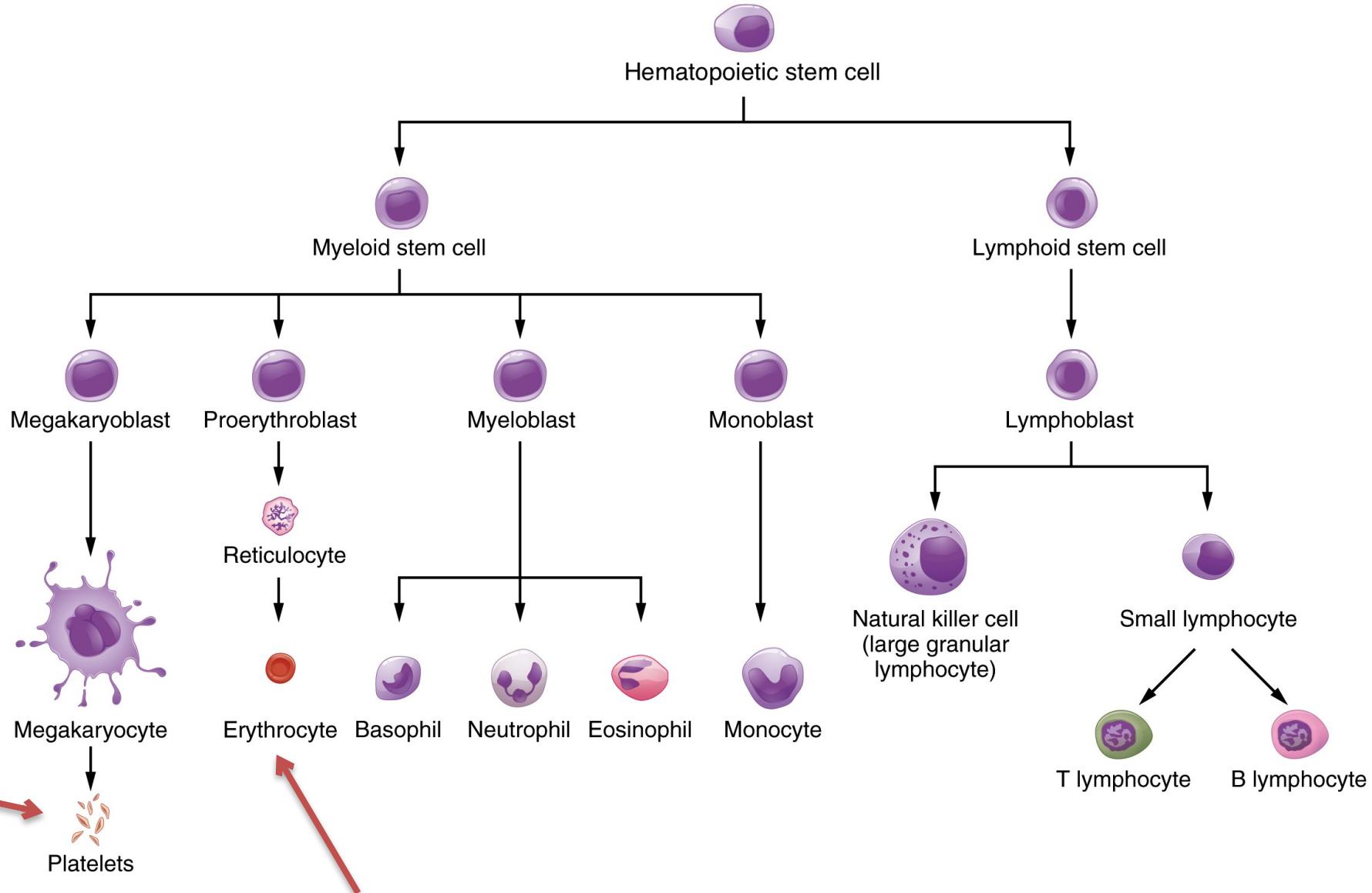
представительства компании

DiaPro в РФ и СНГ

Алексей Михайлович  
Малахов

Астана, 20.09.2025

# Схема гемопоэза (кроветворения)



## Что такое группы крови?

**Группы крови** — это генетически определённые сочетания антигенов эритроцитов, объединённых в системы.

**Для групп крови идентифицированы:**

1. Аллоантисывь
2. Аллогены
3. Аллоантитела

Понятие «группы крови» имеет двоякое толкование. Обычно под группами крови имеют в виду четыре группы системы АBO:

- первую – O(I),
- вторую – A(II),
- третью – B(III),
- четвертую – AB(IV).\*

В широком толковании понятие «группы крови» распространяется на все существующие антигенные различия клеточных и плазменных элементов крови человека \*

\* Группы крови человека: Руководство по иммunoсерологии / С.И. Донсков, В.А. Мороков. – М.: ИП Скороходов В.А., 2011 ..

# ГРУППЫ КРОВИ по номенклатуре ISBT

**International Society of Blood Transfusion**

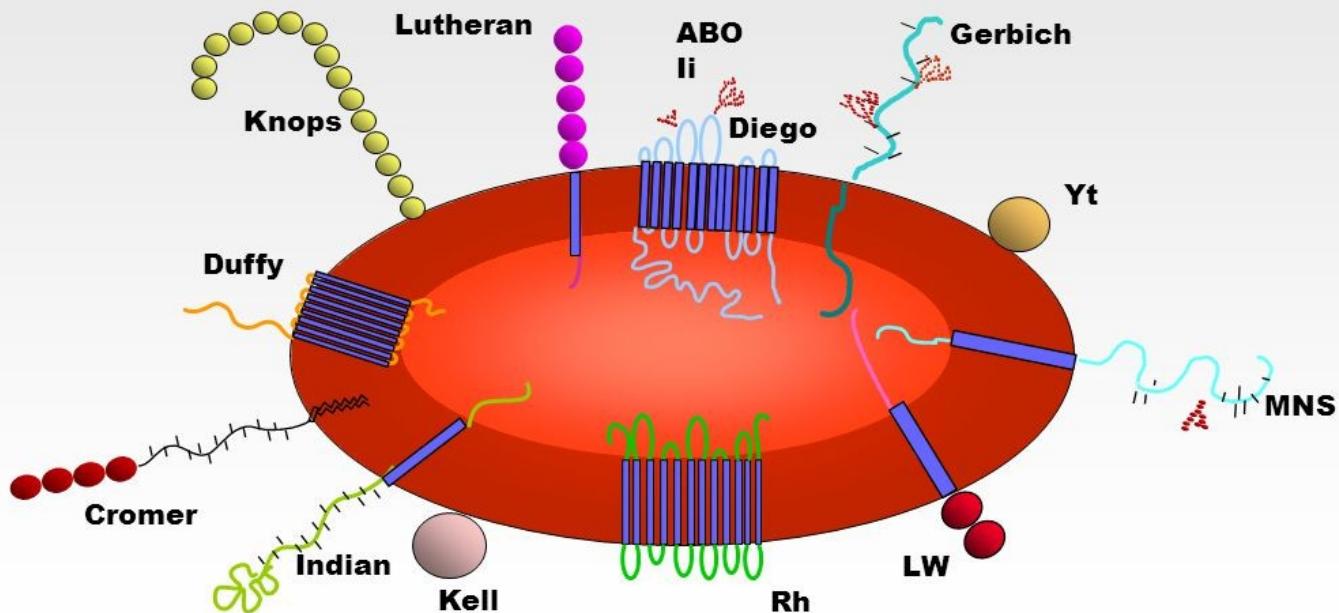
(Международное общество переливания крови)



На сегодняшний день известно 44 системы, а также свыше 350 антигенов эритроцитов

Нумерация (ISBT)	Название системы группы крови	Сокращённое обозначение	Год открытия	Хромосома	Количество групп крови в системе	Эпитоп или носитель, примечания
1	ABO	ABO	1900	9q34.2. А рхивировано 5 июня 2020 года.	4: 0αβ (I), Aβ (II), Ba (III), AB0 (IV)	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)
2	MNSs <sub>[англ.]</sub>	MNS	1927	4q31.21	9: MNSS, MNSs, MNss, MMSS, MMSs, MMss, NNSS, NNSs, NNss	GPA / GPB (гликофорины A и B). Основные антигены M, N, S, s
3	P1PK	P	1927	3q26.1, 22 q13.2	4: P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sup>k</sup> , p	Гликолипид
4	Резус-фактор	Rh	1940	1p36.11, 1 5q26.1	2 (по антигену Rh <sub>0</sub> (D)): Rh+, Rh-	Белок. Антигены C, c, D, E, e (отсутствует антиген «d», символ «d» свидетельствует об отсутствии D)
5	Лютеран (англ. L utheran)	LU	1946	19q13.22	Lu(a) и Lu(b)	Белок BCAM (относится к надсемейству иммуноглобулинов). Состоит из 21 антигена
6	Келл-Челлано (англ. Kell- Cellano)	KELL	1946	7q34	3: K-K, K-k, k-k	Гликопротеин. K1 может вызывать гемолитическую желтуху новорожденных (anti-Kell), которая может быть серьёзной угрозой
7	Льюис (англ. Lewi s)	LE	1946	19p13.3	Льюис a (Le-a) и Льюис b (Le-b)	Углевод (остаток фукозы). Главные антигены Le <sup>a</sup> и Le <sup>b</sup> — связанные с отделением ткани антигена ABH
8	Даффи (англ. Duf fy)	Fy	1950	1q23.2	4: Fy (a+b+), Fy (a+b-), Fy (a-b+), Fy (a-b-)	Белок (рецептор хемокинов). Главные антигены Fy <sup>a</sup> и Fy <sup>b</sup> . Индивиды, у которых целиком отсутствуют антигены Duffy, имеют иммунитет против малярии, вызванной Plasmodium vivax и Plasmodium knowlesi

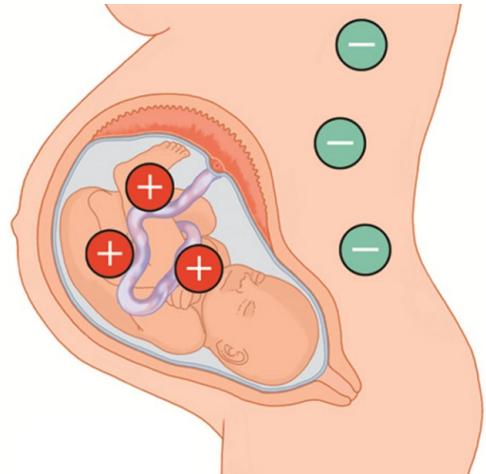
## Blood groups on the RBC



Антигены главного комплекса гистосовместимости HLA не обнаружаются на поверхности эритроцитов человека

## Почему это важно иметь современные решения?

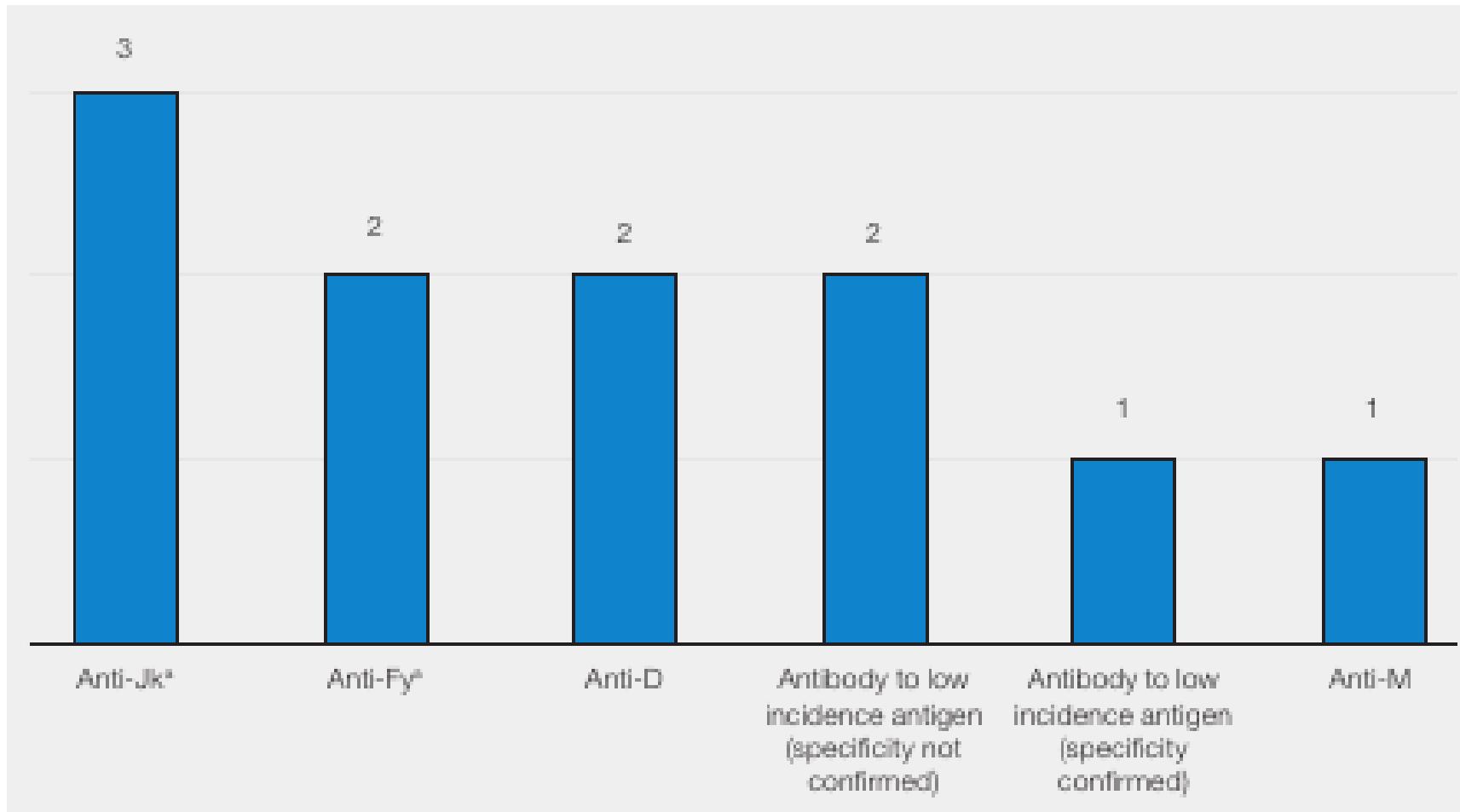
- **Гемотрансфузия** — жизненно важная процедура, но несущая риски.
- **Ошибки в определении группы крови** — одна из ведущих причин посттрансфузионных осложнений.
- **Аллоиммунизация** (выработка антиэритроцитарных антител) — ключевое препятствие для эффективной терапии.
- **Для хирургов/травматологов:** Скорость и точность при массивных кровопотерях.
- **Для гинекологов:** Профилактика гемолитической болезни новорожденных (ГБН).



# Посттрансфузионные осложнения

- Посттрансфузионные осложнения и побочные реакции могут быть обусловлены самыми различными причинами и наблюдаются у 10% реципиентов крови и ее компонентов («Трансфузиология» Жибурт Е.Б.)
- Даже большой опыт врачей - иммуногематологов при использовании *классических\** методов исследований не защищает от ряда объективных причин неправильного определения групп крови и антител, приводящих к посттрансфузионным осложнениям.

# ОСТРЫЕ ПОСТТРАНСФУЗИОННЫЕ ГЕМОЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ (Англия, 2022, MHRA)



## Шкала иммуногенности трансфузионно опасных антигенов эритроцитов

D>C>E>c>K>Fya (J. Dausser, 1959)

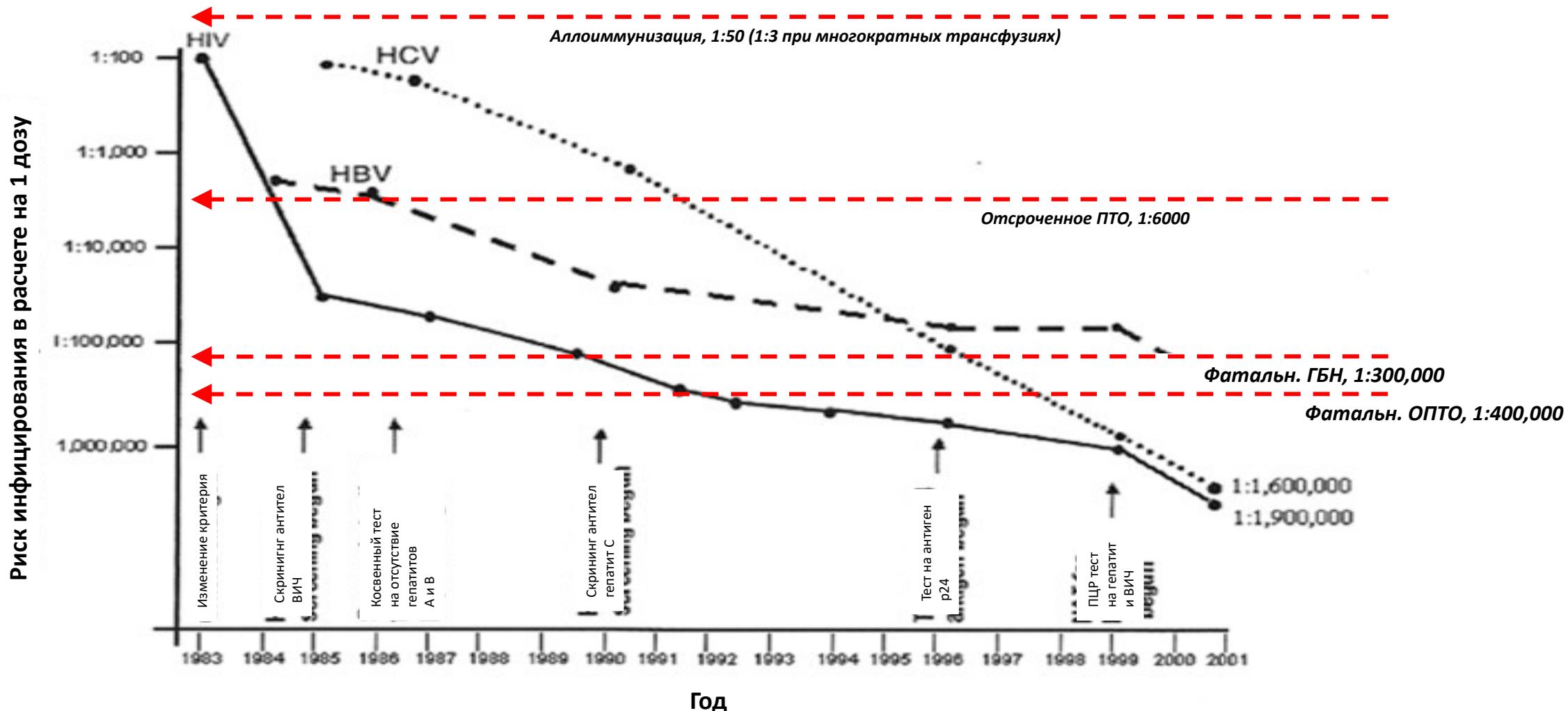
D>C>c>E>K>Fya (М. А. Умнова, 1966)

D>K>c>E>Fya>C (А. Г. Башлай, 1998)

D> K >c >E >Cw > C > e >Fy >Le >Jk>...

80> 6 >4 >3 > 2 > 0,5>0,4 >.....%  
( Донсков С.И. и соавт., 2008 )

# Аллоиммунные риски трансфузии существенно выше рисков инфицирования



Источник: Hillyer, C. D. et al. Hematology 2003;2003:575-589

# Клинический случай 1

Осложнение: из медицинской организации г. «Х» (терапевтическое отделение) доставлены 2 пробирки и остатки крови в гемаконе.

Направление: диагноз, группа крови Оαβ(I), резус положительный, фенотип CcDEe, отсутствие антител.

**До г/т:** Сыворотка светло-жёлтого цвета, прозрачная, без признаков гемолиза

Иммуногематологические исследования: Оαβ(I), резус положительный, фенотип CcDEeK-к+Cw+.

Выявлены антиэритроцитарные антитела в T=1:512. Специфичность a-Fy a. Прямая проба Кумбса отрицательная. Антигенный профиль: Le a- Le b+ Kp a- Kp b+ Fy a- Fy b+

**В гемаконе:** О(I), резус положительный, фенотип ccDEeK-к+Cw-. Антигенный профиль: Le a- Le b- Kp a- Kp b+ Fy a+ Fy b+

**После г/т:** Сыворотка буро-зелёного цвета. Оαβ(I), резус положительный, фенотип C+/-cDEeK-к+Cw+/- . Выявлены антиэритроцитарные антитела в T=1:128. Прямая проба Кумбса положительная (1+)

Проба на индивидуальную совместимость: не совместима!

Вывод: ПГТО гемолитического типа вследствие переливания несовместимой донорской крови по антигену Fy a (Duffy a).

# **О ЗДОРОВЬЕ НАРОДА И СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 года № 360-VI ЗРК.04-09-2022**

Приказ Министра здравоохранения Республики  
Казахстан от 21 июня 2022 года № КР ДСМ-55.

**Об утверждении Стандарта организации  
оказания трансфузионной помощи  
населению**

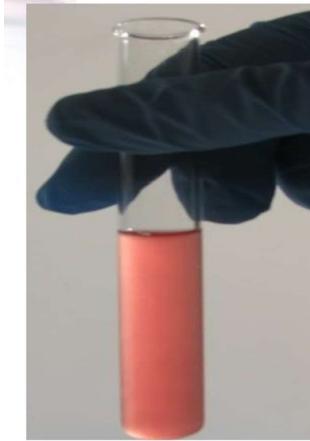
Приказ Министра здравоохранения  
Республики Казахстан от 20 октября 2020 года  
№ КР ДСМ - 140/2020.

**Об утверждении номенклатуры, правил  
заготовки, переработки, контроля качества,  
хранения, реализации крови, ее  
компонентов, а также правил переливания  
крови, ее компонентов**

# "Золотой стандарт ?": что мы знаем и используем?



Определение группы крови на плоскости



Определение аллоантител в непрямом антиглобулиновом тесте (НАГТ)

Эти методы имеют ограничения:

- время,
- субъективность,
- низкая чувствительность к некоторым антителам

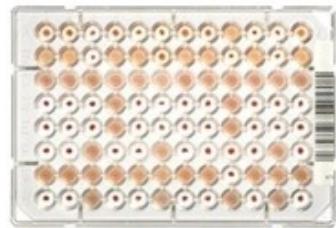
Выявляет  
только  
анти-D  
антитела



10% желатина и полюглицина

## Современные технологии в мировой практике

Автоматизация с помощью микропланшетных технологий



Выполнение исследований вручную, а также автоматизация (колоночная агглютинация)

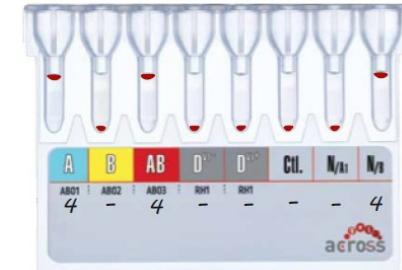
- в гелевых картах



- в кассетах с микросферами



PART OF THE Johnson & Johnson FAMILY OF COMPANIES



Молекулярно-генетические методы



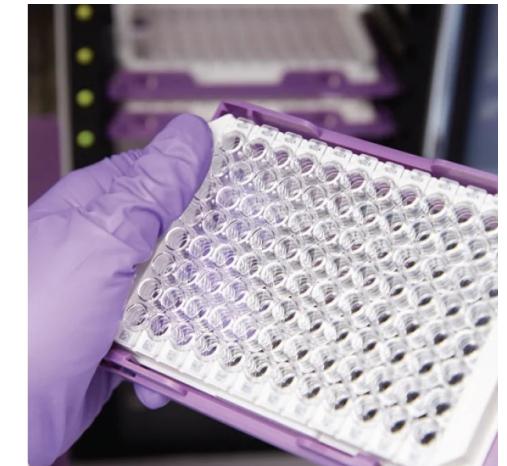
# Автоматизация в микропланшетах



- группа крови по системе АВО прямой и обратной реакцией
- резус принадлежность, проверка на слабый и вариантный антиген D тест-сывороткой IgG
- определение подгрупп антигена A
- фенотипирование по антигенам эритроцитов C, c, E, e, C<sup>w</sup>, K, k
- определение редких антигенов эритроцитов
- скрининг антиэритроцитарных антител
- идентификация антиэритроцитарных антител
- прямой антиглобулиновый тест IgG
- автоматическое определение титра IgG и IgM антител
- определение групповых IgG аллоантител по системе АВО без унитиола
- совместимость эритроцитов донора и реципиента
- скрининг антитромбоцитарных антител
- совместимость тромбоцитов донора и реципиента (HPA и HLA)



NEO Iris™



## Автоматическое определение титра IgG и IgM антител

## Определение групповых IgG аллоантител по системе АВО без унитиола

Титрование антиэритроцитарных антител (АВО антител) — метод используемый для определения концентрации (титра) антител.

### Для чего необходимо титрование?

- Обследование беременных при резус конфликте
- Определение концентрации anti-D антител у иммунизированных доноров
- Трансплантация АВО несовместимой почки
- Трансплантация стволовых клеток

## Скрининг антитромбоцитарных антител

## Совместимость тромбоцитов донора и реципиента (НРА и HLA)

### Для чего нужны эти тесты?

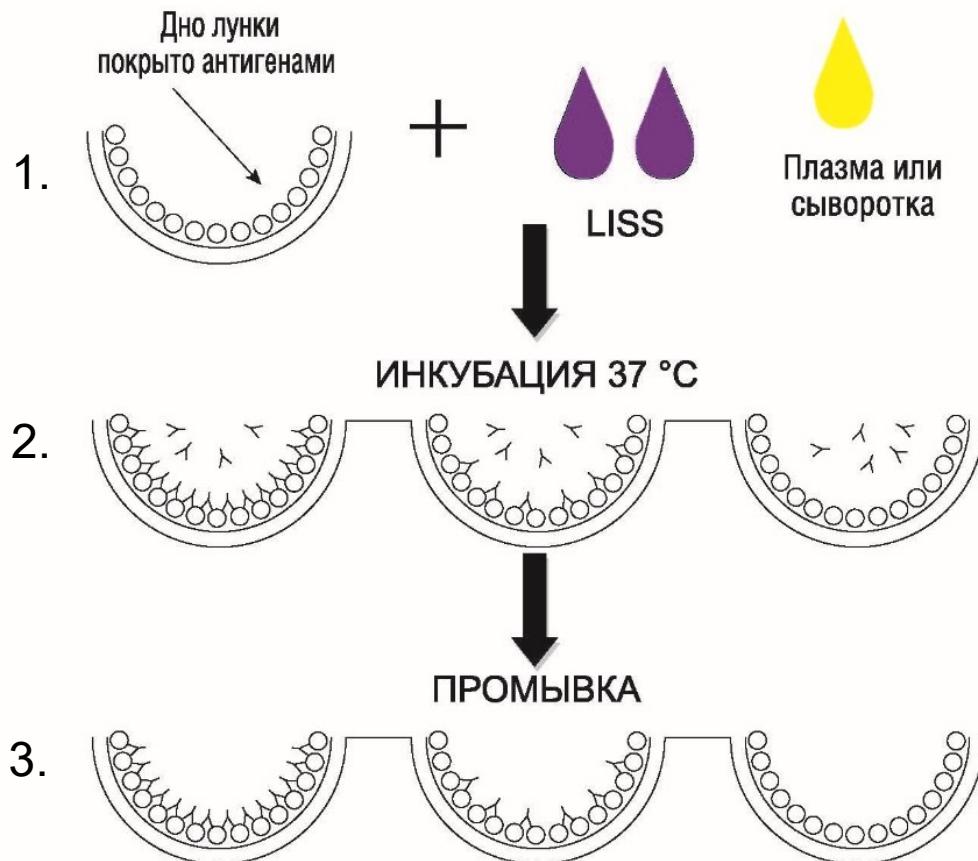
Рефрактерность тромбоцитов — это состояние, при котором организм пациента не реагирует на переливание донорских тромбоцитов.

Это может быть связано как с иммунными, так и с неиммунными механизмами.

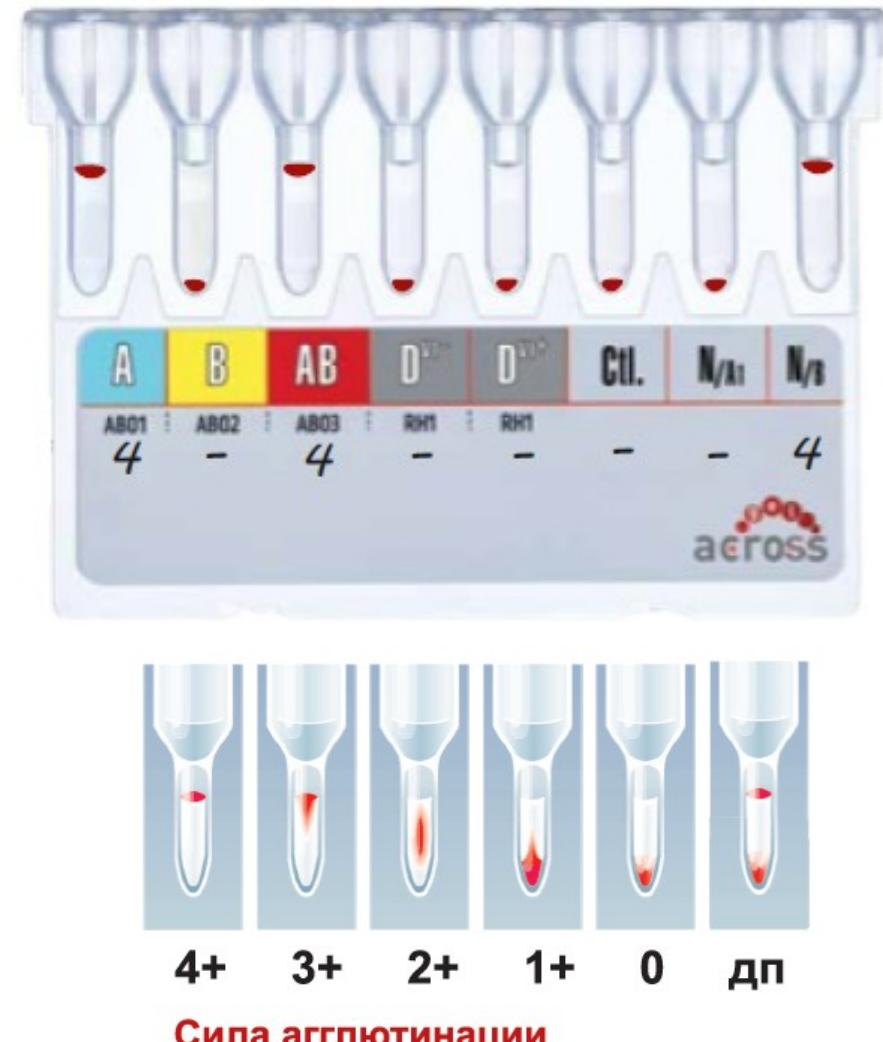
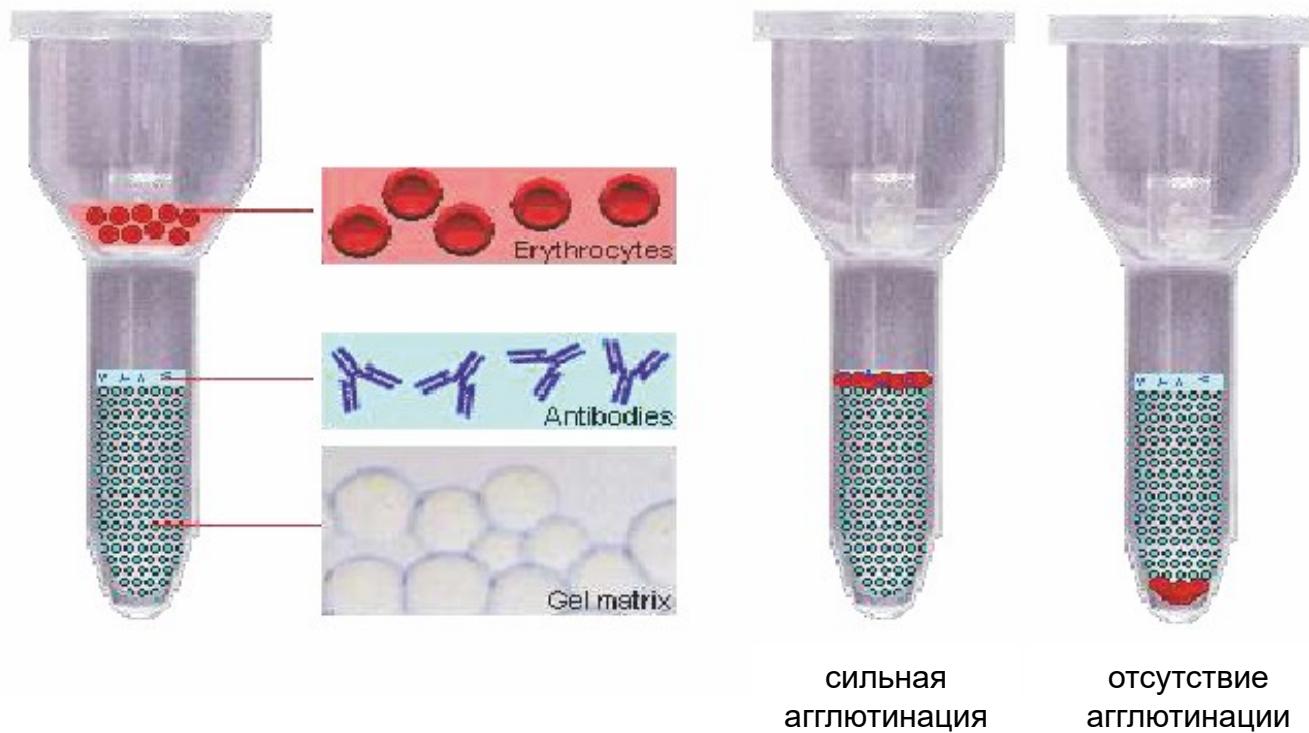


## Твердофазная технология Capture®

Capture® — твердофазная микропланшетная технология Immucor, которой уже более 40 лет доверяют иммуногематологи по всему миру



## Принцип гелевой технологии



# Преимущества гелевой технологии

Принцип гель-фильтрации в сочетании с качеством моноклональных реагентов обеспечивает высокую чувствительность и специфичность метода, все реагенты имеют стандартную дозировку. Технология признана референсным методом при скрининге и идентификации антител.

## Безопасность, удобство и простота в использовании:

- сокращение времени исследования в 2 - 5 раз при определении антиэритроцитарных антител и постановки проб на совместимость
- отсутствует этап отмывания эритроцитов
- безопаснее для персонала, чем классические методы
- возможностью автоматизированной оценки и фотодокументирования результатов
- возможность полной автоматизации

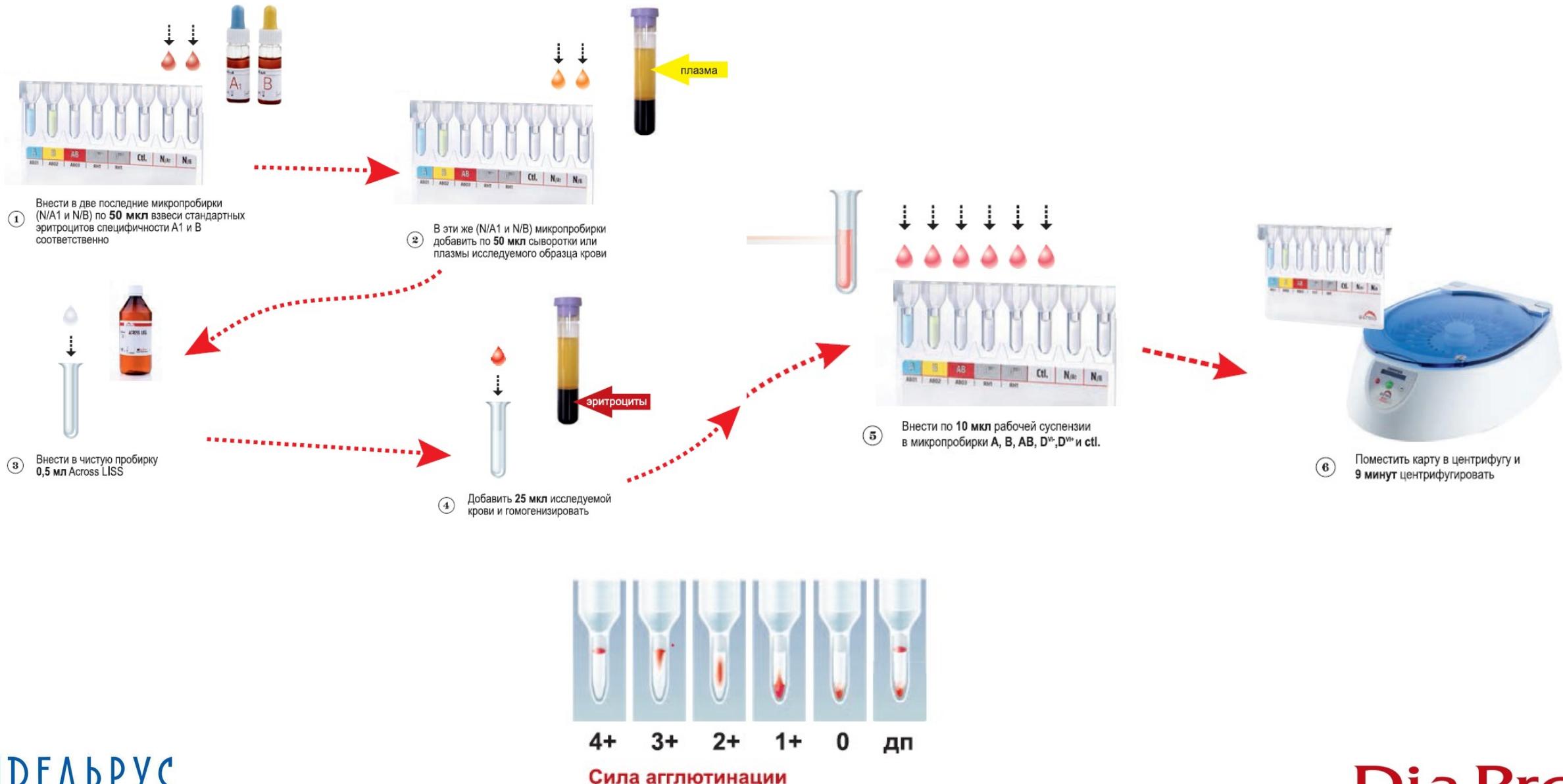


## Гелевая технология незаменима в сложных случаях

- Трудноопределяемые группы крови (подгруппы A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> … A<sub>n</sub>);
- выявления посттрансфузионных химер;
- Патологическая агглютинабельность эритроцитов
- Пониженная экспрессия антигенов А и В при ряде онкологических и гематологических заболеваний
- Сложность определения групп крови у новорожденных



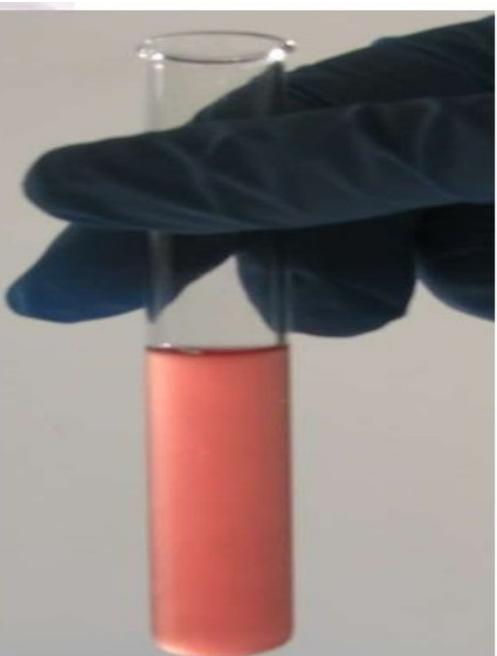
# Определение группы крови на гелевых картах



# Определение антиэритроцитарных аллоантител

- непрямой антиглобулиновый 80...85 %

тесте



Гематол. и трансфузиол., 1998, т. 43, № 6

## НОВЫЕ МЕТОДЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1998  
УДК 616.15-078.33].001.8

СРАВНЕНИЕ DIAMED ГЕЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЖЕЛАТИНОВОГО МЕТОДА ПРИ СКРИНИНГЕ АНТИТЕЛ

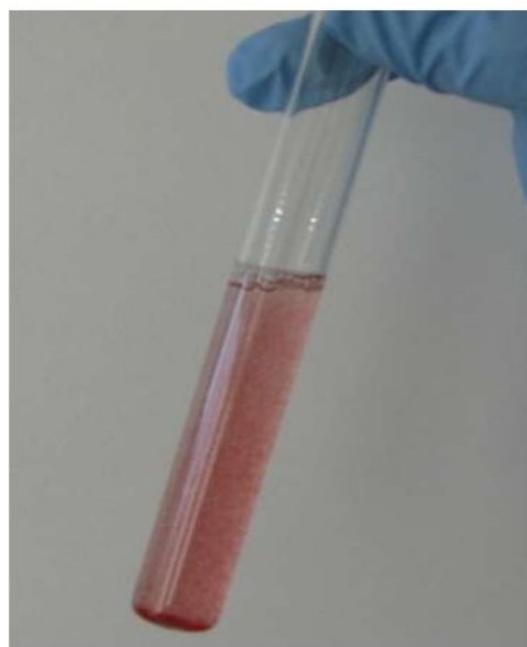
Этиашвили\*, Малле Эллаама\*\*, Сильвия Лембер\*\*, В. С. Мусатова\*\*\*  
Москва; \*\*Государственная референс лаборатория иммуногематологии, Северо-эстонский центр  
и; \*\*\*Московская городская станция переливания крови, отделение индивидуального подбора

в гелевой карте

94...95%

в твердофазной  
технологии

95...99%



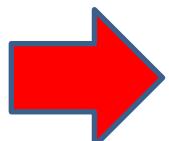
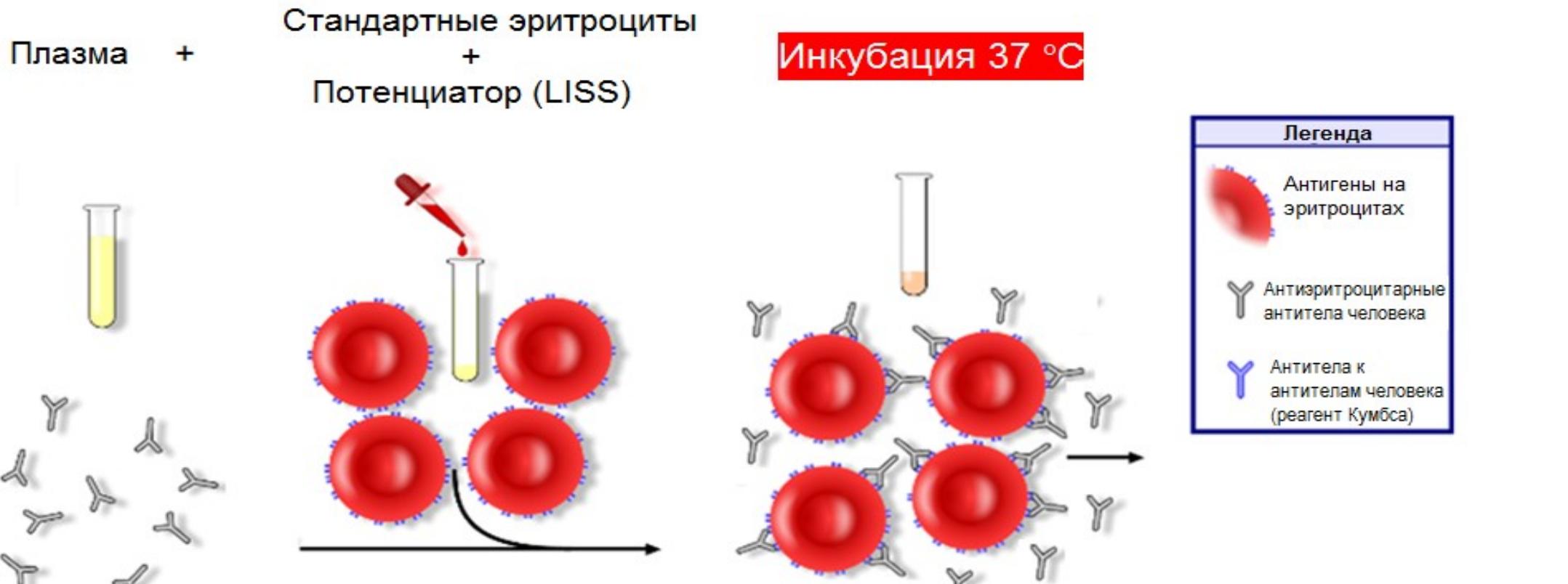
Transfusion Medicine, 2006, 16, 276–284

ORIGINAL ARTICLE

Comparison of the performance of microtube column systems and solid-phase systems and the tube low-ionic-strength solution additive indirect antiglobulin test in the detection of red cell alloantibodies

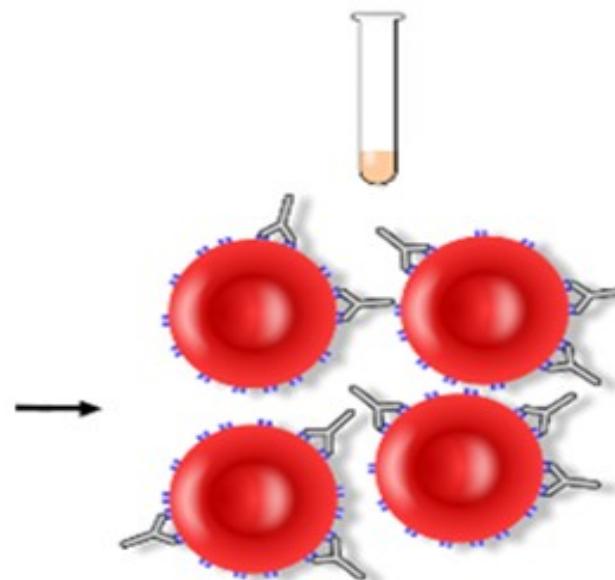
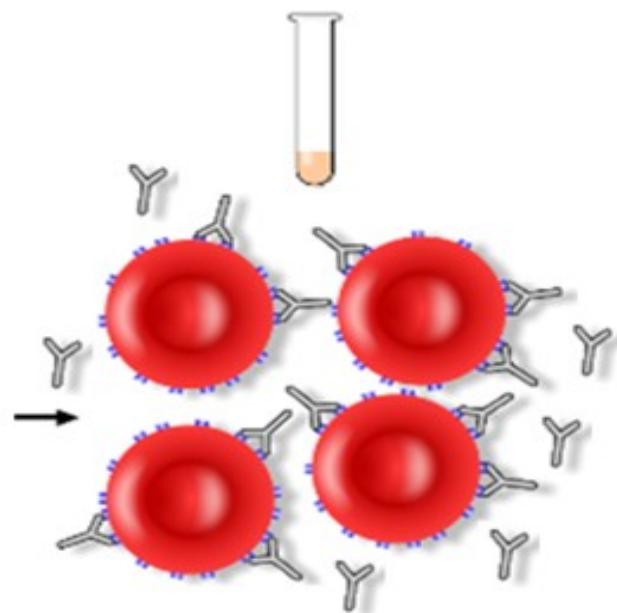
V. Weisbach, T. Kohnhäuser, R. Zimmermann, J. Ringwald, E. Strasser, J. Zingsem &  
R. Eckstein Department of Transfusion Medicine and Hemostaseology, Friedrich-Alexander-University Erlangen - Nürnberg, Erlangen, Federal  
Republic of Germany

# Непрямой антиглобулиновый тест (1)

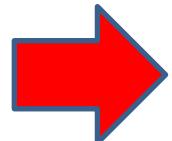
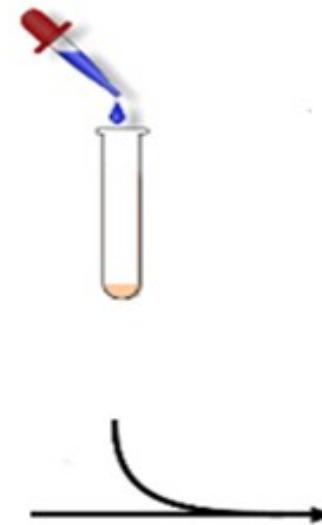


## Непрямой антиглобулиновый тест (2)

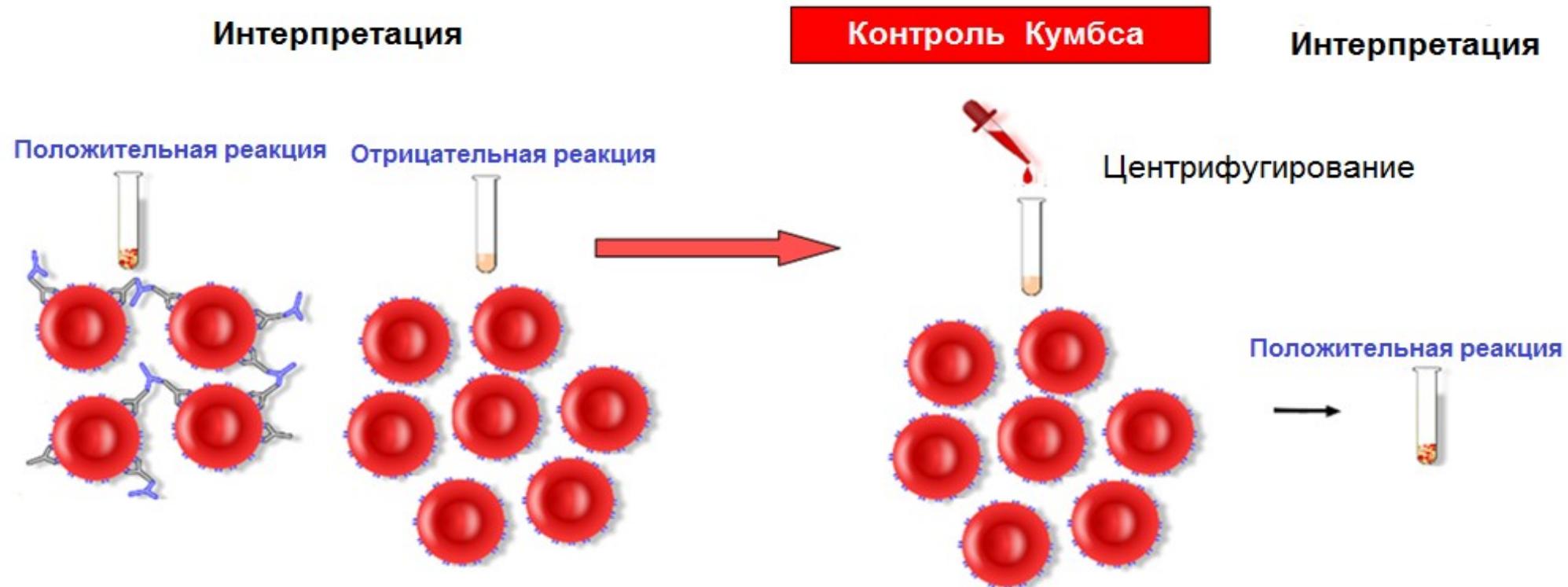
3 x ОТМЫВКА



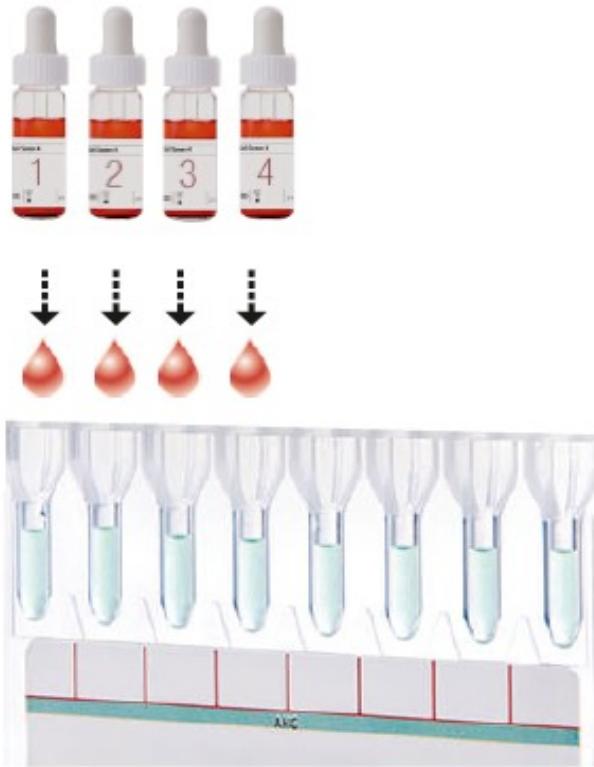
Античеловеческий  
иммуноглобулин  
Центрифугирование



# Непрямой антиглобулиновый тест (3)



# Скрининг антител в гелевых картах (1)



- ① Внести по **50 мкл** взвеси стандартных эритроцитов 1, 2, 3, 4 соответственно в четыре микропробирки диагностической карты



- ② В эти же микропробирки добавить по **25 мкл** сыворотки или плазмы исследуемого образца крови

## Скрининг антител в гелевых картах (2)



③ Инкубировать 15 минут при 37 °C



④ Поместить карту в центрифугу и 9 минут центрифугировать

### Интерпретация результатов



- Полученную силу реакции указать на белом поле карты под соответствующей микропробиркой

# К вопросу о четкости реакций в разных технологиях



Многопрофильная больница г. С.-Петербург

# Приборы для работы вручную

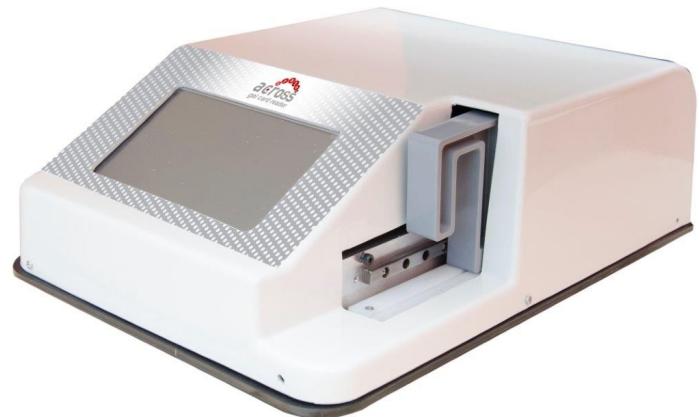
Центрифуга на 24 карты



Инкубатор на 24 карты



Считыватель



С ридером автоматическая оценка результатов стала доступной для небольших лабораторий

- Сохранение во встроенной базе данных до 300 000 исследований
- Печать результатов
- Передача в ЛИС

gel  
across

# Автоматическая оценка результатов реакции в считывателе и пример распечатки

Штрих-код карты: 820103150160160225 10.01.2017 **НАЗАД**

Штрих-код пациента / Ф.И.О.: Иванов Сергей Петрович Штрих-код донора / Ф.И.О.:

Тест: Across Gel® Forward Reverse ABO with Dvi-/Dvi+

Результат: A Rh+ (positive)

A gel electrophoresis strip with 10 lanes. Lanes are labeled below as: A, B, AB, Dvi-, Dvi+, CTL, A1, B. The results are summarized in a table:

Группа	Dvi-	Dvi+	CTL	A1	B
A	4+	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-
AB	4+	-	-	-	-
Dvi-	4+	-	-	-	-
Dvi+	4+	-	-	-	-
CTL	-	-	-	-	-
A1	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-

**СОХРАНИТЬ** **СЧИТАТЬ**

Городская клиническая больница № 555 отд. трансфузиологии

Имя теста: Across Gel® Forward & Reverse ABO with Dvi-/Dvi+ Дата: 30.11.2021  
Штрих-код пациента: Иванов И.И. Время: 16:01  
Имя и фамилия  
Штрих-код донора:  
Имя и фамилия  
Штрих-код карты: 82010442884288045  
Имя пользователя: Across Reader  
Результат

A gel electrophoresis strip with 10 lanes. Lanes are labeled below as: A, B, AB, Dvi-, Dvi+, CTL, A1, B. The results are summarized in a table:

Группа	Dvi-	Dvi+	CTL	A1	B
A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-
AB	-	-	-	-	-
Dvi-	3+	4+	-	-	-
Dvi+	4+	-	-	-	-
CTL	-	-	-	-	-
A1	3+	-	-	-	-
B	4+	-	-	-	-

Заключение: Гр.кр. 0 (I), RhD+ (полож.)

# Современный полностью автоматический анализатор для гелевых карт **octo-m**



- Оператор загружает образцы крови, гелевые карты и реагенты и вбирает задание из списка
- Прибор делает все рутинные процедуры, исключая влияние человеческого фактора
- Прибор автоматически интерпретирует результаты
- Врач проверяет результаты реакции по цветной увеличенной фотографии, при необходимости может внести свои корректизы в предложенный автоматически ответ
- Результаты с фотографиями сохраняются в архиве, к ним всегда можно будет обратиться в будущем

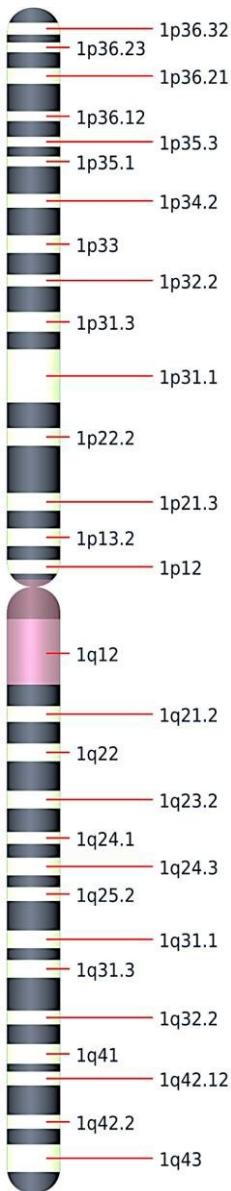
## Молекулярно-генетические методы

**Генотипирование группы крови** — это мощный инструмент современной трансфузиологии и иммуногематологии.

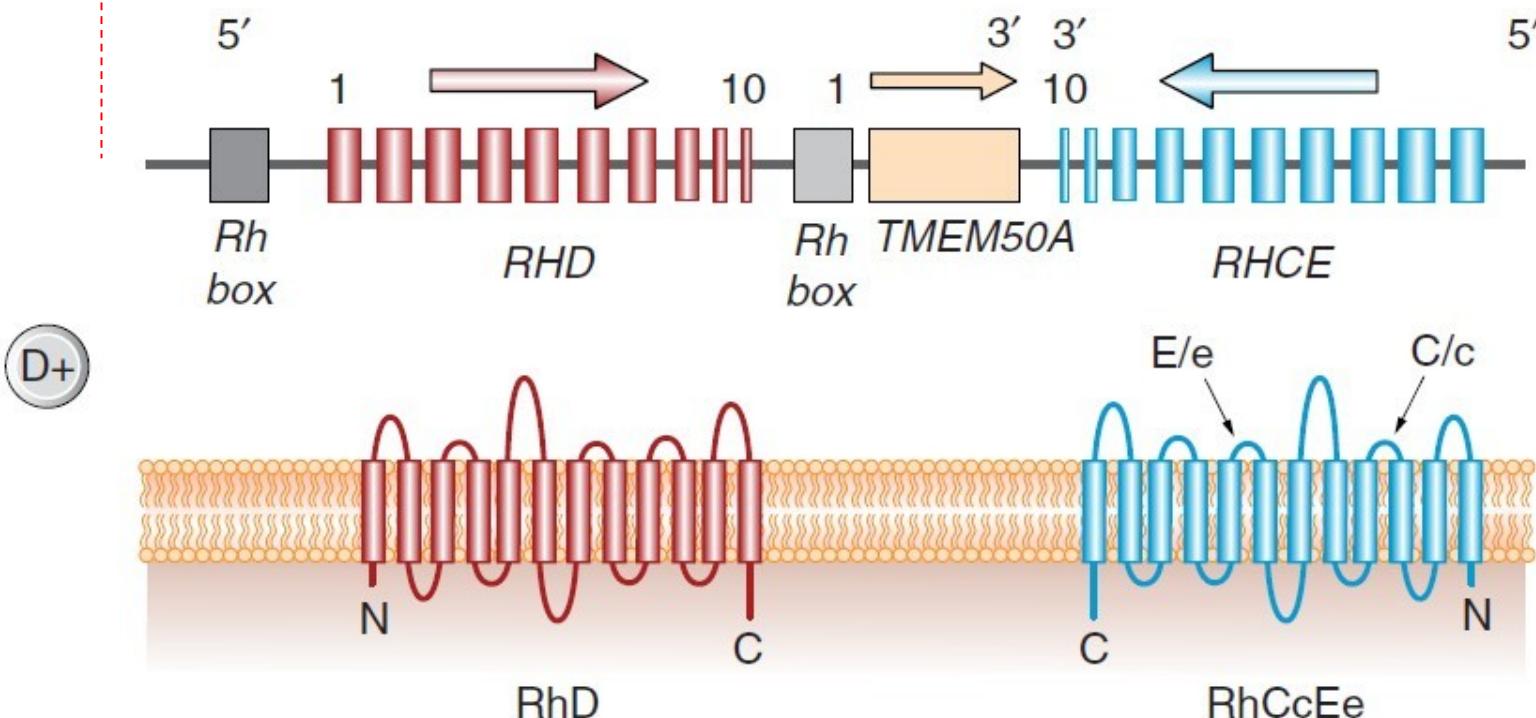
- Оно не заменяет полностью серологические методы, а *дополняет* их, позволяя решать сложные и спорные случаи, обеспечивая максимальную безопасность переливания крови и ведения беременности.
- Это особенно важно для пациентов из групп риска, где точное знание генетического профиля крови критически необходимо для предотвращения опасных осложнений.



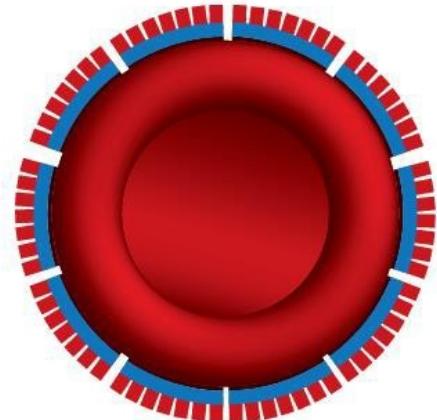
# МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ D-ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ФЕНОТИПА



- Наличие гена *RHD* в обеих гомологичных хромосомах (гомозигота)
- Наличие гена *RHD* в одной из гомологичных хромосом (гетерозигота)



## НОРМАЛЬНО ВЫРАЖЕННЫЙ АНТИГЕН D



Нормально выраженный  
антителен D

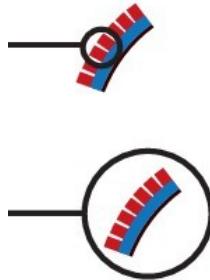
Эпитопы —

Антителен —

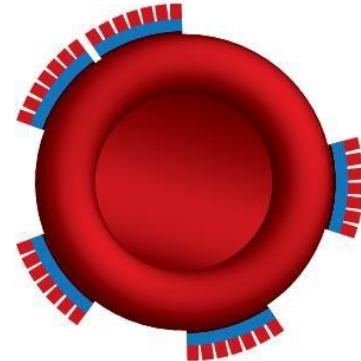
Rh-фенотип	п	чество участков Колигена D на клетку анти	
DCe/dce			9900-14600
DcE/dce	12000	-19700	
Dce/dce	1	2000-23000	
DCe/DCe	14500	-22800	
DCe/DcE	23000	-31000	
DcE/DcE	15800	-33300	

## РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ АНТИГЕНА D

Эпитоп  
ы



Антиген



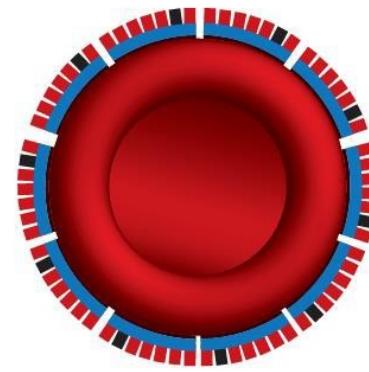
Серологически  
слабый антиген  
D (Weak D)

Экзофациальные  
эпитопы:

Полный набор  
эпитопов

Экспрессия  
антигена D:

Слабая



Частичный (парциальный,  
вариантный) антиген D  
(Partial D)

Ограниченный набор  
эпитопов



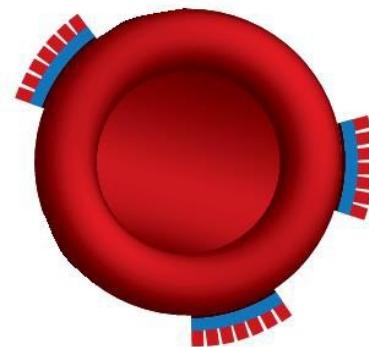
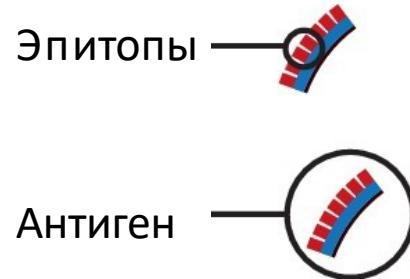
Слабый  
парциальный антиген  
D  
(Weak partial D)  
Ограниченный набор  
эпитопов

Нормальная

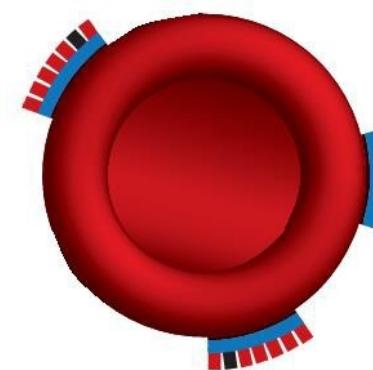
Слабая

\* Слайд Кара В.В.

## РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ АНТИГЕНА D



Del



Парциальный Del  
(Partial Del)

**Экзофациальные  
эпитопы:**

Полный набор  
эпитопов

Ограниченный набор  
эпитопов

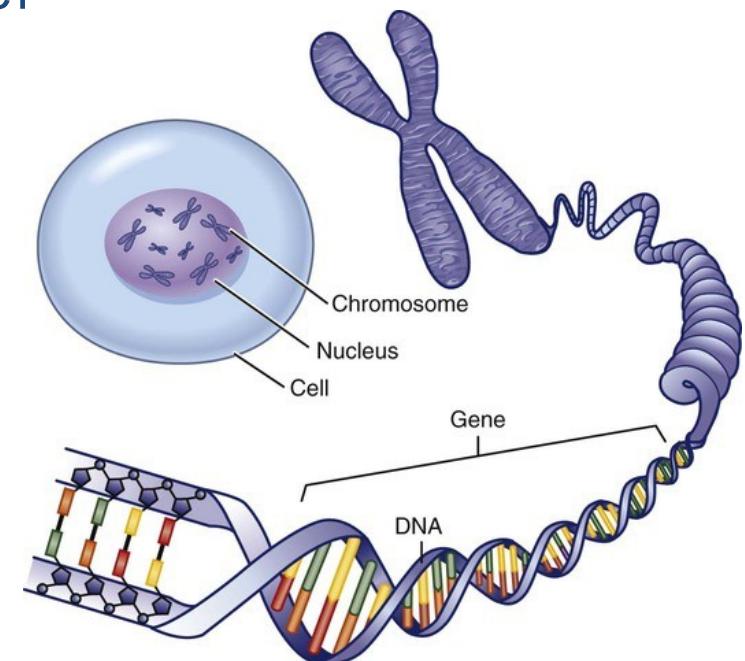
**Экспрессия  
антигена D:**

Сверхслабая

Сверхслабая

## Зачем это нужно генотипирование , если есть классический метод?

- **Высокая точность и разрешение.** Позволяет определить не только основные антигены (D, C, c, E, e в системе Резус), но и **слабые варианты (вариации)** и **редкие фенотипы**, которые серологическими методами выявить сложно или невозможно.  
**Пример:** Слабый вариант D (Dweak), частичный D (Dpartial). Серологически их можно принять за D-отрицательный, что может привести к риску аллоиммунизации у реципиента.
- **Разрешение неясных результатов серологии.**
- **Определение группы крови у новорожденных.**
- **Для пациентов после множественных гемотрансфузий.**
- **Для пациентов с аутоиммунной гемолитической анемией.**
- **Подбор идеально совместимой крови.**
- **Определение статуса носителя.**



# Молекулярно-генетические методы

## Преимущества

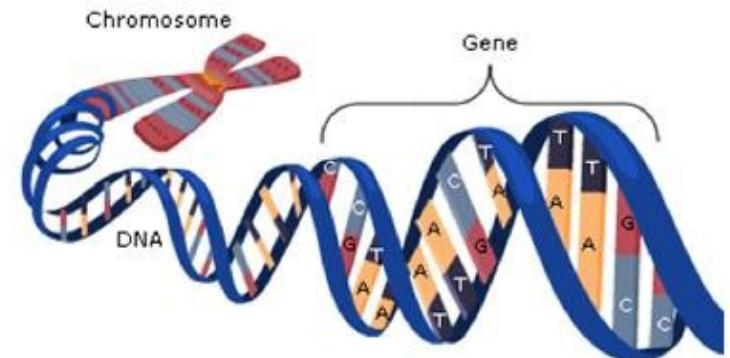
- Высокая точность и однозначность
- Возможность определить слабые и вариантные формы
- Не зависит от физиологического состояния пациента
- Можно использовать любой биоматериал (кровь, буккальный соскоб)
- Определение статуса носителя

## Недостатки

- Более высокая стоимость
- Большее время выполнения анализа (в некоторых случаях)
- Требует высокотехнологичного оборудования и квалифицированного персонала

Методом генотипирования можно определить практически любую систему групп крови, но чаще всего определяют:

- **Система АВО:** Гены *ABO*.
- **Система Резус (Rh):** Гены *RHD* и *RHCE* (определяют антигены D, C, c, E, e).
- **Система Келл (Kell):** Ген *KEL* (определяет антигены K и k).
- **Система Даффи (Duffy):** Ген *FY* (важна для малярии и трансфузий).
- **Система Кидд (Kidd):** Ген *JK* (часто вызывает отсроченные гемолитические реакции).
- **Система MNS:** Гены *GYPA*, *GYPB*.
- И многие другие (более 40 систем).



## Резюме и ключевые выводы

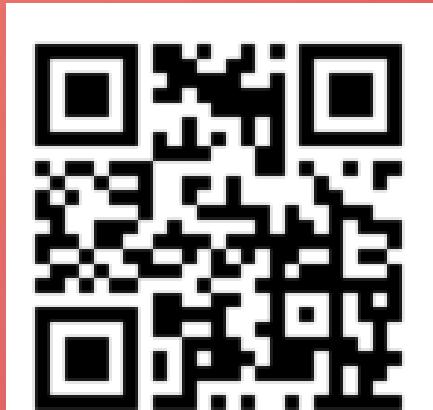
- Современные методы, автоматизация и стандартизация — основа современной иммуногематологии.
- Молекулярные методы (генотипирование) — мощный инструмент для решения сложных случаев при определении антигена.
- Выбор метода зависит от клинической ситуации (рутин vs. экстренный случай vs. сложный пациент).
- **Ни один метод не идеален, необходим комплексный подход.**
- **Эффективная коммуникация между всеми специалистами критически важна.**



# **Иммуногематология 2025: вызовы и перспективы**

Ежегодная научно-практическая конференция с международным участием в области типирования крови

29-30 сентября 2025 года



На сайте конференции регистрация на online трансляцию

# Спасибо за внимание!



Diapro.kz