

**АНТИТЕЛА. ПРИРОДА АНТИТЕЛ.  
ПОНЯТИЕ О КЛАССАХ И  
СТРУКТУРЕ  
ИММУНОГЛОБУЛИНОВ.  
ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИНТЕЗА  
АНТИТЕЛ И ИХ СВОЙСТВА.**

Лекция № 15

Наиболее критический момент в процессе иммунного ответа - это распознавание, выявление химического маркера, который свойственный “чужому” агенту в отличие от “своего” организма.

Это задание выполняют особые белки, которые отличаются удивительным разнообразием молекулярной структуры.

**Основными распознающими белками являются антитела или иммуноглобулины (Ig).**

Существует пять классов иммуноглобулинов человека - **G, M, A, E, D**. Молекулы каждого класса состоят из тяжелых и легких полипептидных цепей.

Легкие полипептидные цепи (**L**) бывают двух видов или **κ**, или **λ** и одинаковые для всех классов иммуноглобулинов. Тяжелые цепи (**H**) у каждого класса разные, и в зависимости от названия тяжелой цепи и происходит название класса иммуноглобулинов.

Тяжелые цепи	Класс иммуноглобулинов
$\gamma$	Ig G
$\mu$	Ig M
$\alpha$	Ig A
$\epsilon$	Ig E
$\delta$	Ig D

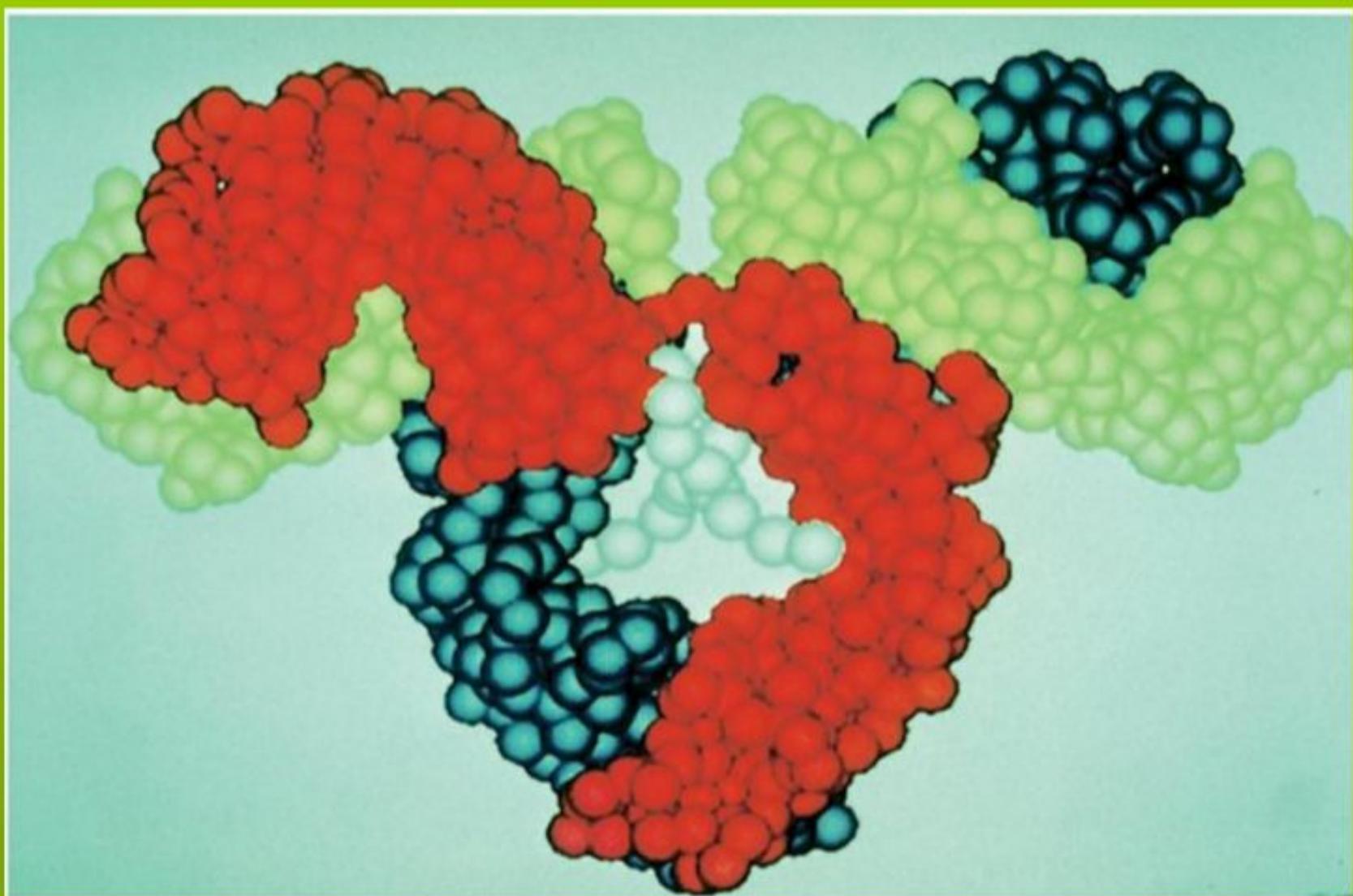
Ig G -  $\gamma_2\lambda_2, \gamma_2\kappa_2$

Ig M -  $(\mu_2\lambda_2)_5, (\mu_2\kappa_2)_5$

Ig A -  $(\alpha_2\lambda_2)_n, (\alpha_2\kappa_2)_n$

Ig E -  $\epsilon_2\lambda_2, \epsilon_2\kappa_2$

Ig D -  $\delta_2\lambda_2, \delta_2\kappa_2$



**IgG** - основной класс иммуноглобулинов, который составляет 70 % всех иммуноглобулинов. В значительной мере он выделяется в ответ на повторное попадание антигена в организм. В процессе иммунного ответа происходит переключение синтеза IgM на IgG. IgG сравнительно термостабильные (выдерживают нагревание при 75° С 30 мин). При такой экспозиции IgM быстро разрушаются. Период полураспада IgG - 23 суток.

**IgG** нейтрализуют вирусы, токсины, опсонизирующе действуют на бактерии, связывают комплемент. IgG - единственный иммуноглобулин, который проходит через плаценту и защищает в первое время после рождения ребенка от возбудителей дифтерии, столбняка, коклюша, кори и др. По структуре тяжелых цепей среди IgG различают четыре подкласса: IgG1, IgG2, IgG3, IgG4.

- **IgA.** Различают сывороточные и секреторные IgA. Сывороточные IgA могут иметь структуру мономера (80 % ), димера- или полимера. У последних двух есть дополнительная цепь J, которая объединяет эти мономеры.

- Секреторные иммуноглобулины чаще всего бывают в виде димера, к которому присоединяется **секреторный компонент (СК-фрагмент)**, который защищает IgA от разрушения протеазами.

**Иммуноглобулины А (IgA)**— секреторные иммуноглобулины, содержание в сыворотке крови колеблется **от 1,4 до 5,4 г/л**.

**Содержатся:** в молозиве, грудном молоке, слюне, бронхиальном и желудочно-кишечном секрете, желчи, моче, носовом секрете, поте.

Обеспечивают **защиту** барьерных тканей, участвуя в реакциях местного иммунитета.

Ингибируют связывание микроорганизмов с поверхностью клеток слизистых оболочек и предотвращают проникновение микроорганизма в ткани.

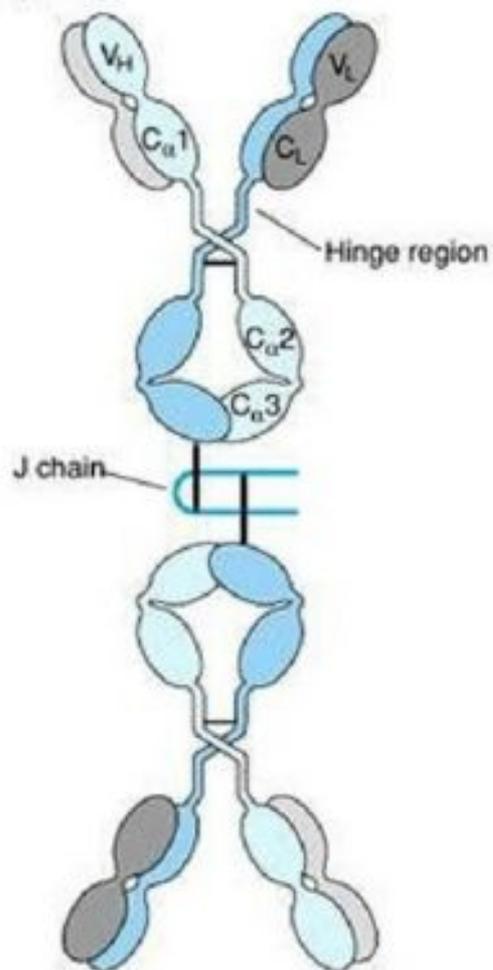
Могут активизировать систему комплемента альтернативным путем.

**У новорожденного практически отсутствуют.**

Уровень концентрации взрослого человека достигается **к 10 годам**.

# Иммуноглобулины А (IgA)

(d) IgA (dimer)



**Секреторный Ig A** имеет выраженные бактерицидные свойства. Он в несколько раз более активный по отношению к грамотрицательной флоре, чем IgM и в десятки раз в сравнении с IgG.

**S IgA - основной защитный фактор** от вирусов и существует независимо от сывороточного. Местная резистентность слизистых оболочек от вирусных инфекций тесно связана с количеством S IgA на их поверхности. S IgA также защищает слизистые оболочки от адгезии на них патогенных микроорганизмов.

**IgM.** Иммунный ответ организма начинается из синтеза IgM. Они синтезируются быстро, но иммунологическая память клеток, которые их синтезируют либо отсутствует, либо сохраняется кратковременно. Период полураспада - 5 суток. **IgM** содержит дополнительную цепь J, которая объединяет 5 мономеров в одну структуру. IgM имеет 10 активных центров и дополнительный домен СН4, который активно фиксирует комплемент. Основным источником IgM является селезенка. IgM находится в крови и секретах, и им, в основном, обусловлены бактерицидные свойства этих веществ.

**Иммуноглобулины G (IgG)**— сменяют синтез **IgM**.

70% их диффундируют в ткани, обеспечивая тканевую защиту.

Нейтрализуют бактериальные токсины и связывают микроорганизмы с целью их опсонизации.

Способны активизировать комплемент.

Могут участвовать в аллергических реакциях.

Играют важную роль в развитии гуморального иммунитета при инфекционных заболеваниях.

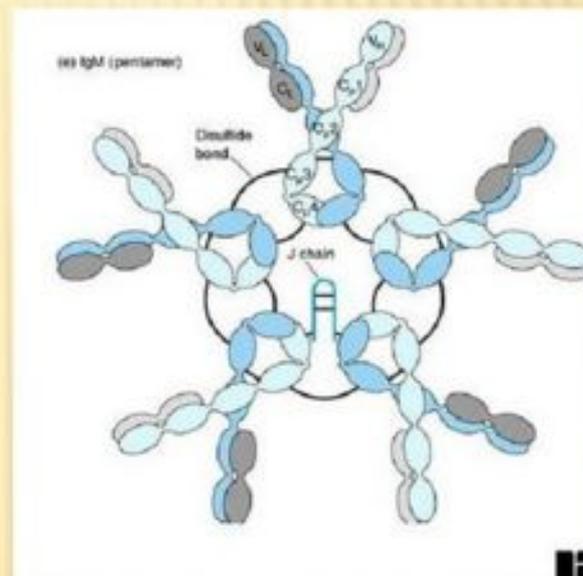
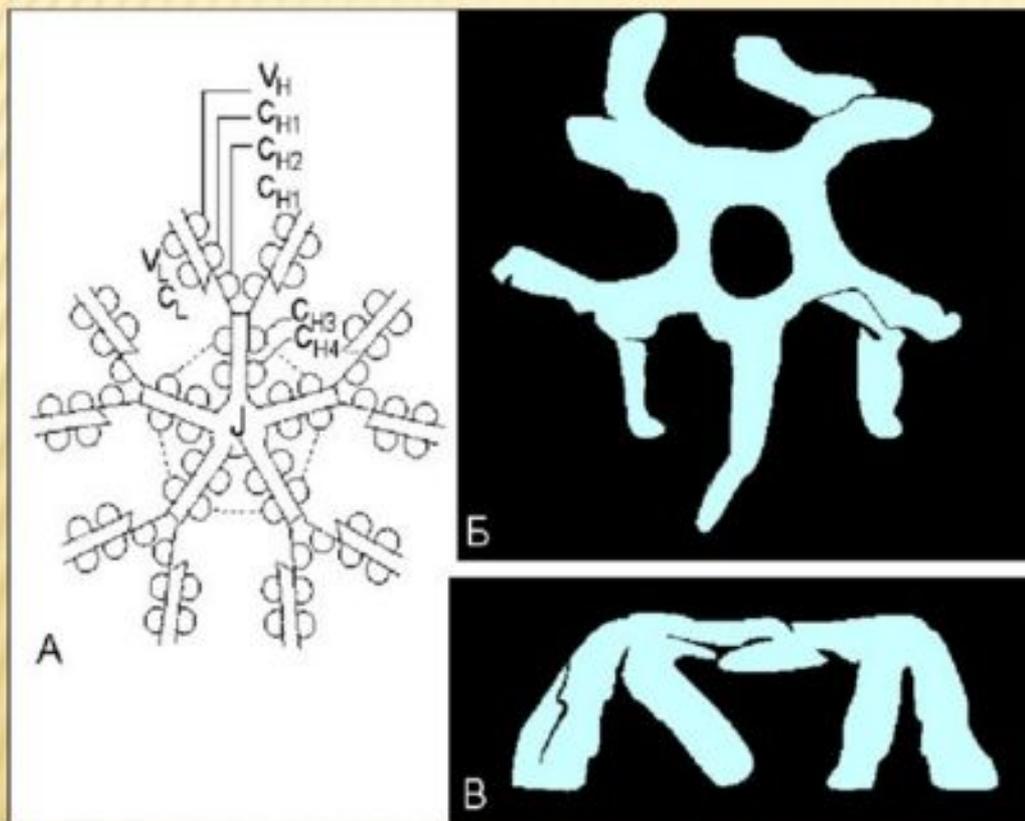
**Способны проникать через плаценту.**

**У новорожденного** содержание может достигать **12 г/л**

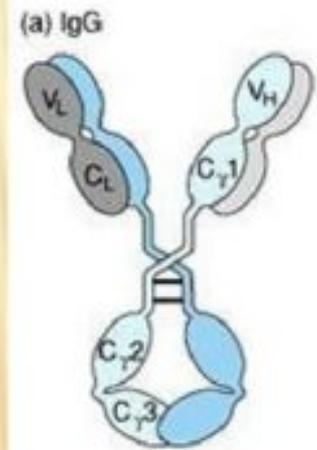
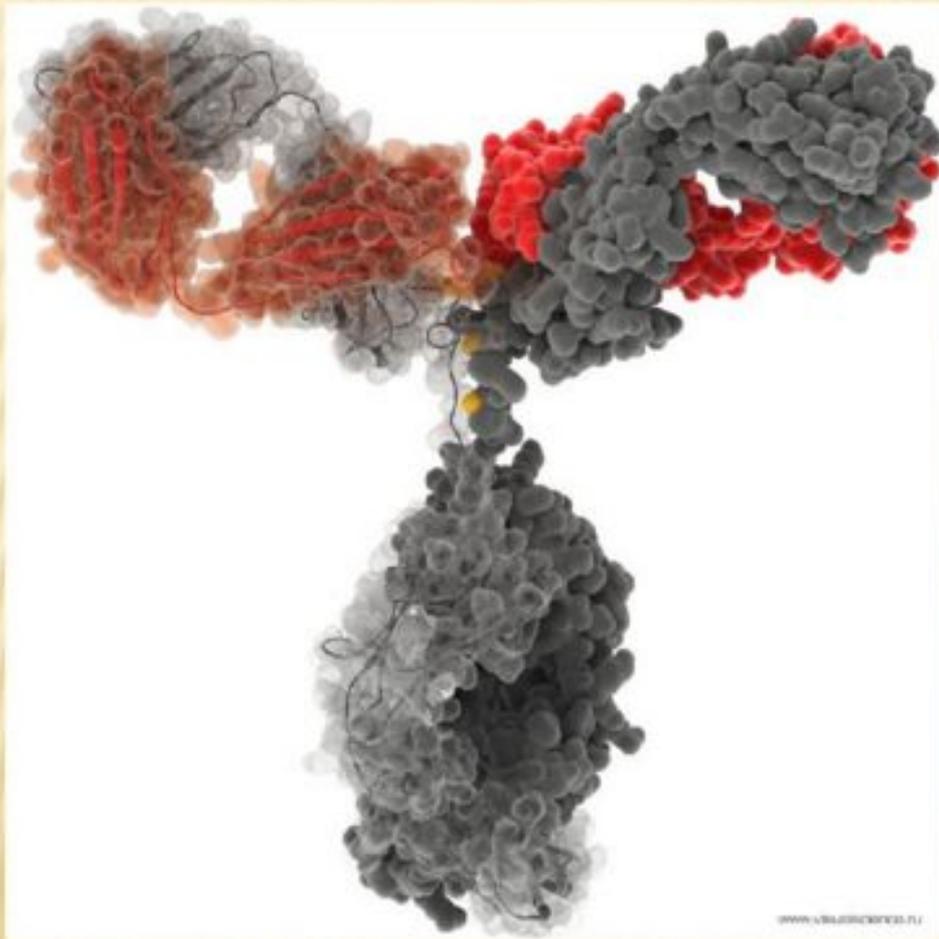
Играют главную роль в защите от инфекций в течение нескольких первых недель жизни

Уровень взрослого ( **7,0 — 24,0 г/л** ) достигается к **7 годам**.

## Иммуноглобулины M (IgM)



# Иммуноглобулины G (IgG)

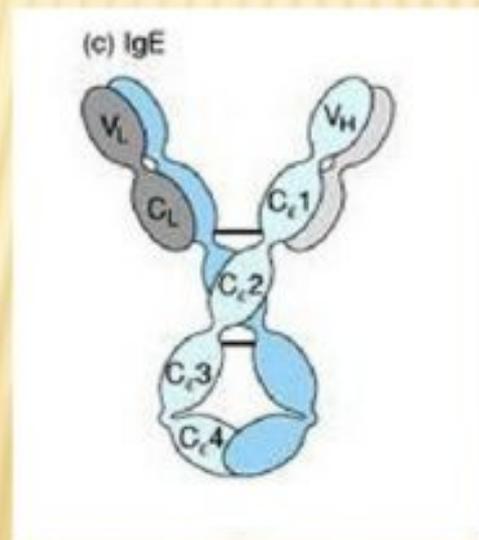


## Иммуноглобулины E (реагины) (IgE)

Содержание в сыворотке крови обычно **не превышает 0,5 мг/л**

Синтезируются небольшой частью плазматических клеток организма.

Основная физиологическая **функция** — **защита** внешних слизистых оболочек путем активации факторов плазмы и тучных клеток.



## ***Иммуноглобулины E (реагины) (IgE)***

Инфекционные агенты, прошедшие защитный уровень IgA, будут связываться с IgE.

Уровень повышается при аллергических заболеваниях и развитии гельминтных инвазий.

Специфическое взаимосвязывание IgE с тучными клетками и базофилами способствует выделению активных факторов, способствующих развитию аллергических реакций и деструкции гельминтов.

***У новорожденного их содержание минимально***

Уровень содержания в крови нарастает в течение первого года жизни

***(с 0,01 г/л до 0,5 г/л)***

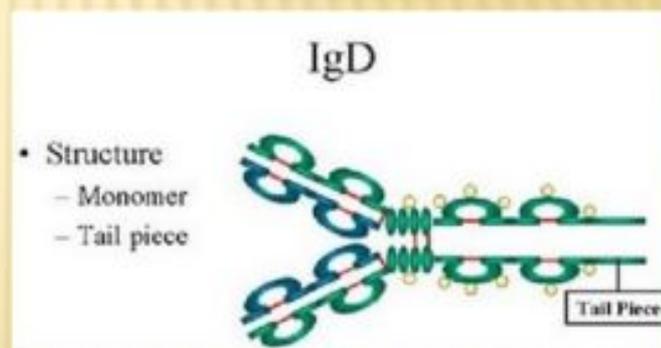
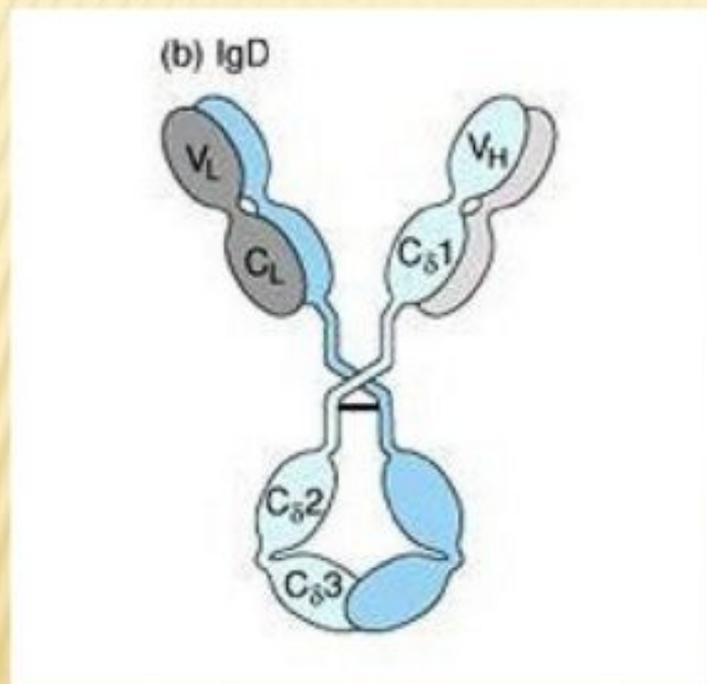
***До 10 лет*** идет постепенное увеличение концентрации в сыворотке крови ***до 1,0–1,2 г/л***

Далее наблюдается процесс снижения их содержания до момента полового созревания, когда концентрация стабилизируется на физиологических нормативах.

**IgD.** Строение этого класса иммуноглобулинов сходное с IgG. Однако они не способны фиксировать комплемент. Сравнительно большее их количество находится в сосудах, чем за их пределами.

**IgD** как и **IgM**, является одним из поверхностных рецепторов В-лимфоцитов.

**Иммуноглобулины D (IgD)** — мономеры  
Содержание в крови составляет **0,03 — 0,04 г/л.**

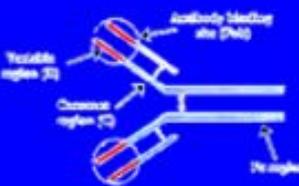
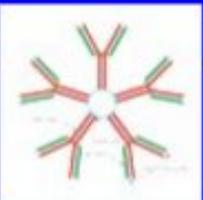
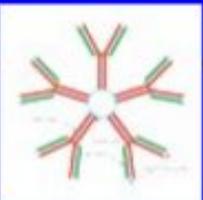
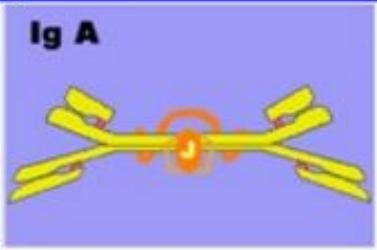
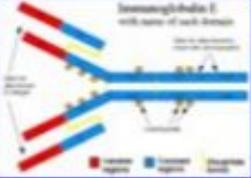


## ***Иммуноглобулины D (IgD).***

Участвуют в развитии местного иммунитета, обладают противовирусной активностью, в некоторых случаях способны активировать комплемент.

Предполагается участие в дифференцировке В-лимфоцитов и развитии аутоиммунных процессов.

***Плазматические клетки***, секретирующие IgD, локализуются преимущественно ***в миндалинах и аденоидной ткани.***

Класс	Количество активных центров	Место действия	Функции
IgG  	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кровь</li> <li>• Тканевые жидкости</li> <li>• проходит через плаценту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышает активность макрофагов</li> <li>• Антитоксины</li> <li>• Агглютинация</li> </ul>
IgM 	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кровь</li> <li>• Тканевые жидкости</li> </ul>	Агглютинация
IgA 	2 или 4	Секреты (слюна, слезы, тонкий кишечник, вагина, простата, нос, грудное молоко)	Предупреждает адгезию бактерий к клеткам хазяина, <ul style="list-style-type: none"> <li>• заселение бактериями слизистых оболочек</li> </ul>
IgE 	2	Ткани	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Активирует тучные клетки → Гистамин</li> <li>• Немедленный ответ</li> </ul>

## Как работают антитела?

### Функции антител:

*Нейтрализация*

*Опсонизация*

*Антитело-зависимая цитотоксичность*

*Активация комплемента*

### Специализированная роль:

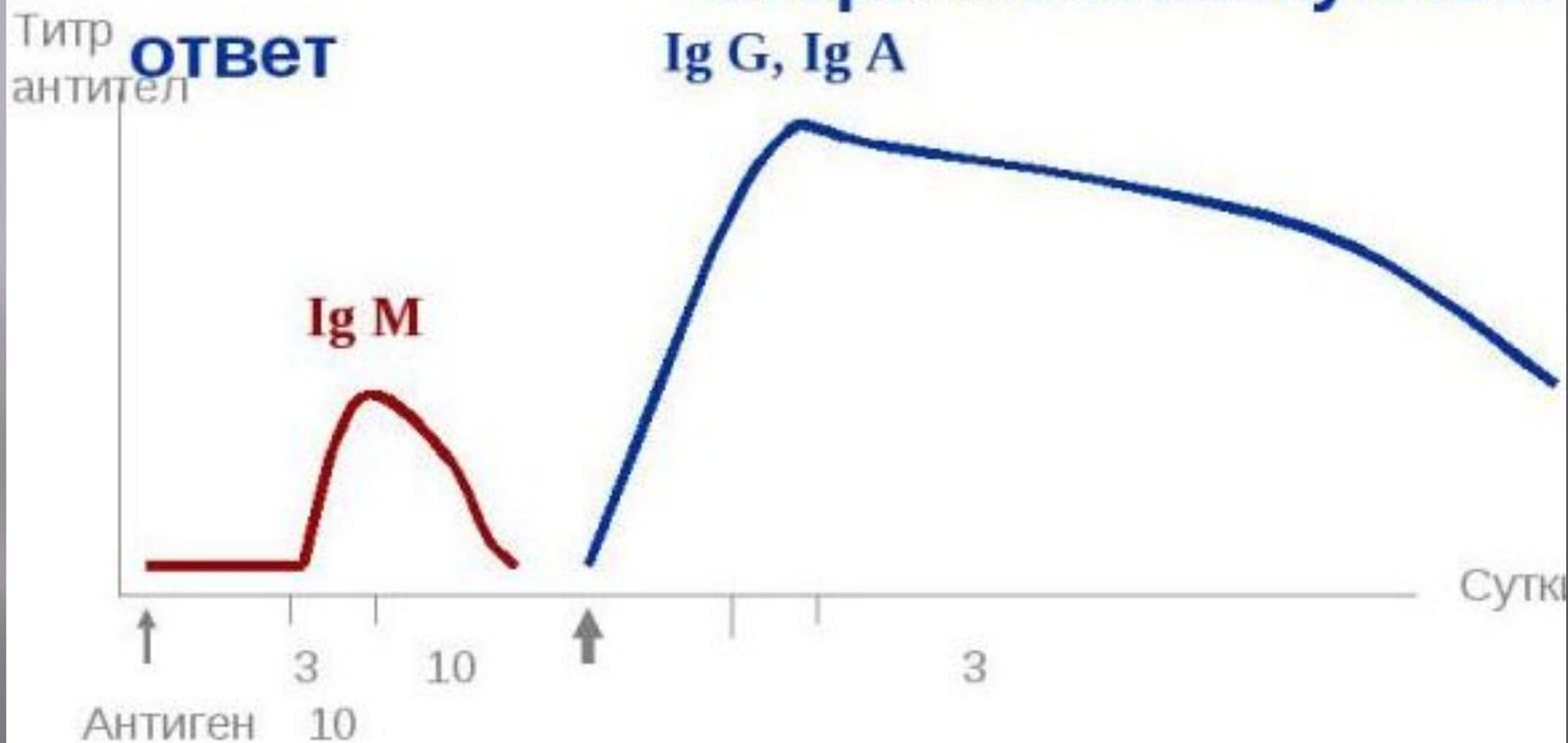
*Иммунитет слизистых оболочек*

*Иммунитет новорожденных*

# ТИПЫ ИММУННОГО ОТВЕТА

- **Первичный иммунный ответ**

- **Вторичный иммунный ответ**



# АНТИТЕЛА

Основные характеристики иммуноглобулинов

Свойства	IgG	IgA	IgM	IgD	IgE
Мол.вес(килодальтон)	150	170	900	180	200
Конц. в плазме (мг/дл)	700-1500	250	100	3	0,03
Полупериод в/с жизни	21сут	6сут	5сут	3	2
Основной Ig плазмы	+	-	-	-	-
Основной Ig секретов	-	+	-	-	-
Антитела перв. ответа	-	-	+	-	-
Связыв. тучн. клетками	-	-	-	-	+
Проходят плац. барьер	+	-	-	-	-
Памяти и втор. ответа	+	+	-	-	+
Адсорб. на поверхн. В-л	-	-	+	+	-

# Иммунный ответ

Контакт с антигеном/патогеном  
и индукция воспалительной реакции

+

Поглощение и переработка  
(процессинг и презентация) антигена  
антигенпрезентирующей клеткой

+

Распознавание антигена и активация  
лимфоцитов, приводящая  
к образованию эффекторных  
клеток и клеток памяти

+

Реализация эффекторных  
механизмов — деструкция антигена и/или  
патогена и повреждённых/изменённых  
клеток и тканей, выведение  
продуктов распада

Индуктивная фаза

Эффекторная фаза

