

# **Задачи**

## **для рисования**

# **по иммунологии**

*Кафедра микробиологи,  
вирусологии, иммунологии  
Читинской государственной  
медакадемии; 2015 год*

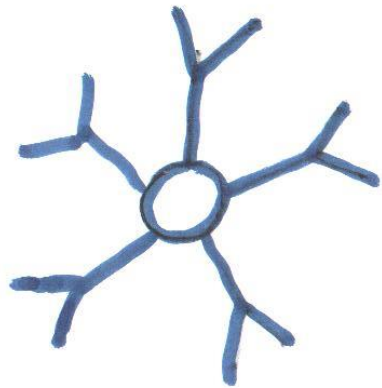
# **Введение в иммунологию**

Ig

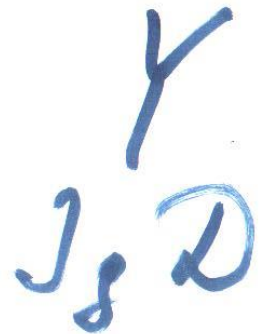
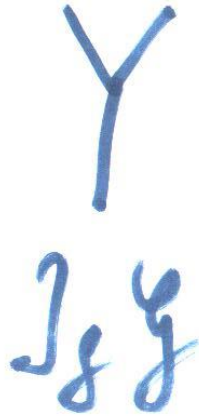
Изобразить все классы Ig  
(подписать)

самым простым способом.

IgA - мономер и димер.

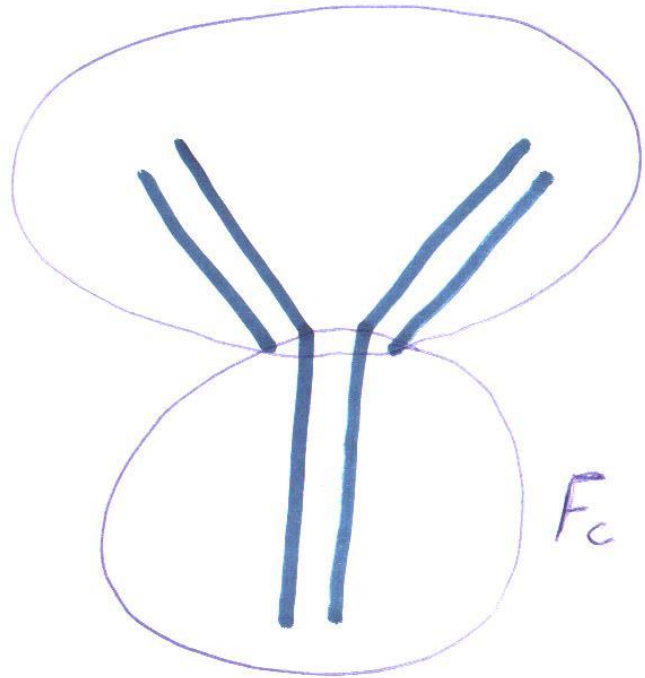


$J_s M$



# IgG (структура)

- Изобразить IgG (min см 4) четырьмя цепями.
- Указать Fab и Fc фрагменты (обвести другим цветом двумя кругами)

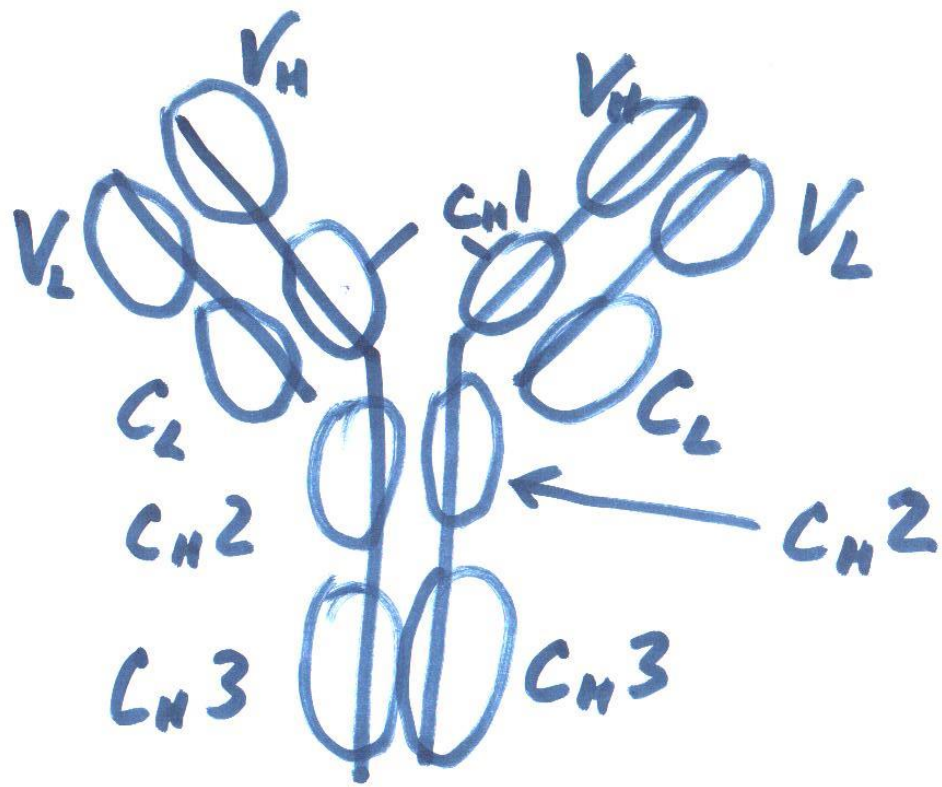


Fab - фрагмент  
АГ-связывающий

Fc - фрагмент  
кристаллизующийся  
или константный

# IgG (структура)

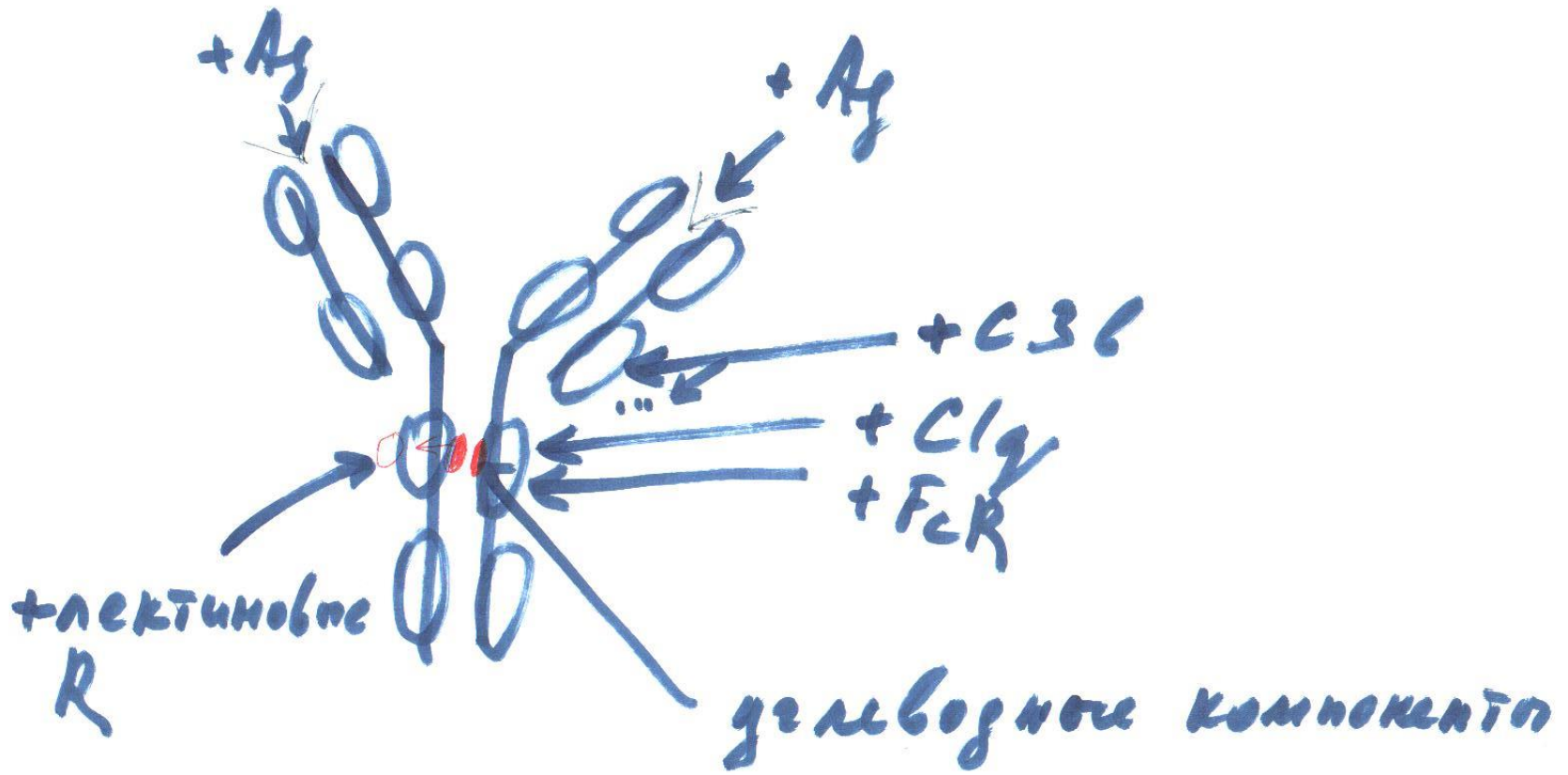
- Изобразить IgG (min см 4) четырьмя цепями и доменами-эллипсами (**обозначить домены –  $V_L, V_L, V_H, V_H,$   
 $C_H1, C_H1,$   
 $C_H2, C_H2,$   
 $C_H3, C_H3,$   
 $C_L, C_L$** )

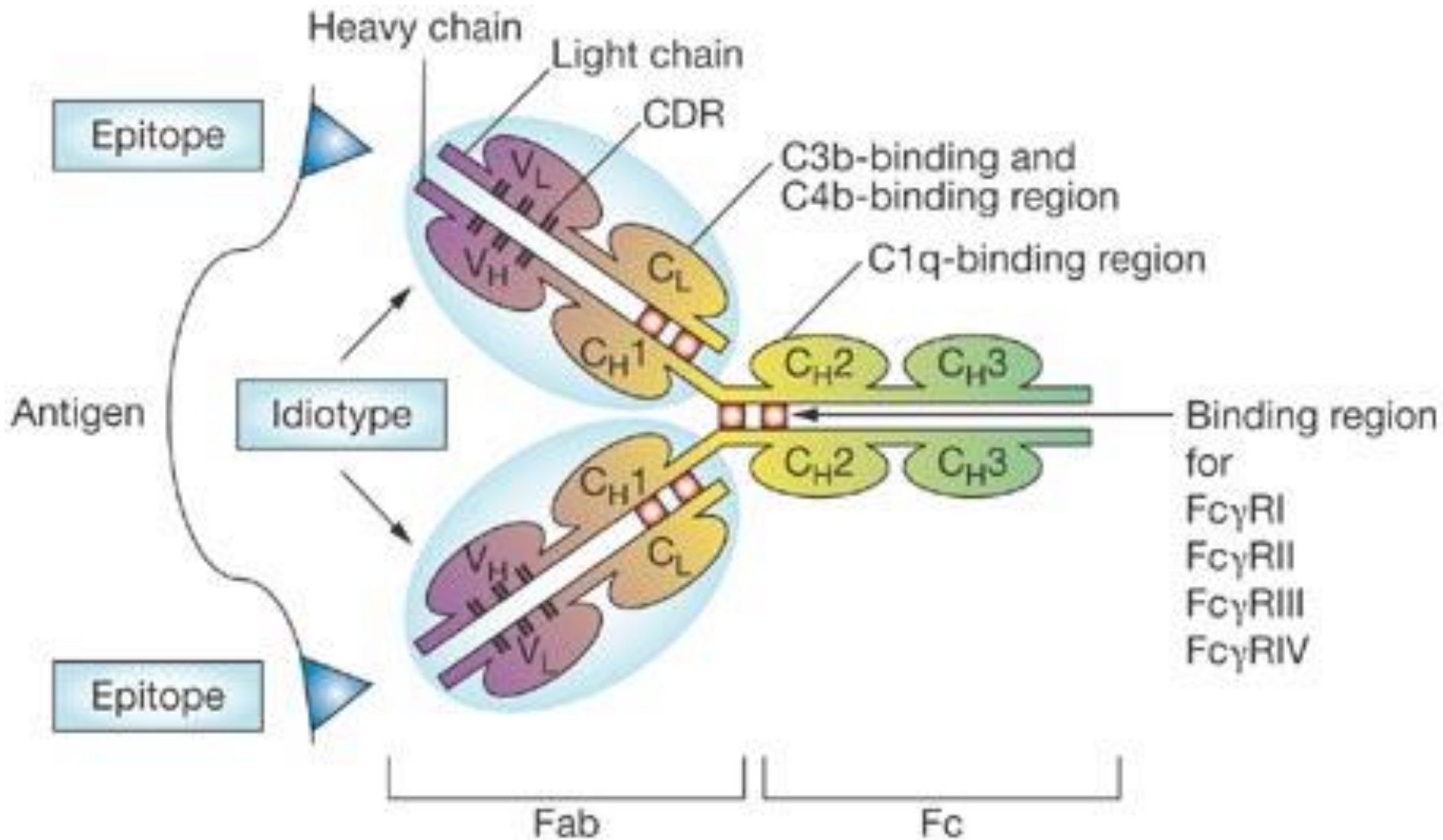




# IgG (активные сайты молекулы)

- Такой же рисунок доменной структуры IgG (**домены** подписать слева)
- **Углеводные** компоненты (др. цветом; подписать)
- Стрелками (справа) указать **места связывания с лигандами** (**с FcR, с C1q, с C3b, с Ag, с лектиновым R**)  
[ Стрелки ставить на объект! ]





# Рецепторы к лигандам

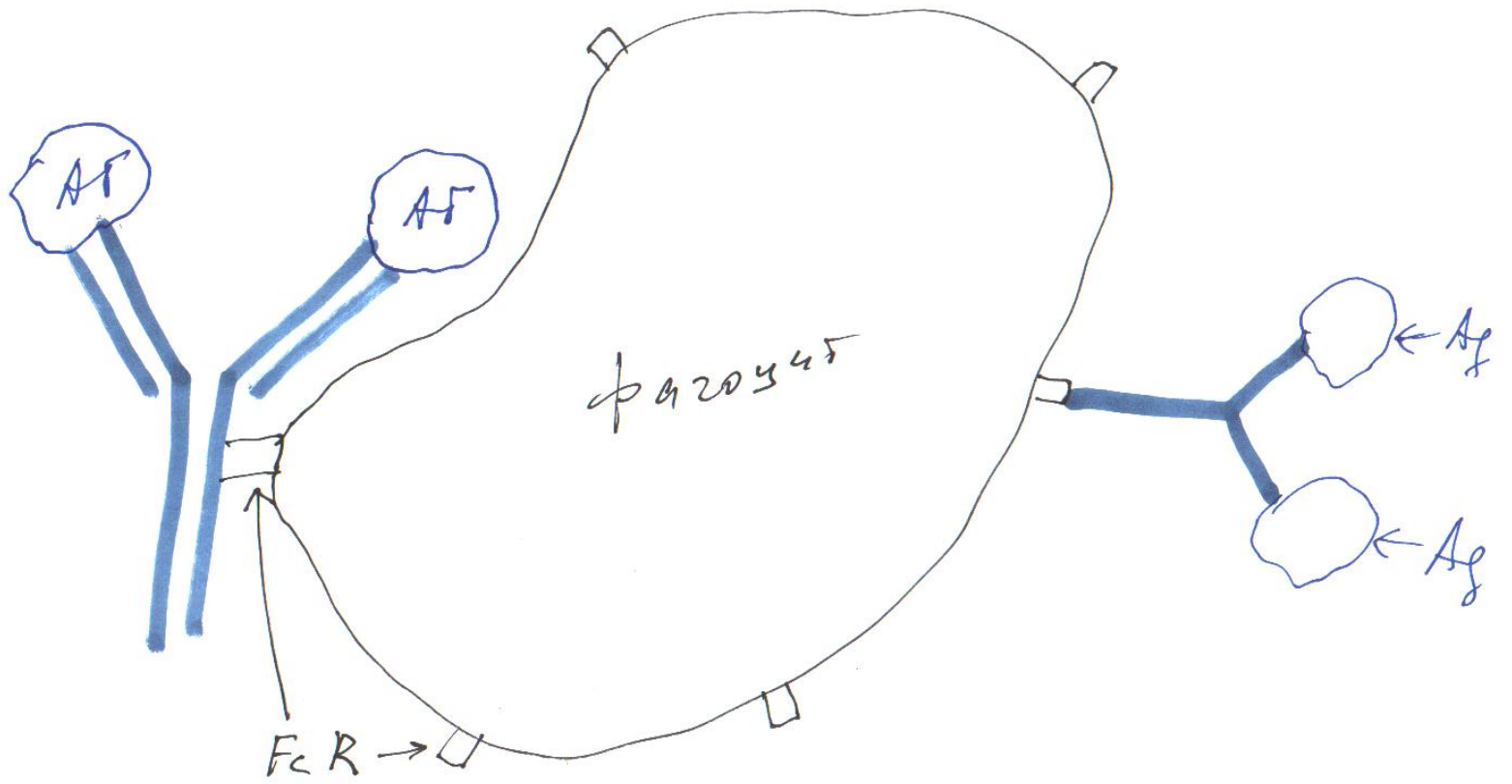
- C1q + ... R
- C3b + ... R
- IgG (в ИК) + ... R
- C5a + ... R
- Гистамин + ... R
- Брадикинин + ... R
- HLA+Ag + ... R Т-лимфоцитов
- Молекула Fas + ...

# Ответ (рецепторы к лигандам)

- C1q + C1qR или + CR1
- C3b + CR1
- IgG (в ИК) + FcR
- C5a + C5aR (= CD88)
- Гистамин + HR (H1R, H2R /на ГМК/ , H3R, H4R)
- Брадикинин +  $\beta$ 2R
- HLA+Ag + TCR Т-лимфоцитов
- Молекула Fas + FasL

# IgG (структура)

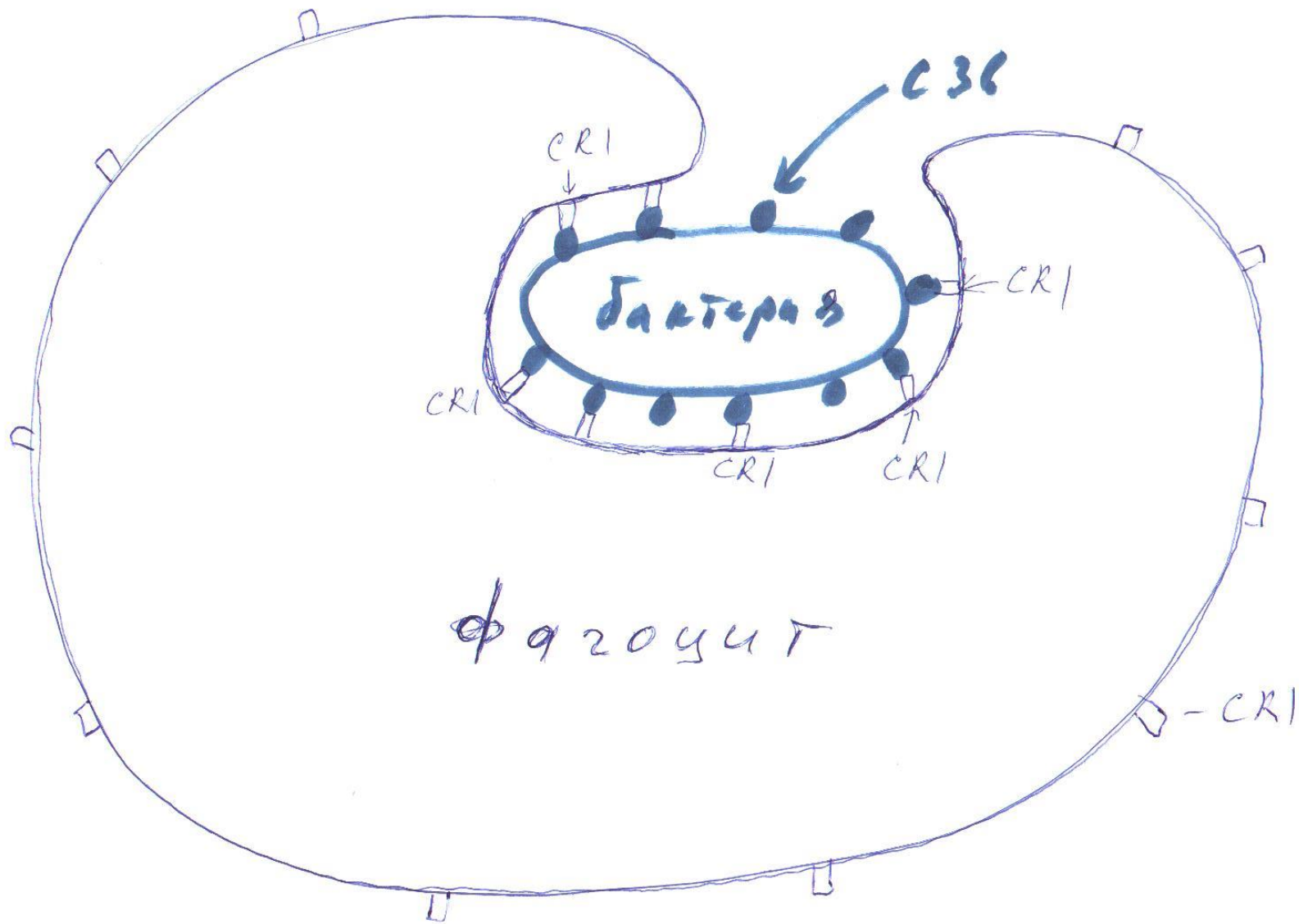
- Изобразить IgG (простым способом) + **два маленьких АГ (= ИК)**
- + FcR нейтрофила (кирпичиком)



# Опсонизация бактерии комплементом

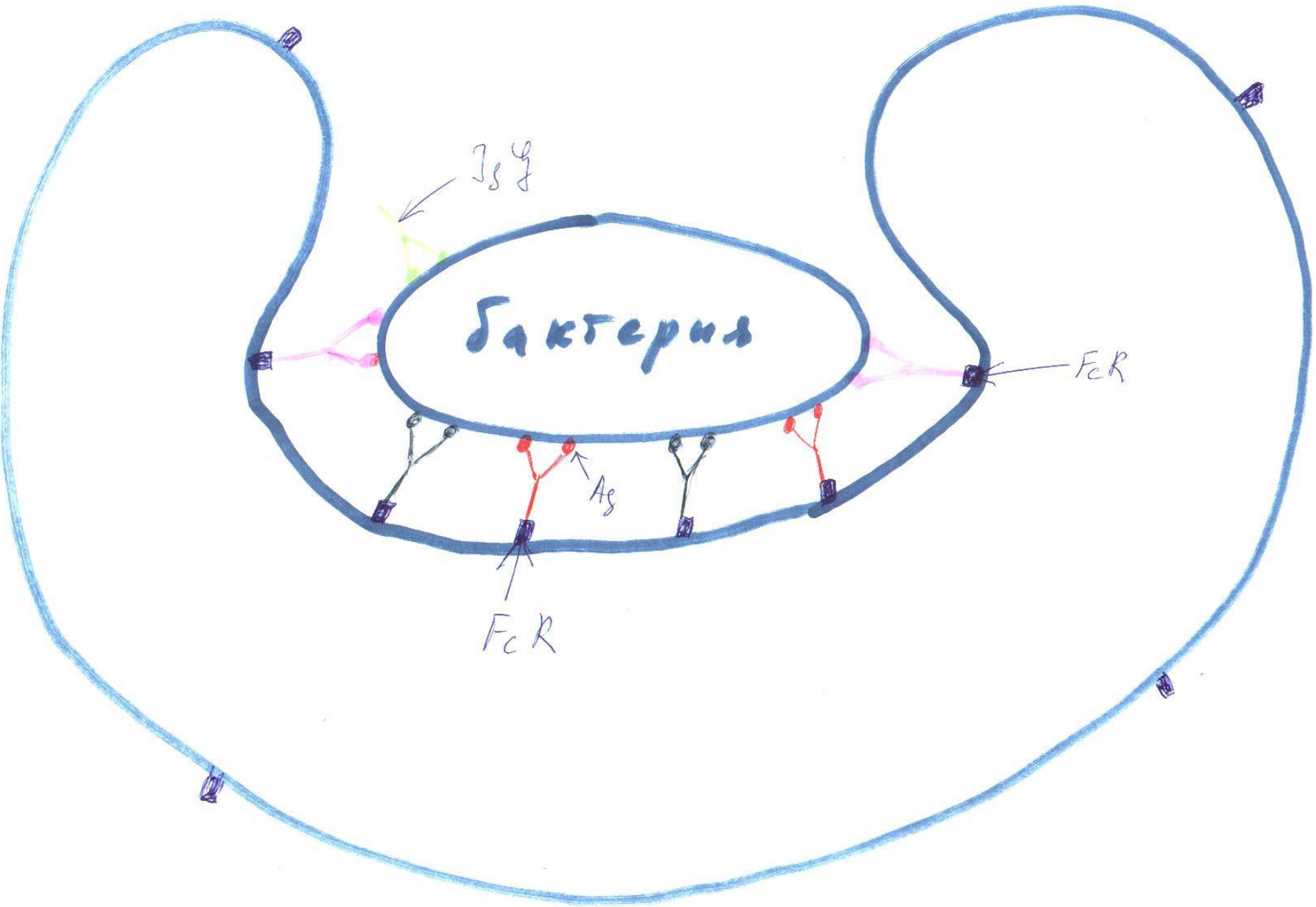
- **Одна бактерия** (min см 3 величиной).
- К ней присоединились **10 молекул C3b** (овалы).
- **Фагоцитоз** через опсонин - C3b.  
Рецепторы изображать высокими кирпичиками, подписать.
- Не занятые лигандом рецепторы на фагоците.





# Опсонизация бактерии антителами

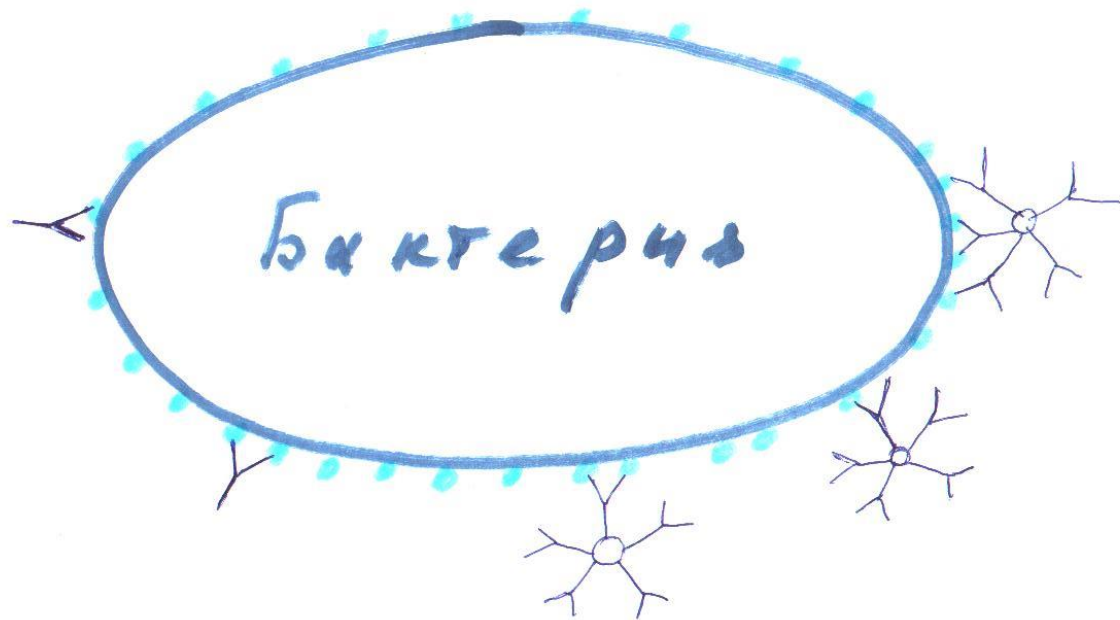
- **Одна бактерия** (min см 3 величиной).
- 3 разных **АГ** (~ 10-15 точек) тремя разными цветами на бактерии
- 3 типа **IgG** (теми же цветами)
- **Фагоцитоз** через три **FcR** (одним другим цветом)
- Не занятые лигандом рецепторы на фагоците.



# Опсонизация бактерии

- Одна бактерия (min см 3 величиной).
- АГ (точками) на бактерии одним цветом
- Одно- и бивалентное связывание IgG
- Одно-, би- и многовалентное связывание IgM.

Всего 5 молекул Ig.



# Нейтрализация АГ антителами

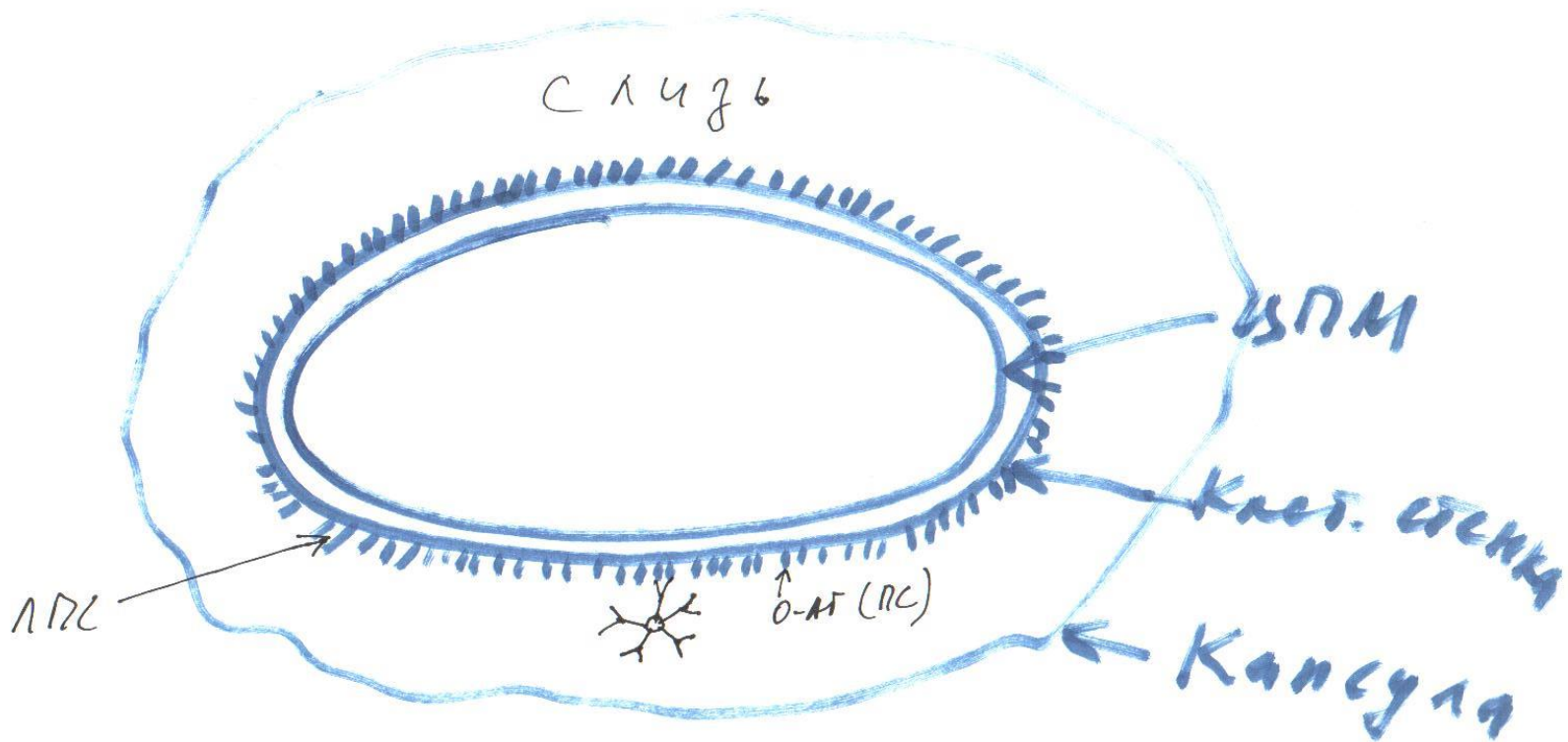
- **Бактерия (одна крупная)**

**с тремя оболочками** /подписать/

Полисахариды ЛПС нарисовать мхом.

- **АТ (только IgM) к ЛПС (= O)** [без точек] под капсулой

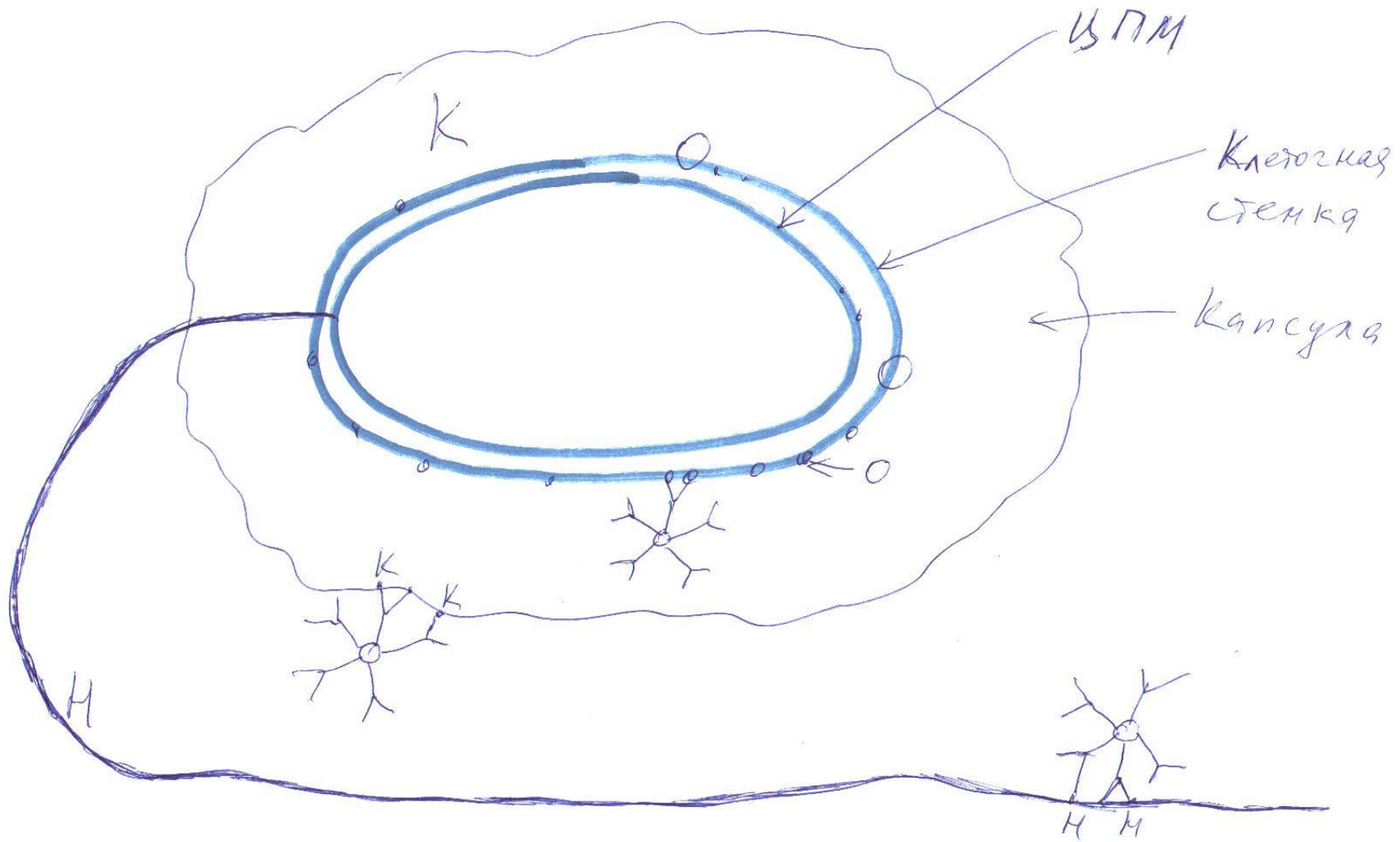
(на тимуснезависимые АГ образуются только IgM)



# Нейтрализация АГ антителами

- **Бактерия (одна крупная)**  
**с тремя оболочками** /подписать/,  
один жгутик
- Обозначить жгутиковые (**Н**), капсульные (**К**),  
соматические (**О**) АГ **точками**
- **АТ (только IgM) к ЛПС (= О), Н, К**  
(на тимуснезависимые АГ образуются только  
IgM)

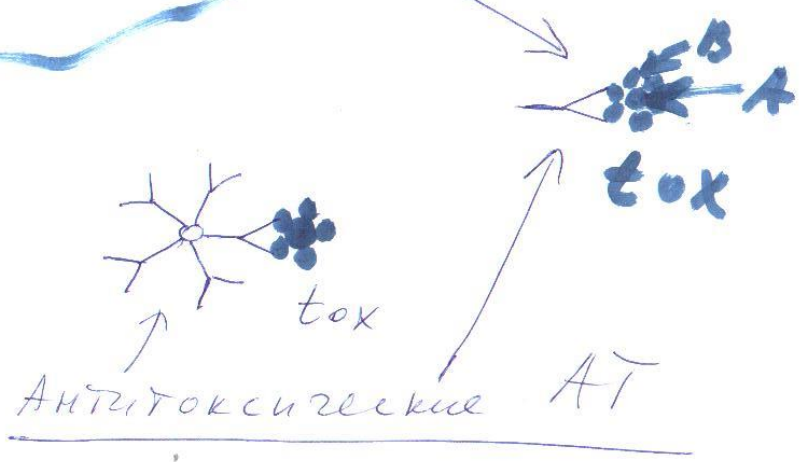
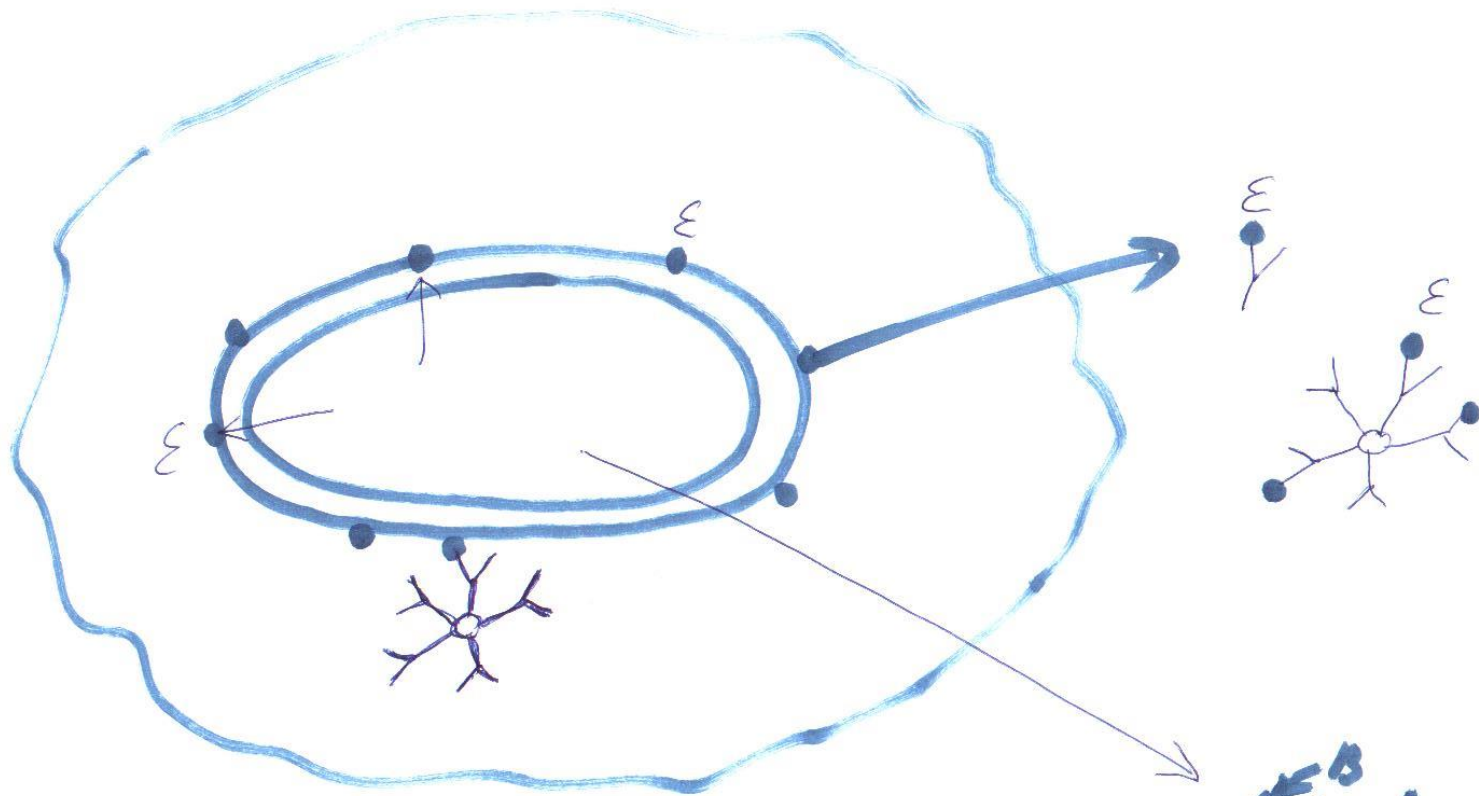




# Нейтрализация АГ антителами

- **Бактерия** (3 оболочки)
- Экзоферменты на клеточной стенке (точки)  
**+ IgM, IgG** (под капсулой)
- Экзоферменты в окружающей среде (точки)  
**+ IgM, IgG**
- Выброс токсина (кружочками А /токсическая часть/ и В /адгезивная часть/ части токсина);  
подписать **tox** или **tx; + IgM, IgG**

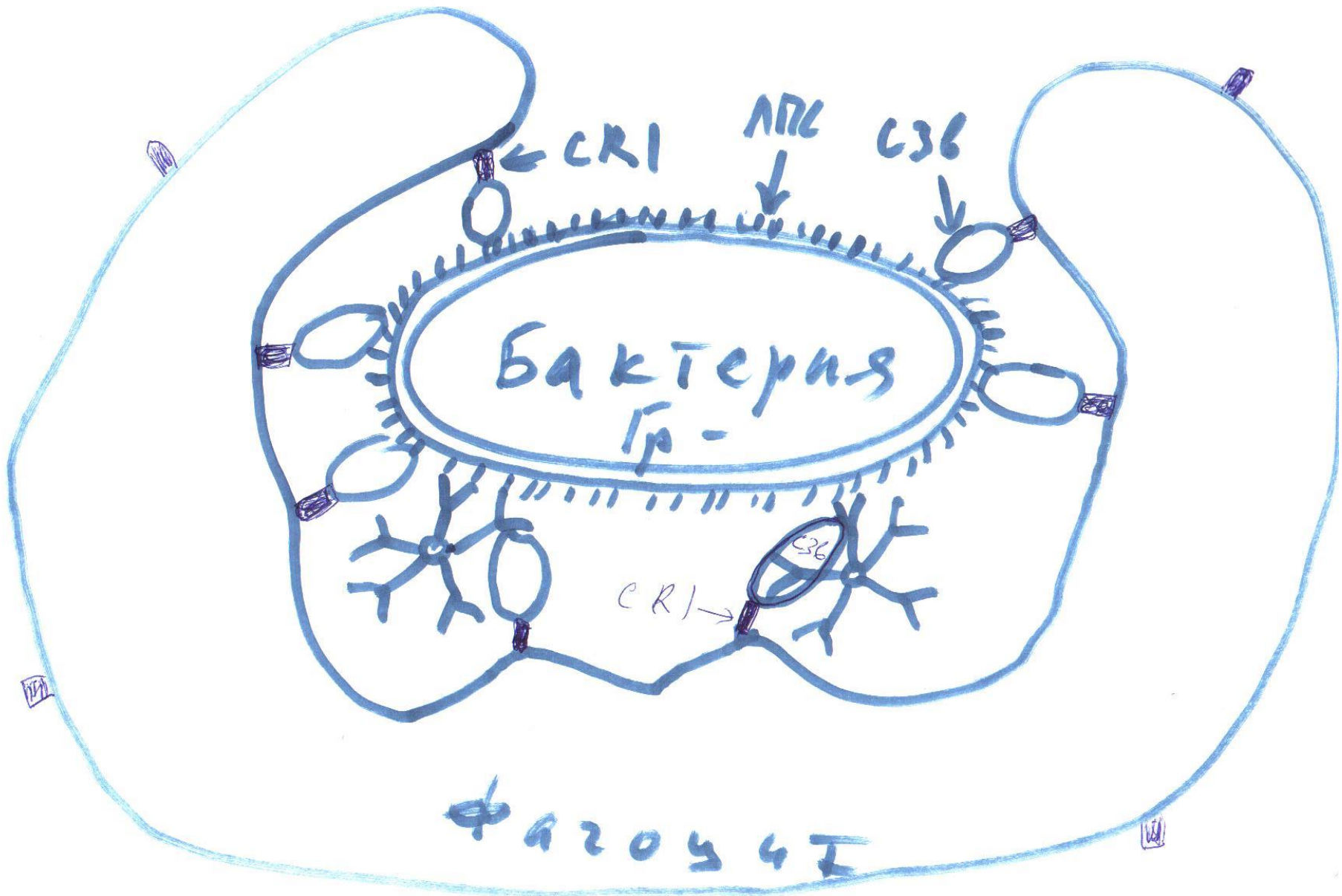
**Всего 6 молекул Ig.**



Антитоксические АТ

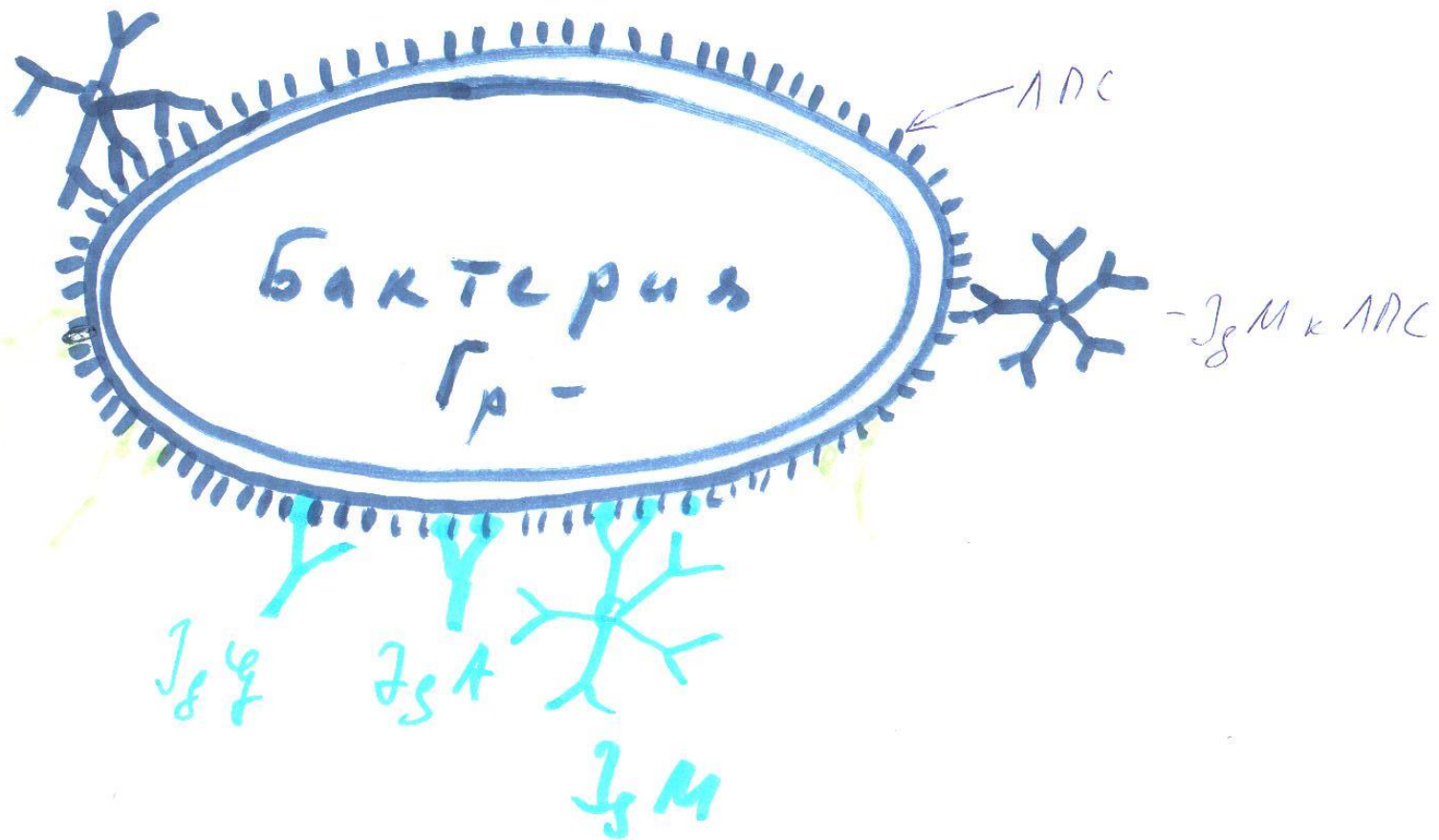
# Фагоцитоз через комплемент (C3b)

- Бактерия без капсулы. ЛПС (ПС) нарисовать «МХОМ».
- + 5 молекул **C3b** (овалом к ЛПС)
- + 2 молекулы **IgM** к **ЛПС**.
- + **К ним 2 молекулы C3b** (R-?).  
[C3b другим цветом. C3b связывается с той веткой IgM, которая поменяла конформацию в силу связывания с Ag.]
- **Фагоцитоз**



# 3 АГ на клеточной стенке

- **Бактерия** Гр- без капсулы (две оболочки)
- Слой **ЛПС** (= АГ) «мхом» без точек (веточками) вокруг всех бактерии **+ IgM**
- **+ Два других антигена** (~ по 5-8 точек) в клеточной стенке двумя разными цветами **+ IgM, IgG, IgA** (к двум белковым антигенам) по 1 молекуле теми же цветами



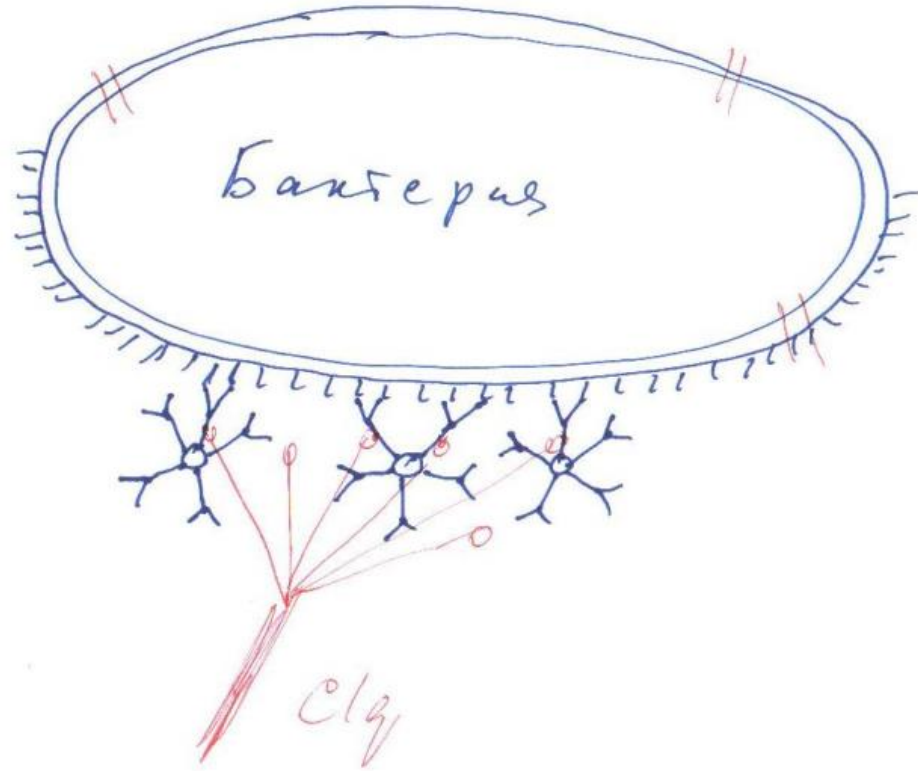
# **НФЗ**

**(неспецифические  
факторы защиты)**



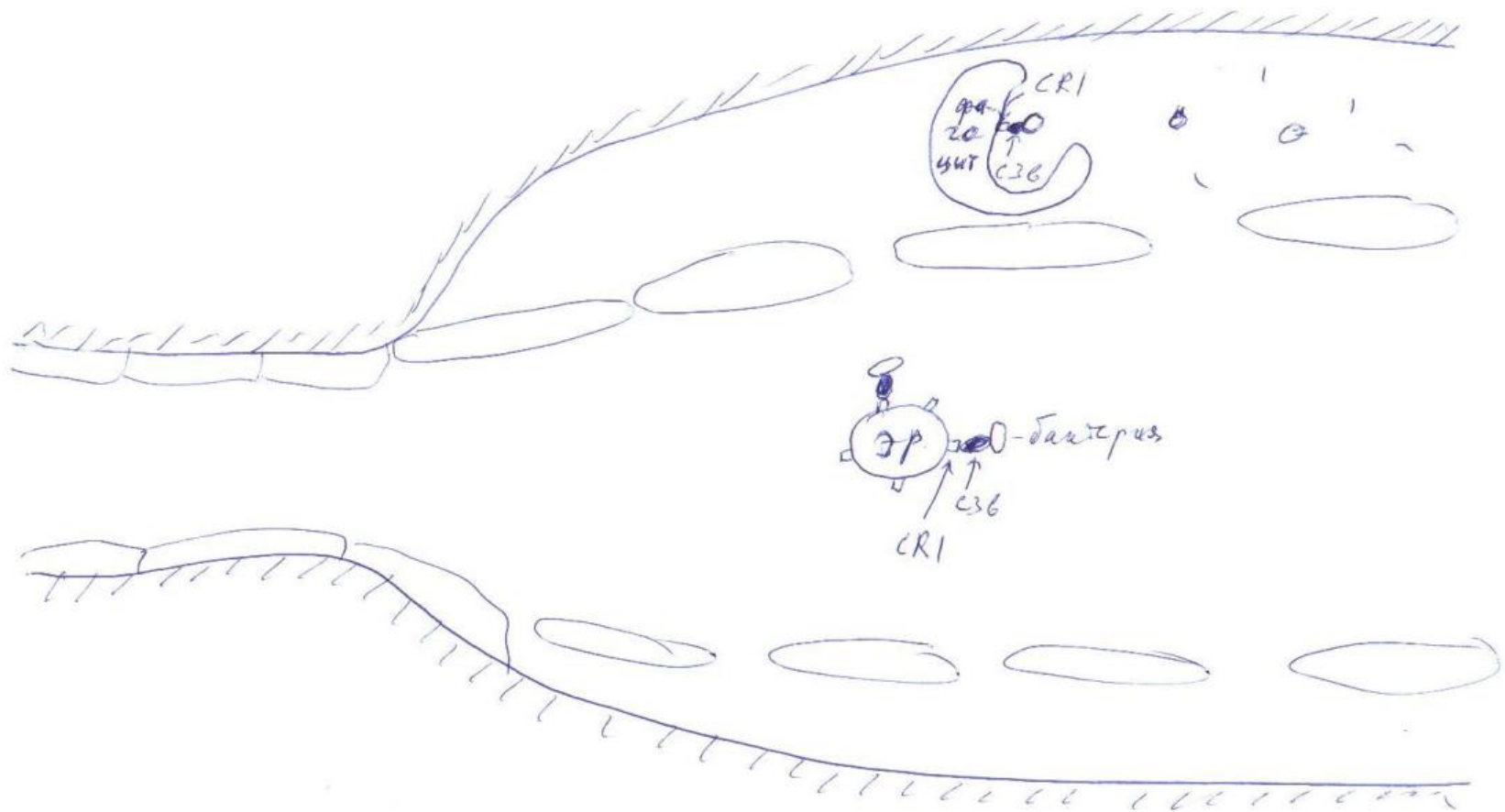
# Активация СК

- Бактерия Гр- без капсулы (две оболочки)
- Слой **ЛПС** «мхом» (веточками) вокруг всей бактерии + 2-3 молекулы **IgM к ЛПС** рядом
- + **C1q** (нарисовать «букетом тюльпанов») к «двум» молекулам **IgM** (тюльпанчики садятся на второй домен /CH2/ тех цепей IgM, которые связались с антигеном)  
→ **МАК** (= мембраноатакующий комплекс) черточками



# Вброс бактерий в кровотоки из ЛУ (ЛУ не рисуем)

- + С3b , МАК (цилиндрами)
- + Фагоцитоз бактерий (1-2 мкм) и мусора в **пространстве Диссе** (пространство между ЭК и базальной мембраной) печени
- Фрагменты бактерий (**мусор**) через С3b **связались с эритроцитами** (на эритроцитах /7 мкм/ есть CR1)



# Ускоренное СОЭ

- Склеенные эритроциты с мусором (тяжелее) через CR1 эритроцитов

# Мусор

- Нарисовать митохондрию/ии/, обрывки ЭПС, ЦПМ, ядерной мембраны, ЛПС (бифосфолипидный слой - фрагменты), связанные С-реактивным белком (через «фосфатидилхолин»)
- Отдельно нарисовать рибосомы, связанные IgM [рибосомы состоят из РНК и белков]

**СФЗ**

**(специфические  
факторы защиты)**

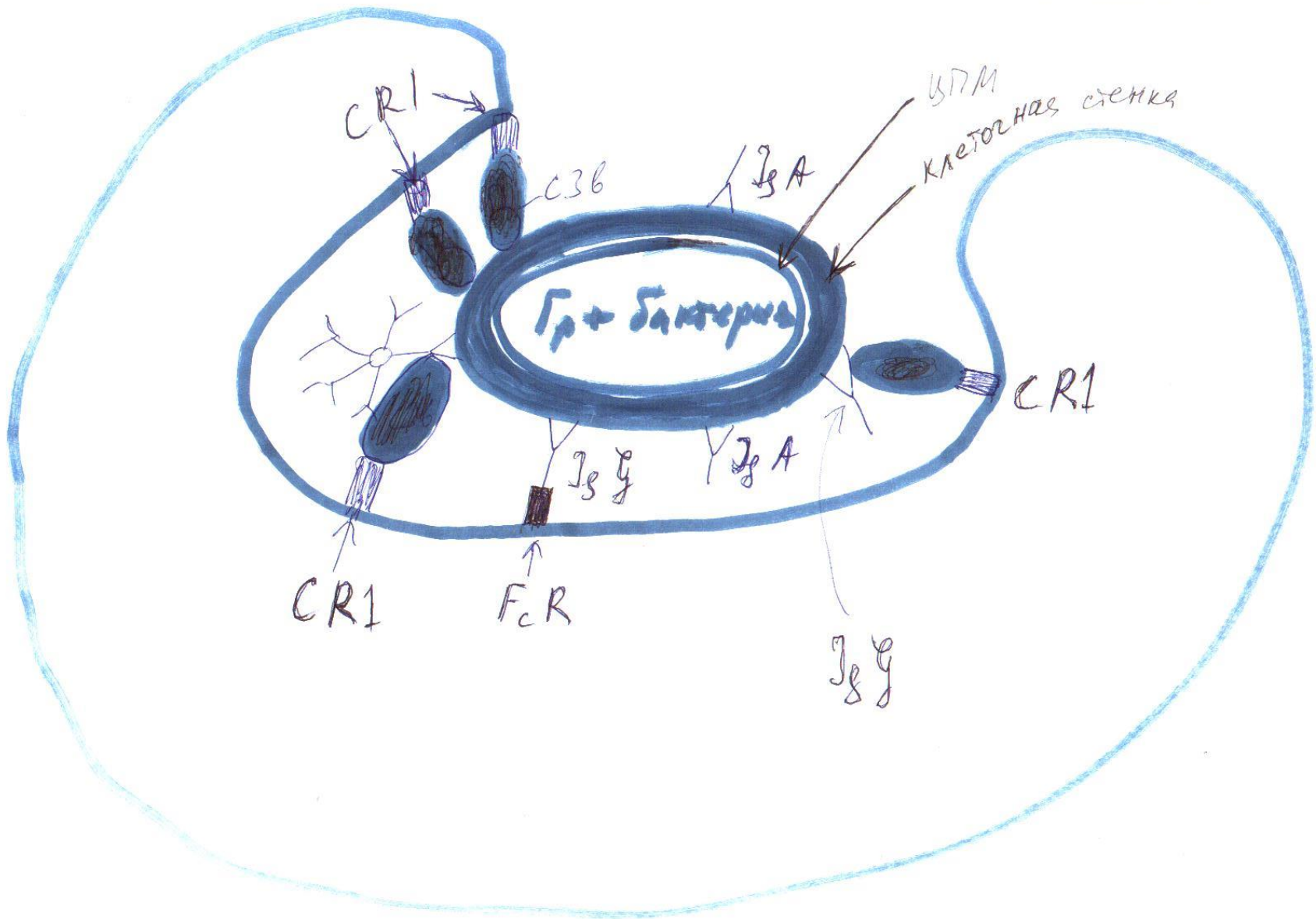
# Фагоцитоз

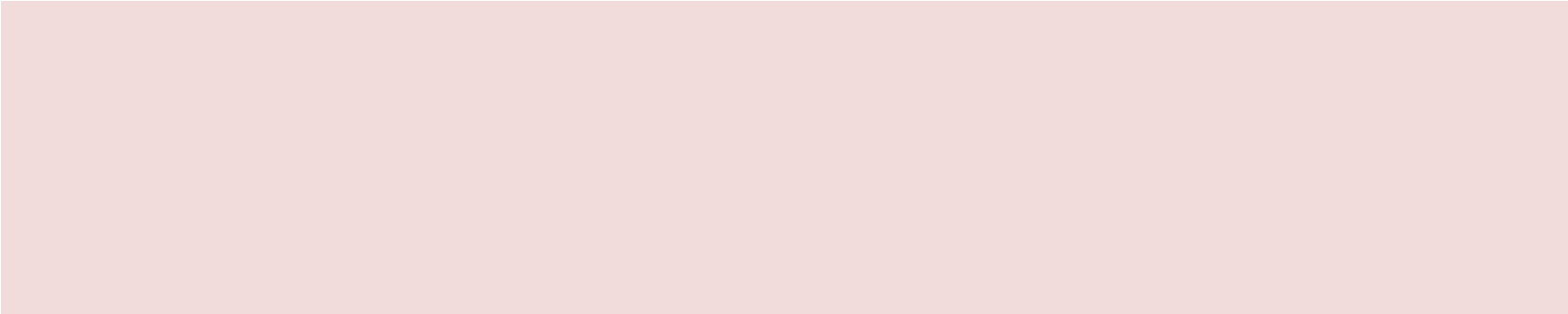
- **Бактерия** (2 мкм) Гр+ без капсулы
- Два разных белковых АГ точками (4-6 точек одним цветом, 4-6 - другим)
- **IgM, IgG, IgA** к ним теми же цветами
- Фагоцитоз через [нейтрофил - 12 мкм]

- **C3b,**
- **IgM-C3b,**
- **IgG-C3b (R-?),**
- **IgG (R-?)**

**(все рецепторы рисовать кирпичиком; подписать) Т.о., вокруг бактерии 5 молекул, 4 сцепки.**

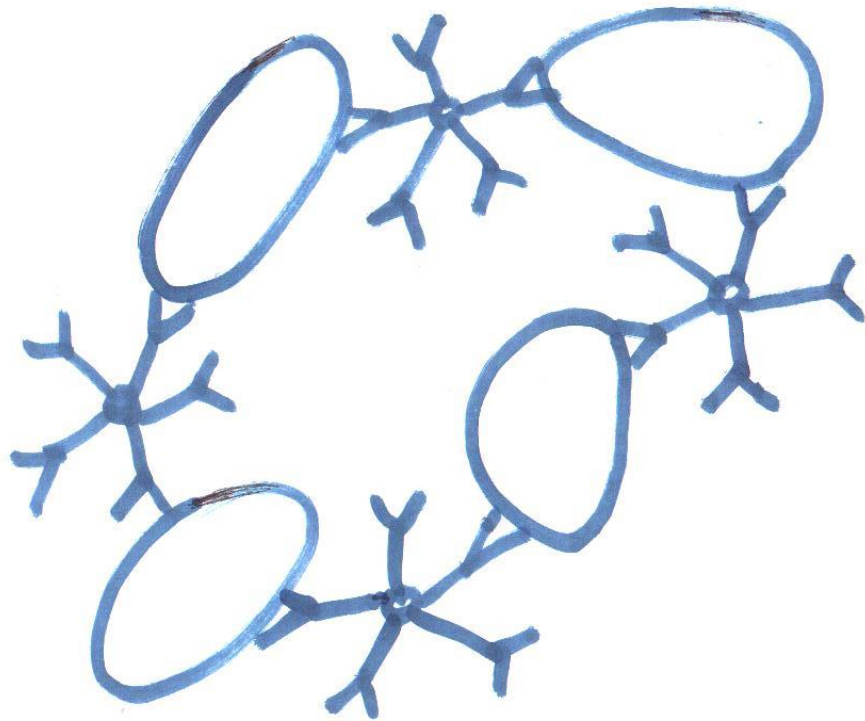






Связать 4 бактерии через  
3 молекулы IgM.

Агглютинация бактерий *Fr. m.*



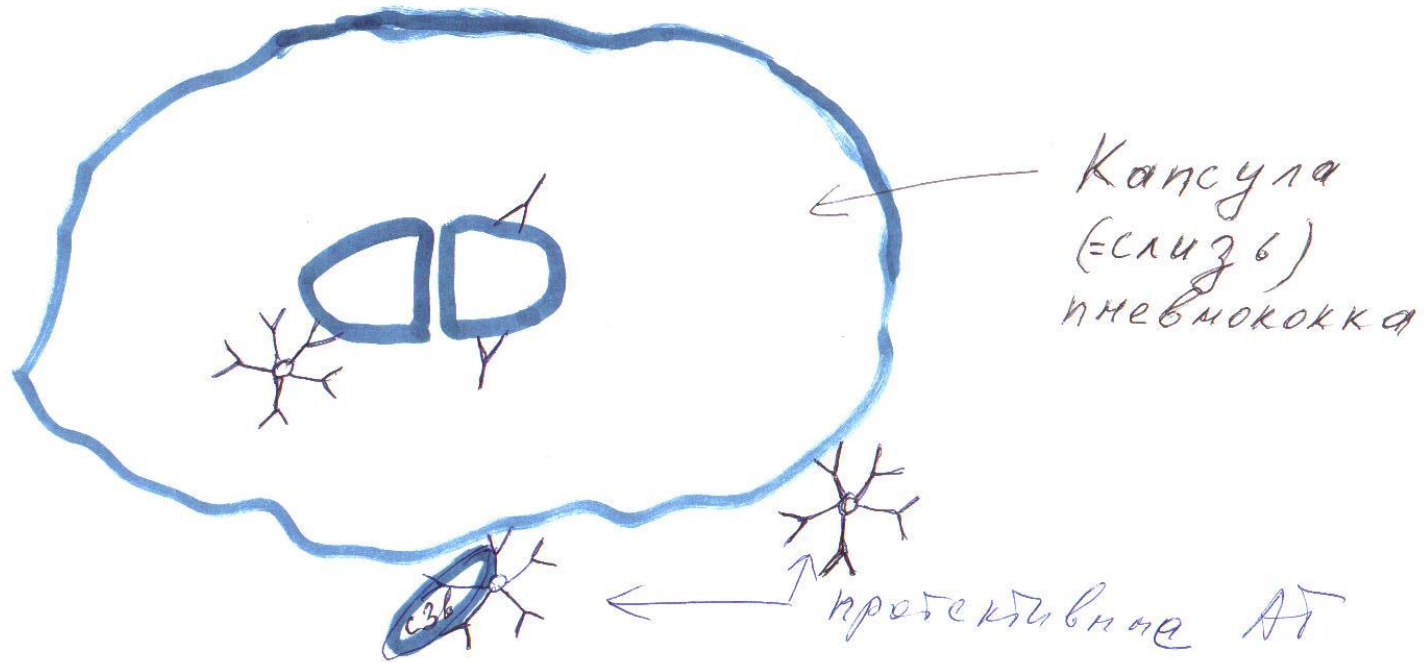
АТ к капсуле (IgM+C3b),  
АТ к пневмококку (IgG, IgM) внутри  
капсулы (чтобы не торчали)



Указать

какие АТ  
протективны,

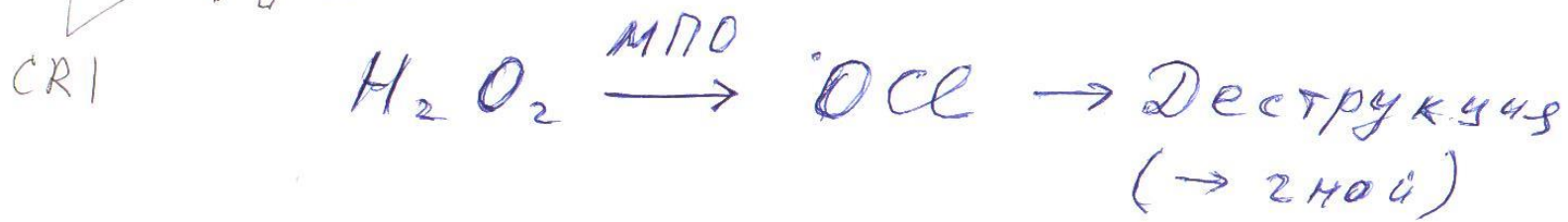
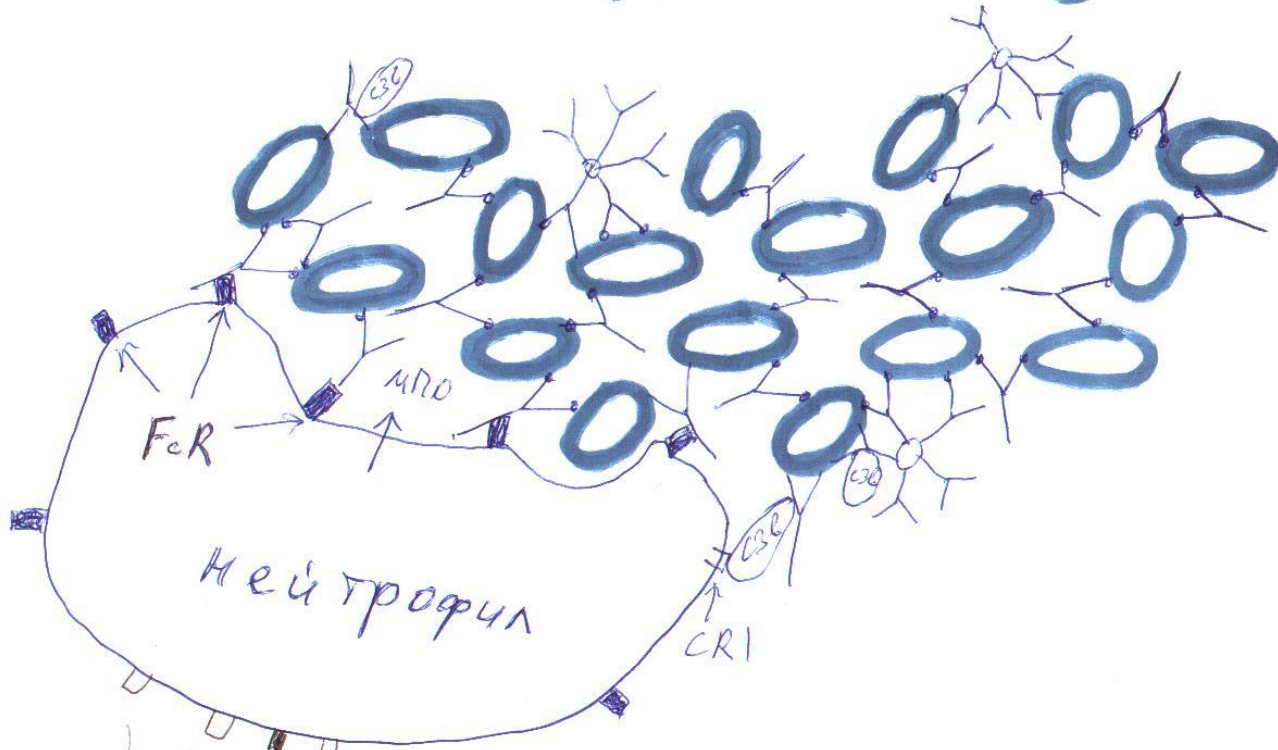
какие АТ  
непротективны  
(и почему)



# «АТ-ЗКЦ (= АТ-зависимая клеточная цитотоксичность)»

- 10 бактерий (2 мкм) овалами
- Перекрестное связывание всех бактерий антителами (IgM, IgG, IgA). АГ точками.
- + Нейтрофил через рецепторы (= 12 мкм /в 6 раз больше!!!/) → ... ( $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MPO}} \cdot\text{OCl}$  /гипохлорит/ )
- Свободные рецепторы в ЦПМ  
[Стрелка из нейтрофила. Что выбрасывает?] → Гной ...

# АТ-ЗКУ



# Клеточный иммунитет

Изобразить киллинг  
вируспораженной клетки (ВПК)  
киллером (всего **две клетки**).

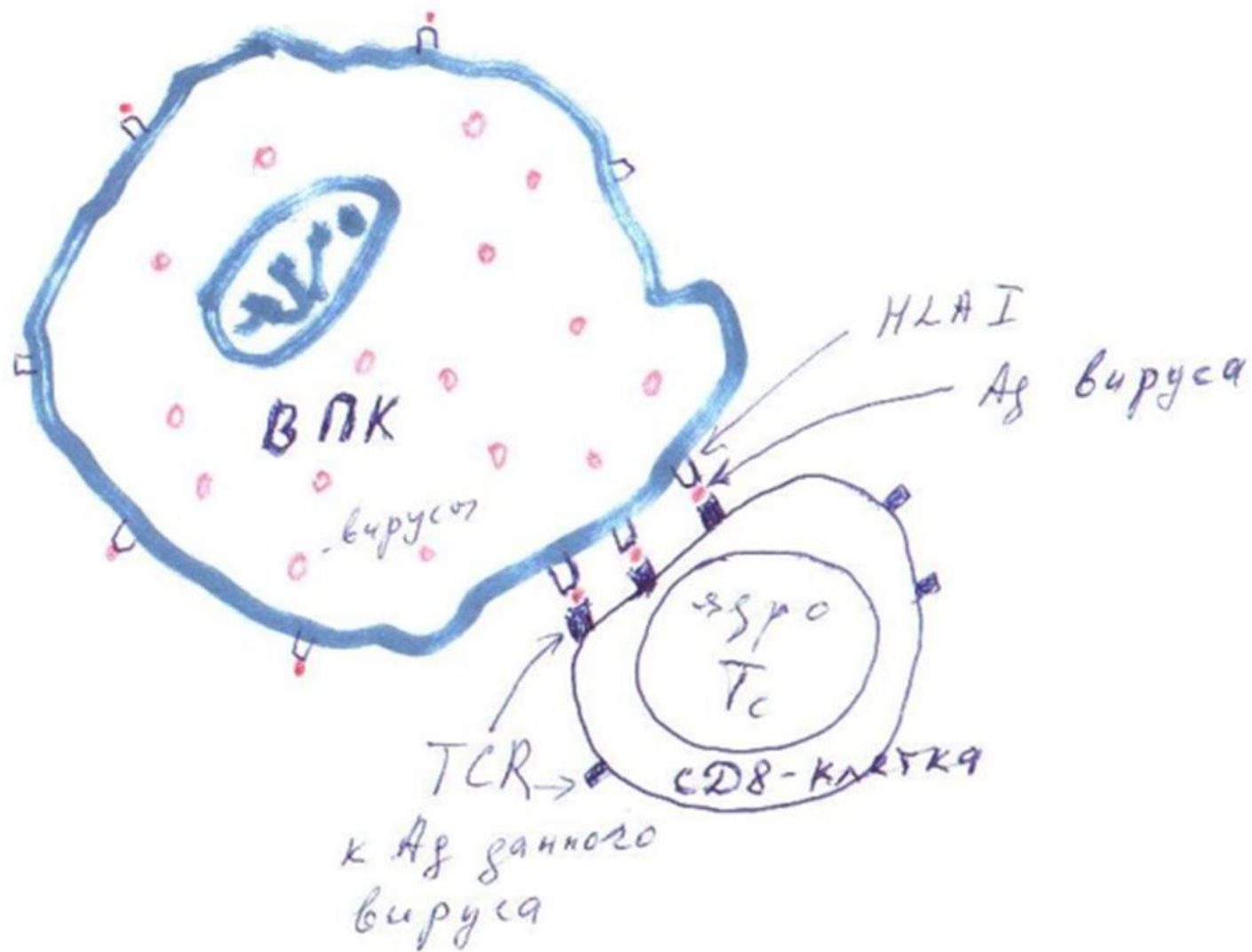
Три пары взаимодействий HLA-I-Ag + TCR Т-клеток.  
Молекул HLA-I штук 15 (с Ag и без).

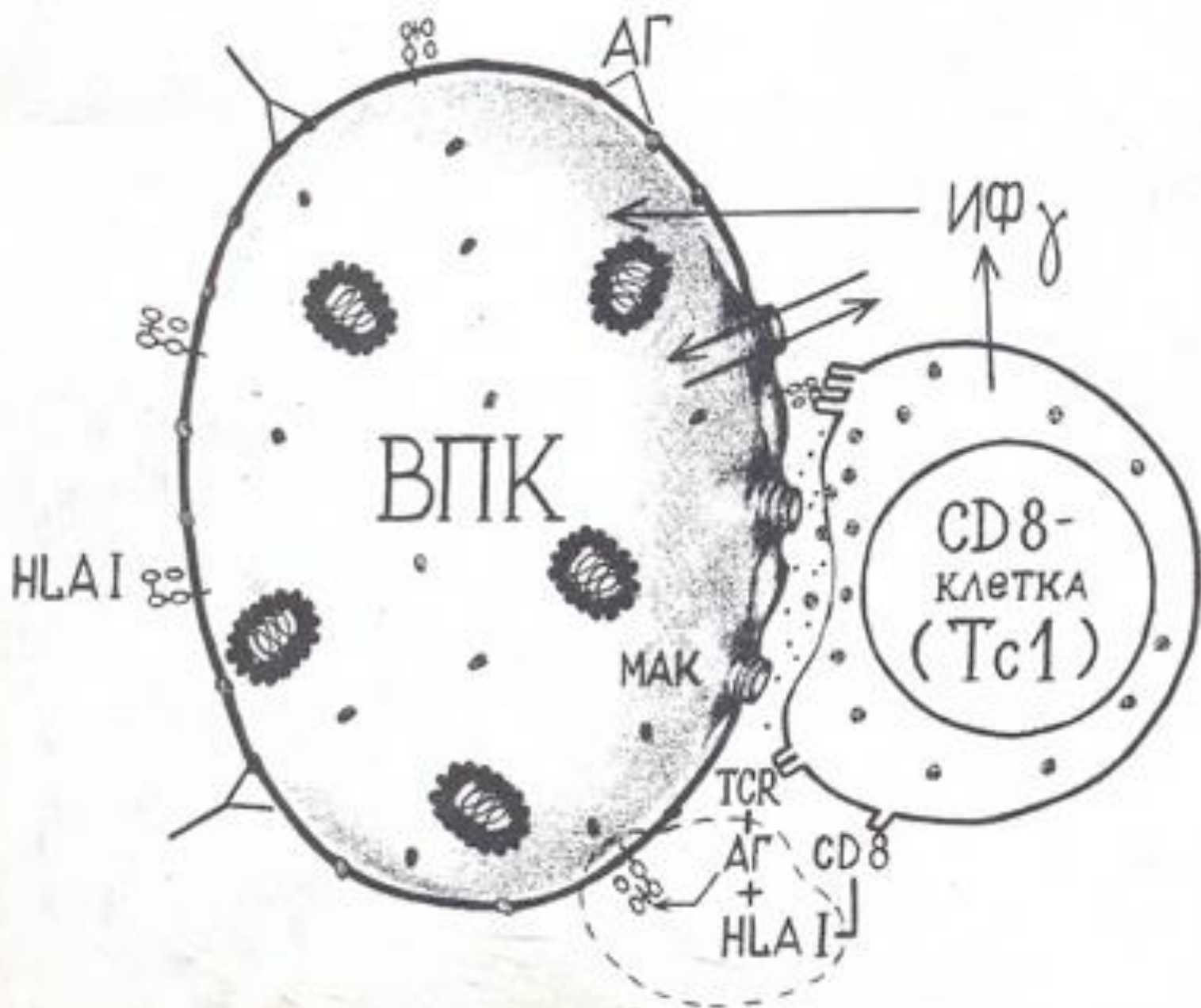
**Вирусы** внутри красными кружочками маленькими,  
**вирусный Ag** точками того же цвета.

Механизм киллинга (стрелка – что выделяет → некроз  
или апоптоз).

Подписать «TCR к данному Ag вируса».







# **ГЗТ**

**(гиперчувствительность  
замедленного типа)**

# Туберкулиновая проба

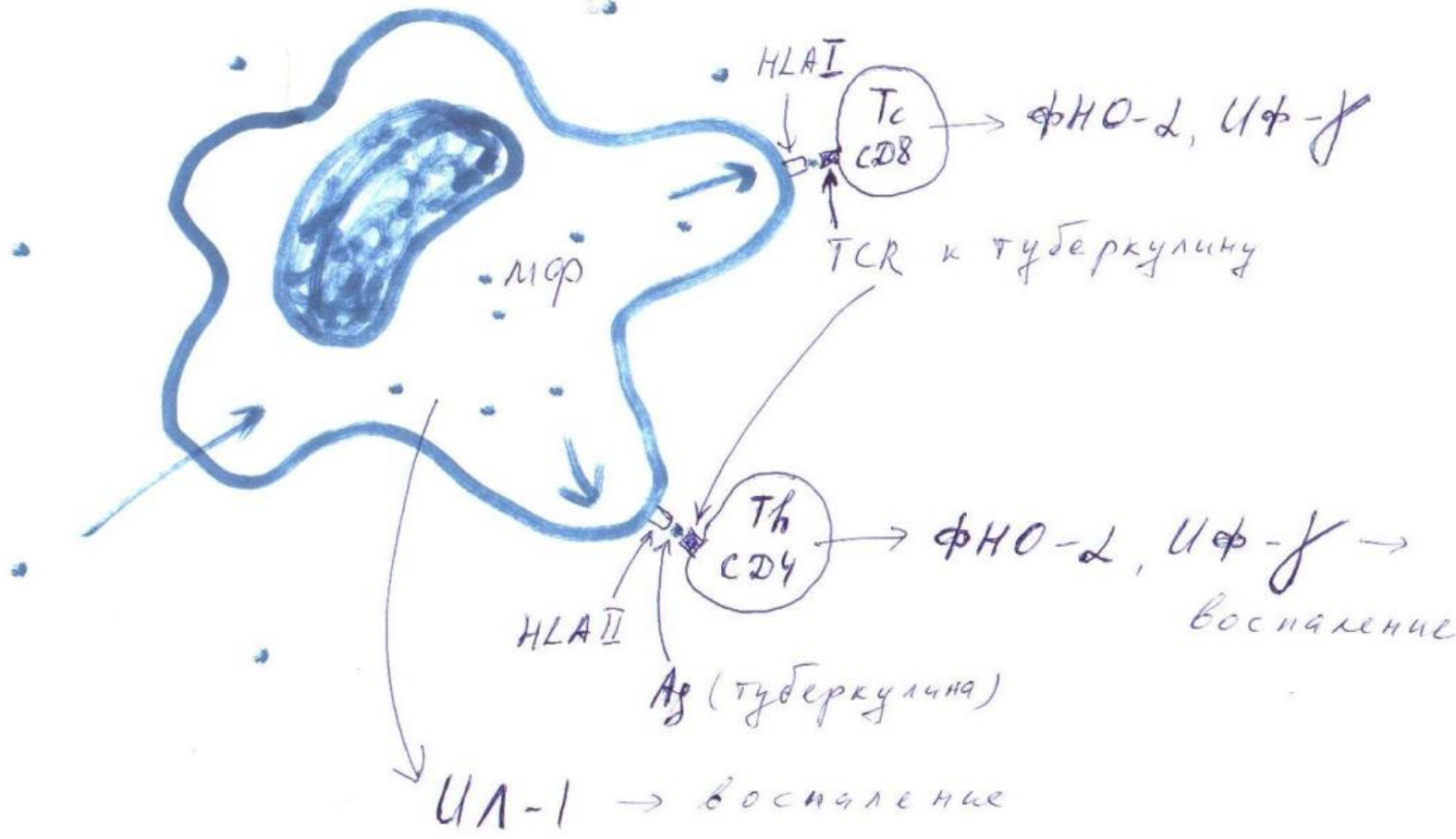
(2 столбика – туберкулез и нет туберкулеза)

- АПК (мф) поглотила туберкулин (= АГ)
- Экспрессия с HLA II и с HLA I
- + Th, Tc (подписать маркеры - CD)
- Следствия

Почему воспаление (отек-папула?, покраснение )?

Почему замер на третьи сутки.

Подписать «TCR к туберкулину».



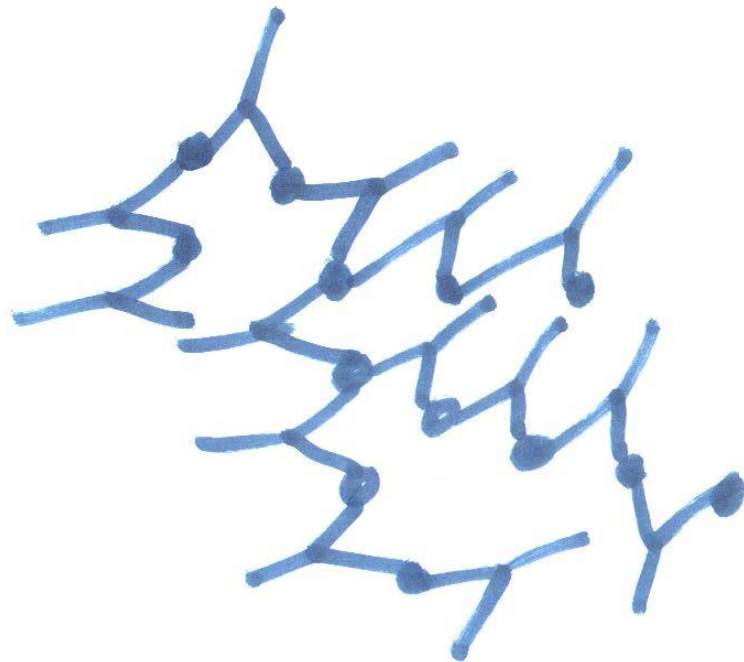
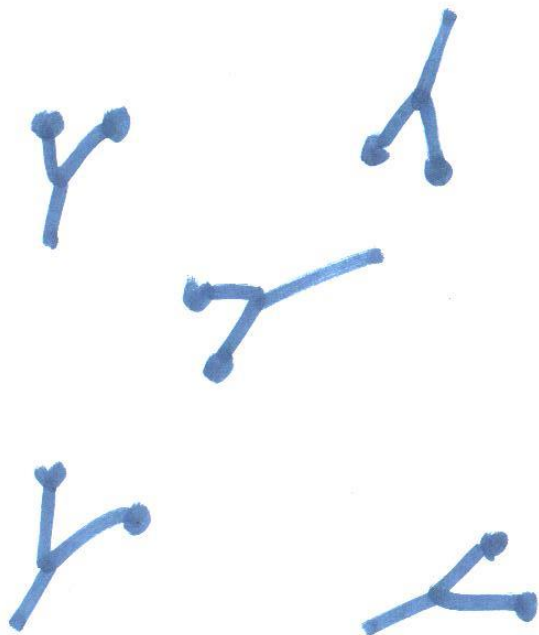
У больного туберкулезом много Т-клеток с TCR к туберкулину  
 → больше цитокинов

# **Иммунокомплексная патология**

# ИК

Отдельные  
мелкие  
(штук 5)

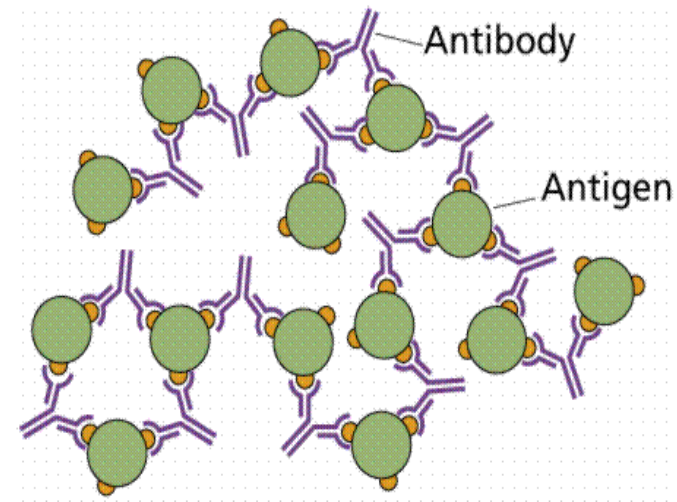
Растущие  
как «снежный ком»  
(→ преципитирующие)





# ПИК

- **АГ** (min 8) имеет **3 разных эпитопа** (3 цвета)
  - + min 10 молекул АТ теми же цветами (IgM, IgG, **IgA /мономер**; подписать «IgA»/)
- Перекрестное связывание.



# ИК

(два столбика на полстраницы)

## ***Неперекрестное*** связывание

Первый столбик ~10  
АГ (точками) + АТ к  
ним

IgM, IgG, IgA,

**C3b** (молекул по 5  
**C3b** иным цветом)

## ***Перекрестное*** связывание

Второй столбик ~20 АГ  
(звездочками) + АТ  
(**свободных АГ нет**)

IgM, IgG, IgA,

**C3b** (молекул по 5 **C3b**  
иным цветом)

# Анафилактоидный шок

- Сами

# ПИК *in vivo*

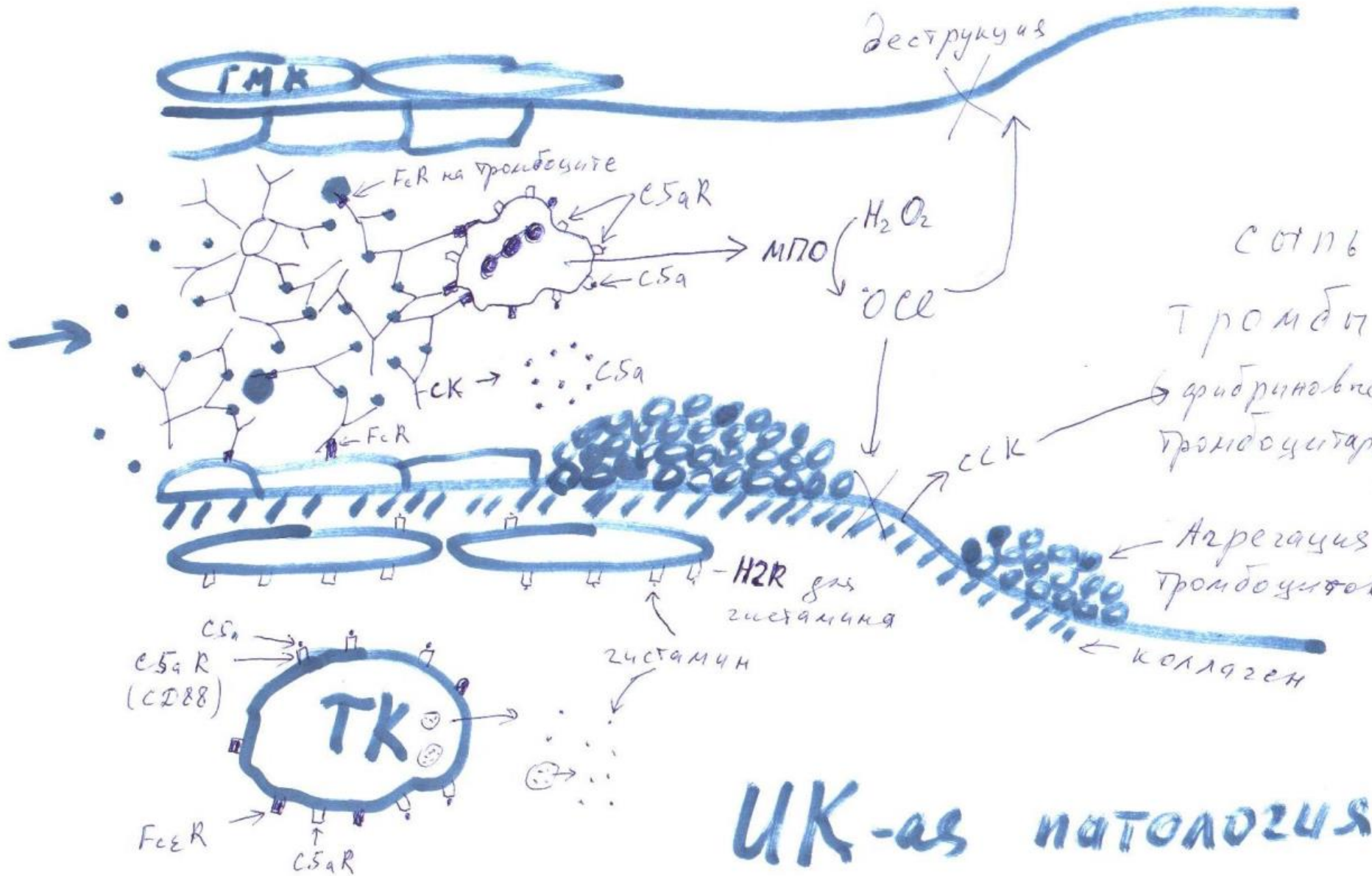
## (ИК-ая патология)

(Рисунок на полстраницы)

### **Кровеносный сосуд** (горизонтально ; 5-6 см шириной)

Эндотелиальные клетки (дугами) с FcR; базальная мембрана штрихом; гладкомышечные клетки /=ГМК. сосуда (длинные клетки) с H1R для гистамина (= H).

- **ПИК** (много молекул IgG, IgM) в сосуде (сцеплен с FcR эндотелиальных клеток)
- + **C1q** (другим цветом)
- + **H** (через **FcR, CR1**) → ...
- **C5a** (точками) → + ТК с **C5aR /= CD88/** → ... **ГМК** с **H1R** /кирпичиками/)
- Стрелка из **H** и **ТК** → ... (**гистамин точками другого цвета**)
- Подписать: «Некроз, потому что ...»  
«Кровотечение, потому что ...»



**UC-аг патологизация**

# Лекарственная болезнь

(один антиген, т.е. одного размера и одного цвета)

- Кровеносный сосуд (5 см шириной) с FcR
- ЦИК (слева) с лекарством без перекрестного связывания → ПИК (справа, + прикрепленный к сосуду)
- ИК (ЦИК и ПИК) → СК → C5a → ТК (R-?) → ...  
(сыпь). Лекарство, C5a и гистамин разными цветами.
- «Язвы на руках, сыпь, потому что ...» (ТК, агрегация тромбоцитов на коллагене ...)

# Сывороточная болезнь

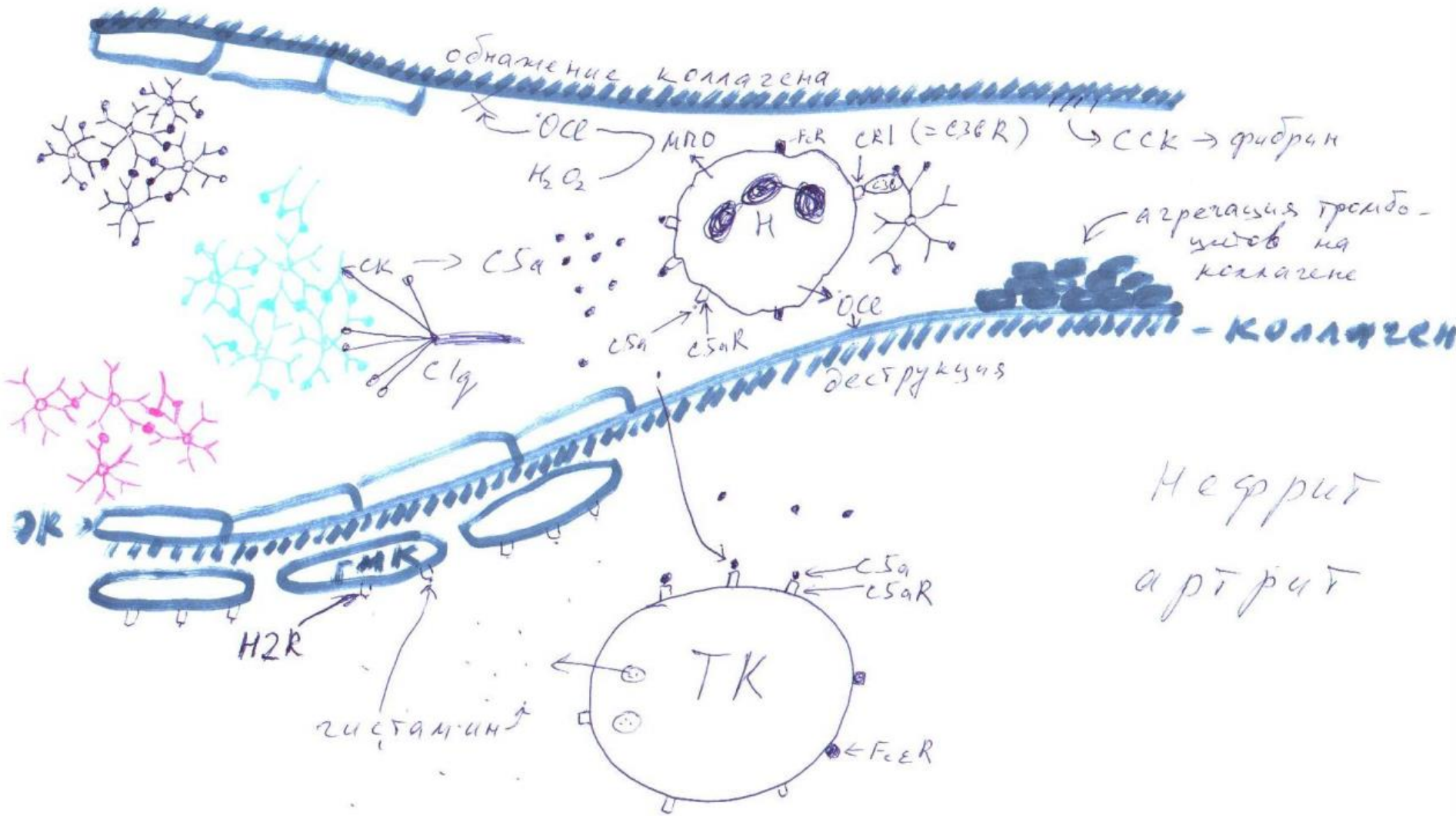
## (много антигенов)

Ввели лошадиную противостолбнячную сыворотку.

- Рисунок кровеносного сосуда (все уже и уже), «35» белков сыворотки лошади разными цветами (хотя бы 3 из 35).
- **ПИК** (с **IgM** разными цветами); застревание механическое (IgM с FcR не связывается)
- Следствия через неделю (артрит, почечная недостаточность ...).
- Н (нейтрофил), C3b, C5a, ТК ...

# Сывороточная

# болезнь



Несприт  
артрит



# **Аллергия**

**(= IgE-зависимая  
патология)**

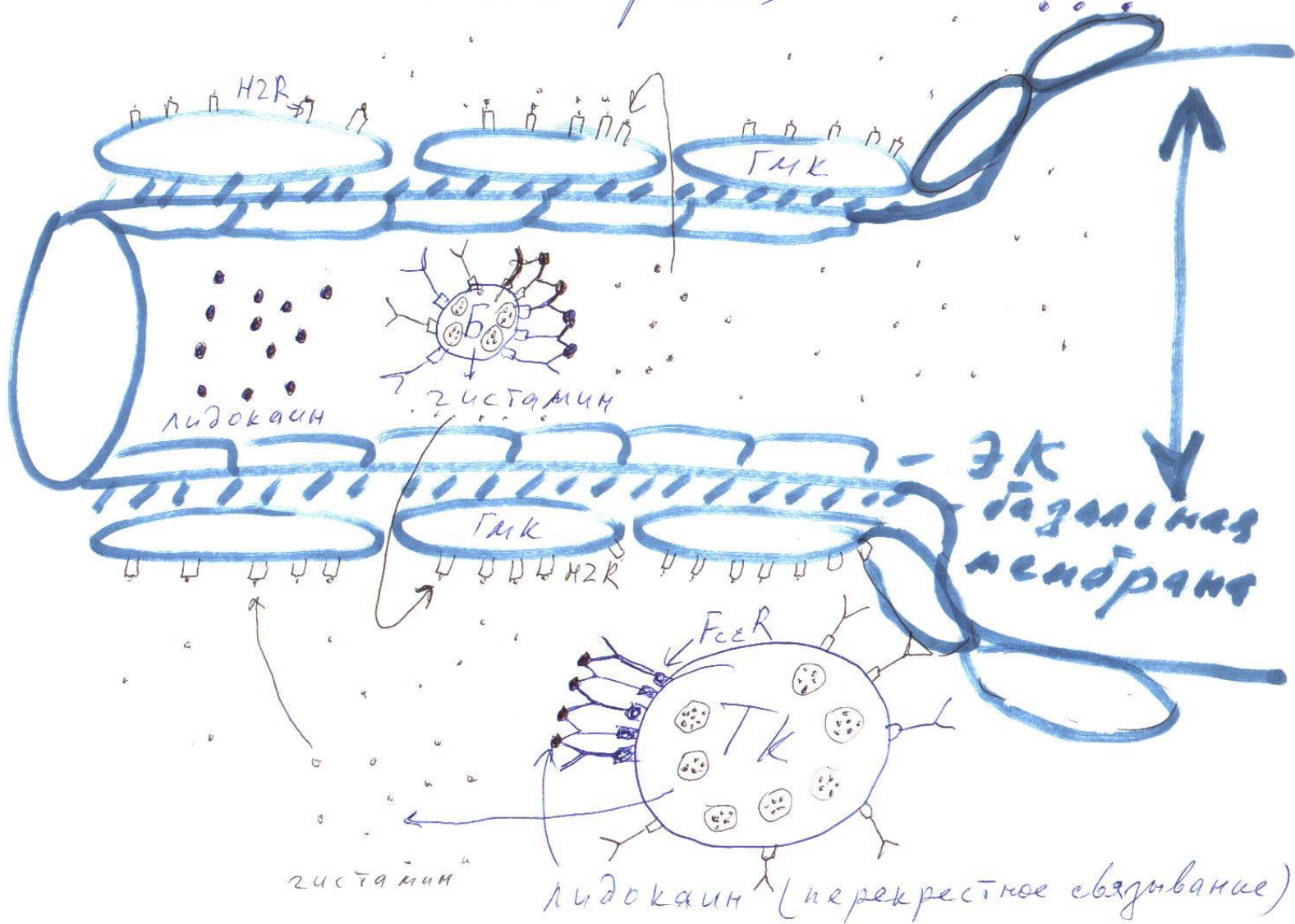
# Аллергия на лидокаин

- **Кровеносный сосуд** (на 0,5 страницы); на ГМК (min 6 клеток) с H2R – по min 5 на каждой ГМК
- **Лидокаин** (= аллерген /«многовалентный»/; крупные точки одного цвета и одного размера) садится на базофилы (= Б; в крови) и тучные клетки (= ТК; вне кровотока) перекрестно
- **Б** → ... /?/, **ТК** → ... /?/ (**Точки гистамина другого цвета** и меньшего размера внутри клеток и вне)
- **IgE** по ~ 10 молекул (5 сцепленных, 5 свободных) на Б и ТК
- **FcεR** (штук по 15 с IgE и без IgE)

[Лидокаин перекрестно связал 5 молекул **IgE** !]

(Почему снижение АД?)

# Аллергия на лидокаин

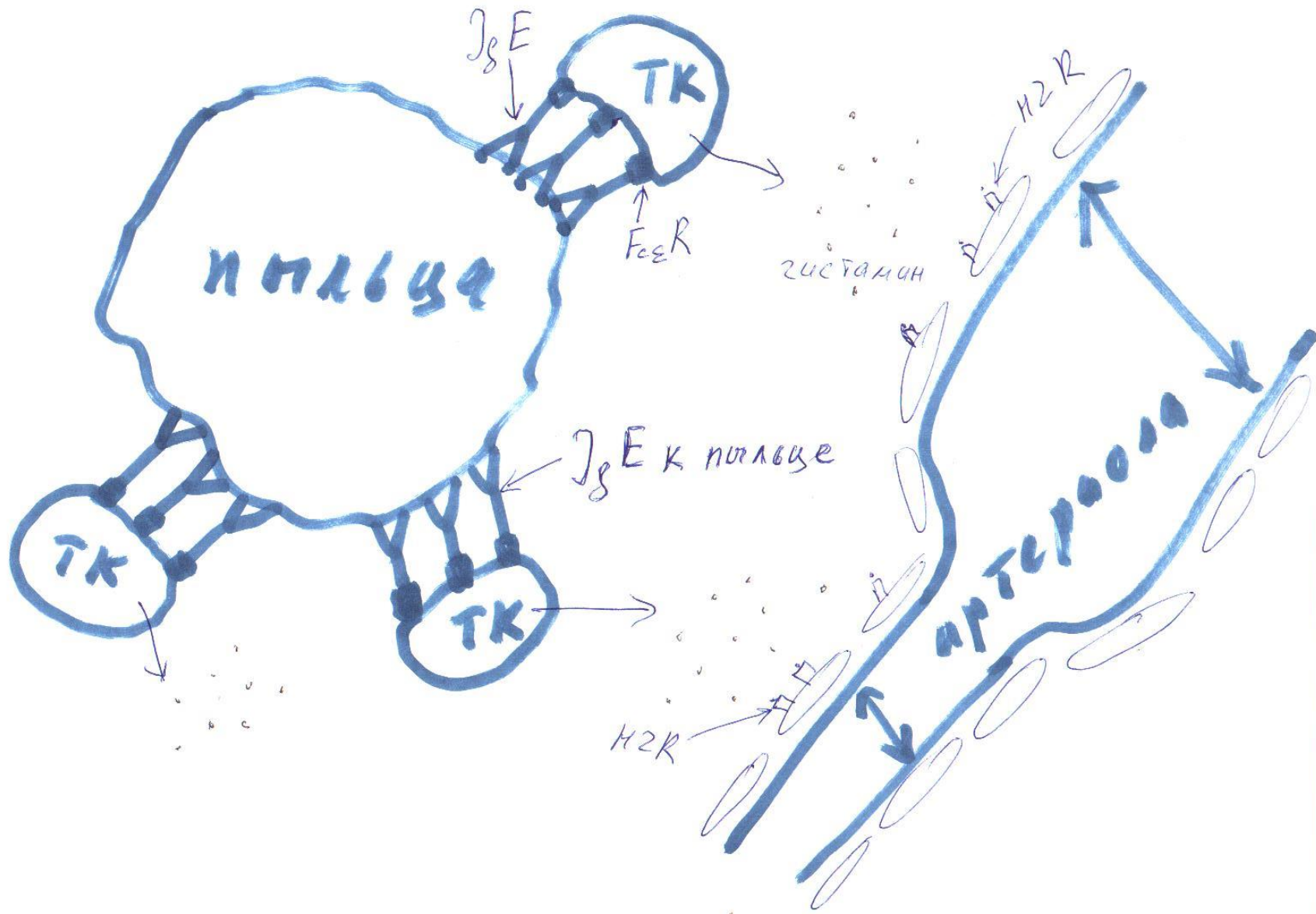


# Аллергический ринит на пыльцу

К пыльце (**одна** 5 см) подошли три ТК (тучных клетки -1 см) → ...

(Подписать: **ТК, пыльца**, по 4-5 **IgE**, **FcεR для IgE** по 10 штук, **ГМК**, гистамин (в ТК и снаружи точками), **H2R**)

Подрисовать артериолу (расширение сосуда) → **Покраснение, улучшение трофики** → **Экссудация из носа**

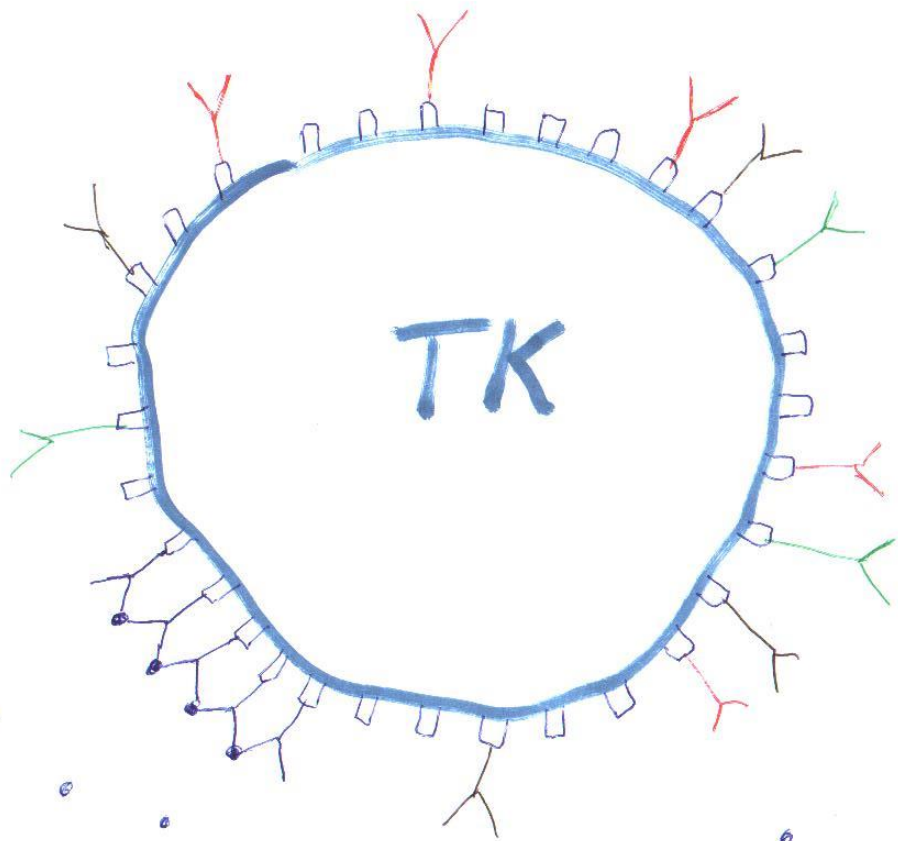


Человек съел рыбу.

## **Аллергия на рыбу**

/на один рыбный аллерген/

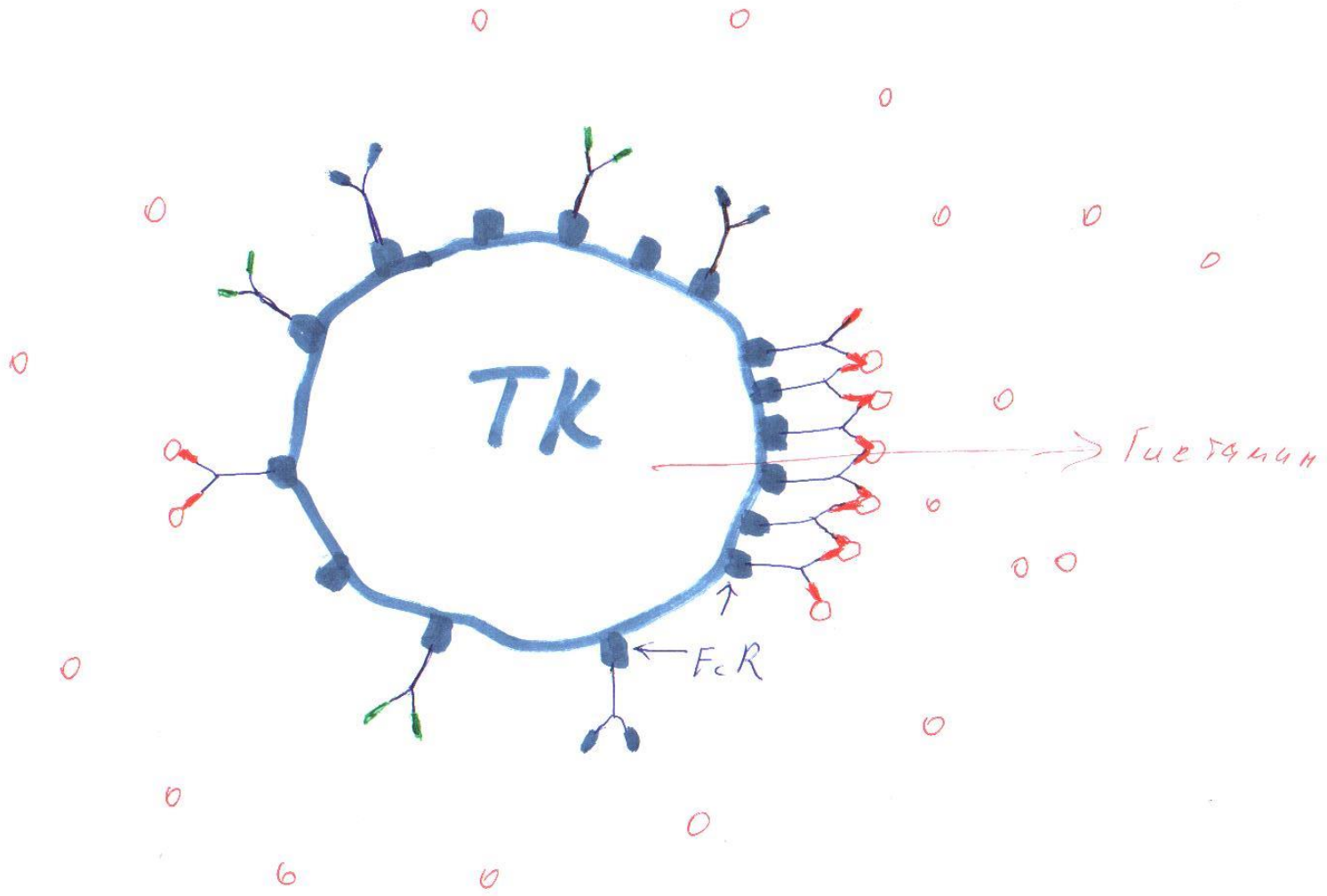
- Одна **ТК**
- **Аллерген крупными точками**
- 5 разных цветов **IgE** (по 3-4 штуки; **диффузно**), в т.ч. к рыбному АГ (т.е. у человека аллергия на 5 аллергенов, которых нет пока, кроме рыбного)
- Перекрестное связывание IgE аллергеном  
Аллерген вокруг (избыток) того же цвета, как и IgE к нему.



# Тот же рисунок

- 5 разных цветов кончиков IgE (по 3-4 штуки) [Место переменного домена другим цветом.]
- На один тип IgE есть аллерген (перекрестное связывание – 5 IgE). Аллергены тем же цветом. Аллерген вокруг (избыток).





# Аллергическая кожная проба (два столбика)

**Положительная**  
кожная проба  
на АГ N 1  
[Один человек]

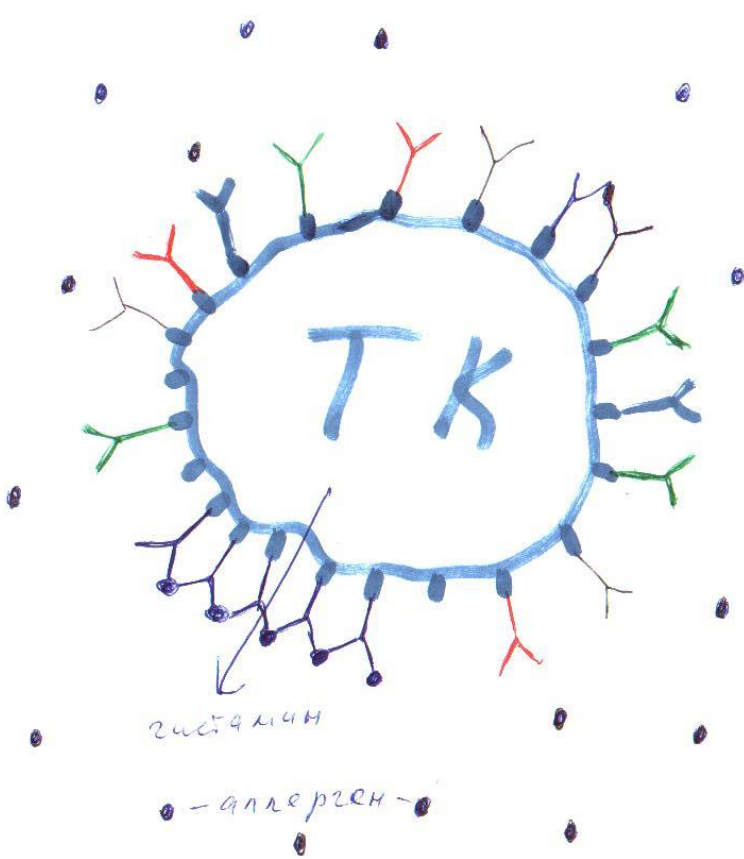
- ТК с разными IgE к 5 аллергенам (разными цветами)
- С одними из них связан аллерген (перекрестно)

**Отрицательная**  
кожная проба

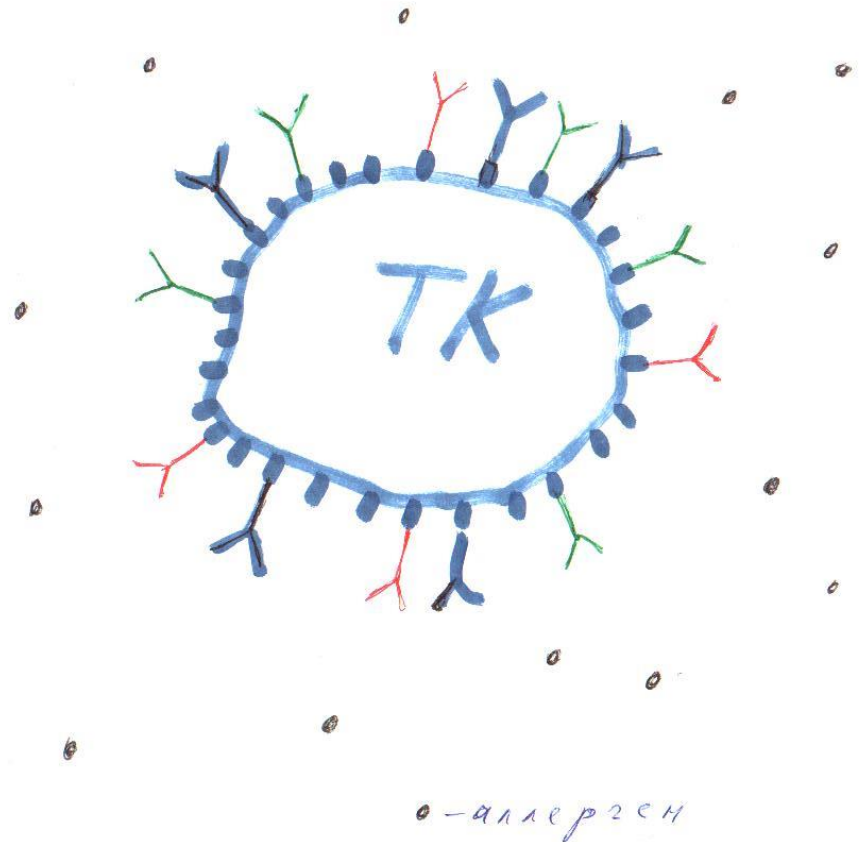
Нет аллергии на АГ N 1  
(аллерген того же цвета)  
[Другой человек]

- ТК с IgE к 5 другим АГ (АГ нет)
- Свободный аллерген

# Кожная проба на аллерген



положительная



отрицательная

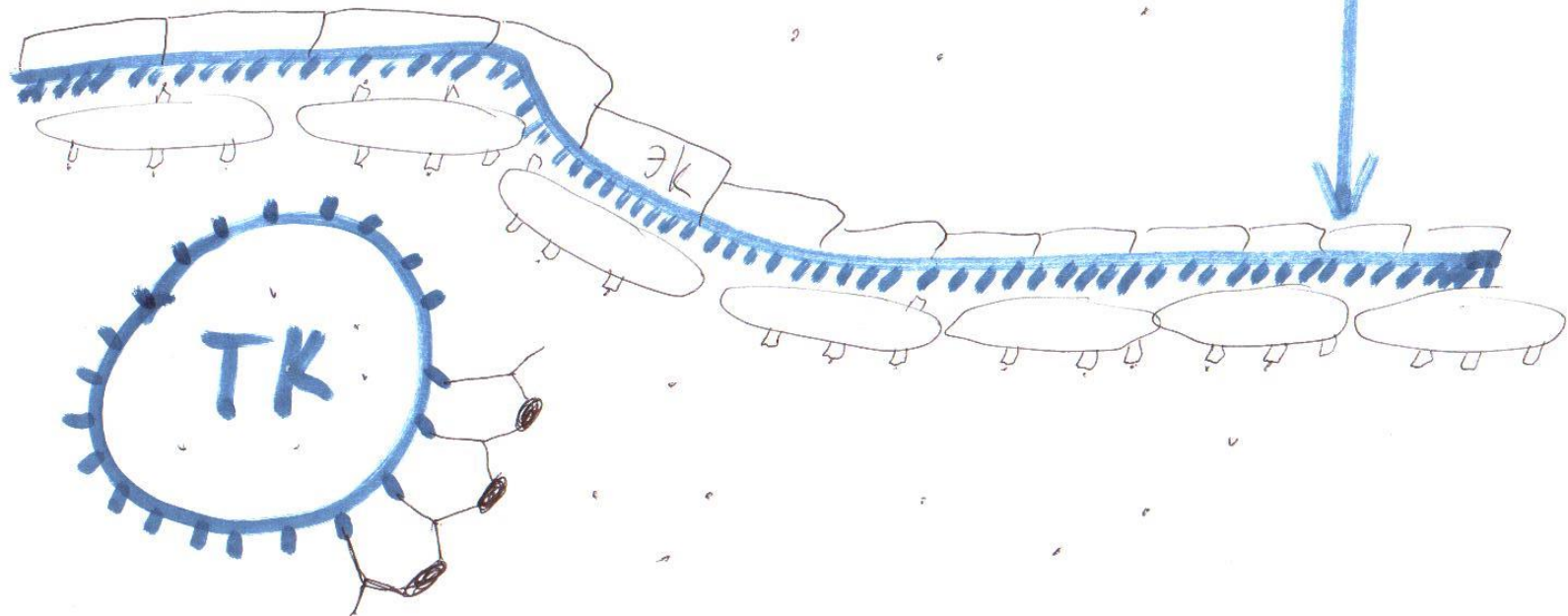
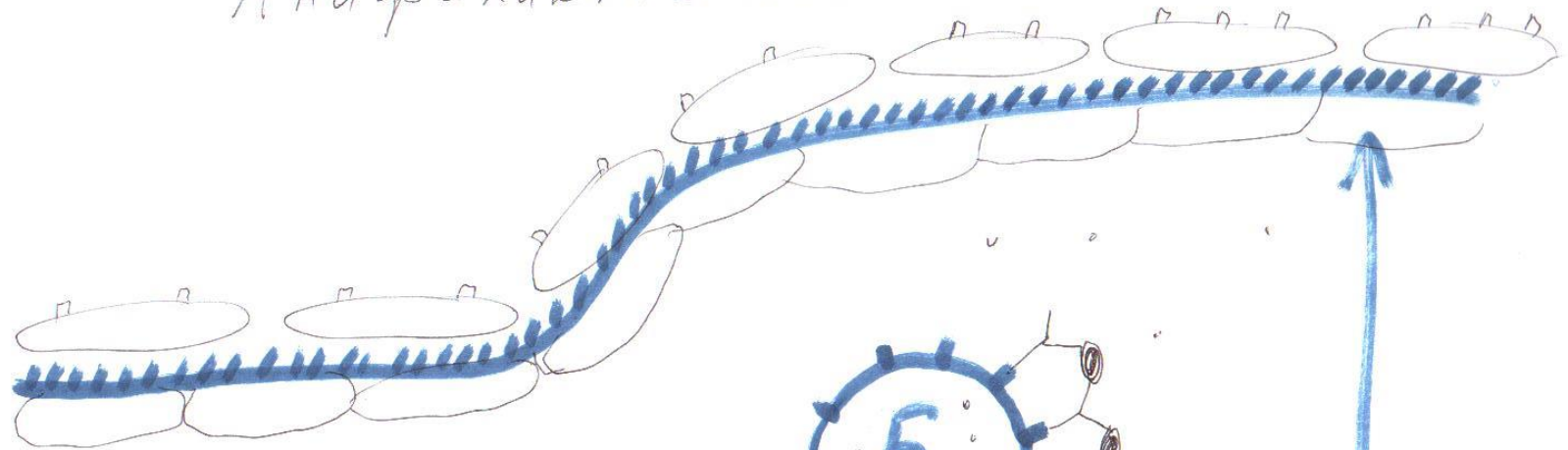
# Очаги деструкции при аллергии (возможные причины)

- Кровеносный сосуд
- ТК + ...
- Выброс из ТК
  - 1) ... → Апоптоз (эпител. клетки ...)
  - 2) ... → Тромб в кров. сосуде → Некроз

# Анафилактический шок

- Сами
- Первая волна падения АД (активация Б)
- Вторая волна падения АД (активация ТК)

# Анаэробный лактозный шок



# **Аутоиммунная патология**

# Аутоиммунное бесплодие



# АТ к сперматозоидам

## У мужчин (sIgA)

Агглютинация в  
семенных канальцах

## У женщин (sIg, IgG)

Агглютинация во влагалище  
и в шейке матки

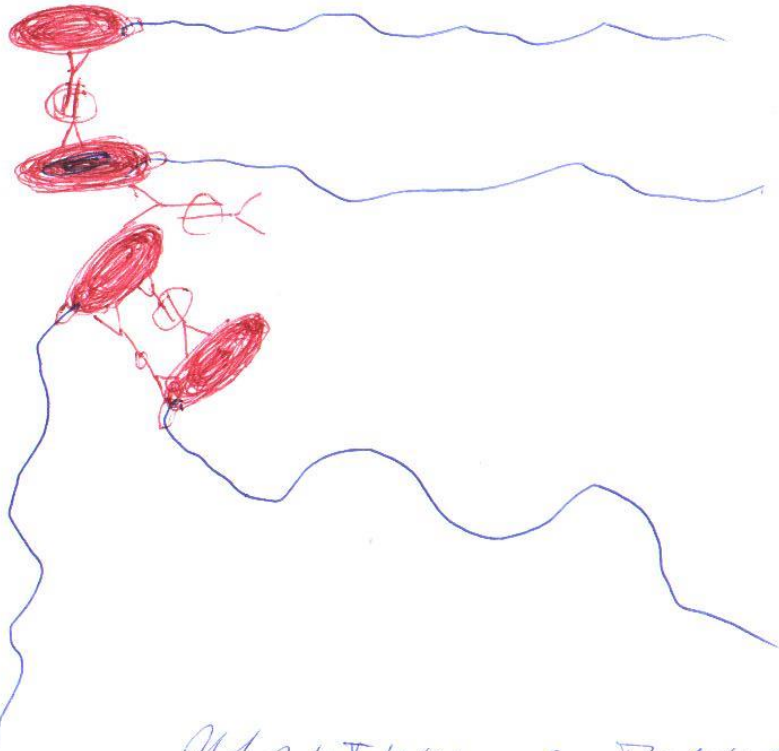
- По min 4 сперматозоида в каждом столбике
- Головки сперматозоидов красным цветом
- Жгутик синим цветом
- К головкам красные антитела

# Аутоиммунное бесплодие

(обездвиживание сперматозоидов)

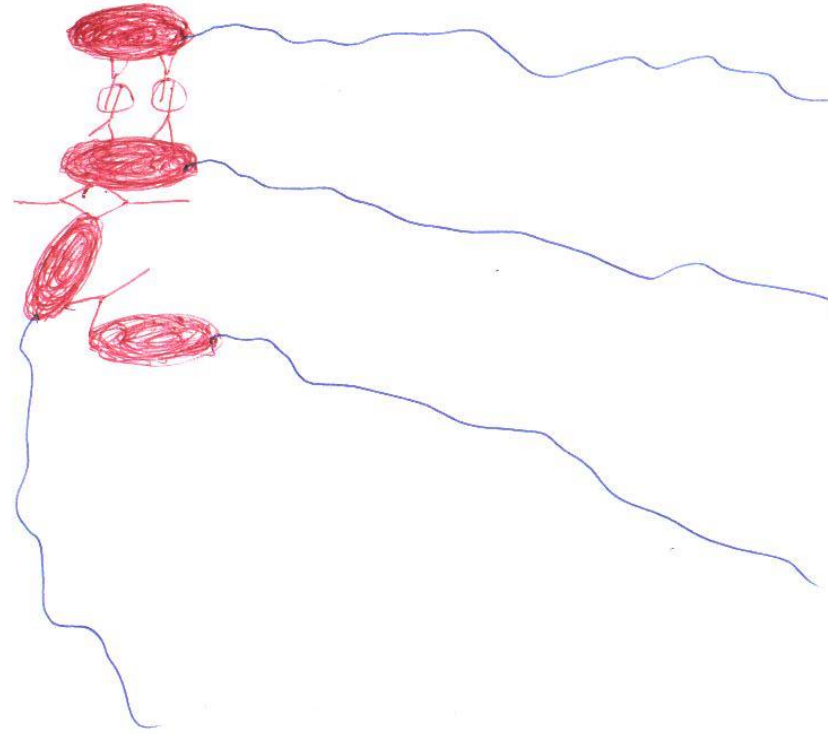
мужчины ♂

На С0 только з IgA



женщины ♀

На С0 з IgA и IgG



Шпательки с тимулезависимым антигеном → IgM (неб. ка)

# Миастения

Миастения развивается при синтезе антител к стрептококкам, имеющим перекрестные антигены с рецепторами для АХ (= ацетилхолина).

# Миастения

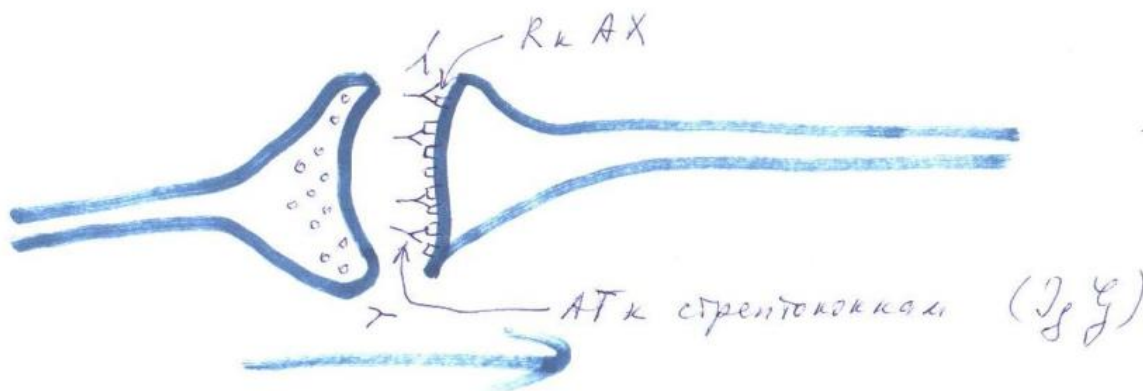
Два рисунка

1. 3-нейронная рефлекторная дуга. Стрелка.
2. Отдельно крупно синапс. Стрелка.

Блокада R для АХ антителами →

**Параличи → Остановка дыхания.**

Стрелки - куда идет нервный импульс.



миастения → парализи

# Аутоиммунное бесплодие (Ig к сперматозоидам)

**М**

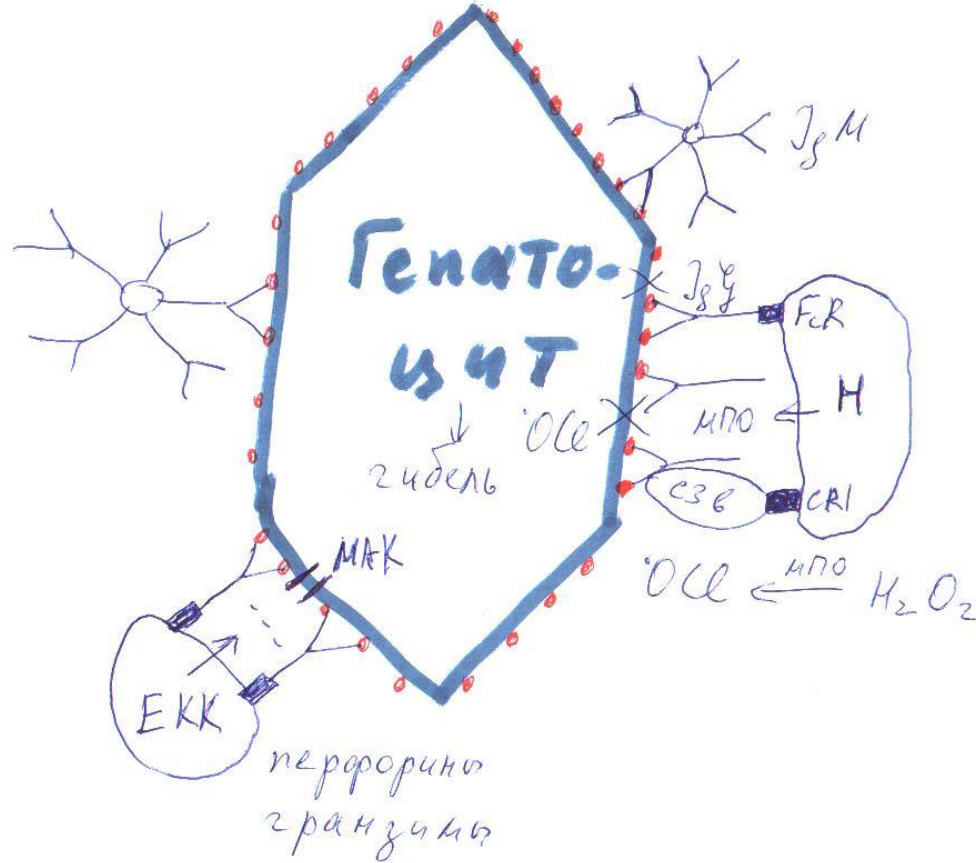
**Ж**

# Аутоиммунное поражение (печени)

- **Гепатоцит** (30 мкм; 6-угольник) с аутоантигенами (точками на ЦПМ одним цветом)
- **+ Аутоантитела** (IgM, IgG – 6 молекул) к аутоантигенам (тем же цветом); **+ C3b** к IgM, **+ C3b** к IgG (2 молекулы C3b);
- **+ нейтрофил/ы/** (= н; 12 мкм) через FcR, CR1  
→ МПО → ... /?/ → **Гибель гепатоцита**  
(крестик)
- **+ ЕКК** (строго круглая клеточка; ~ 8 мкм) через FcR → ... /?/ → **МАК, апоптоз**



# АТ-ЗКУ и СК-ЗКУ

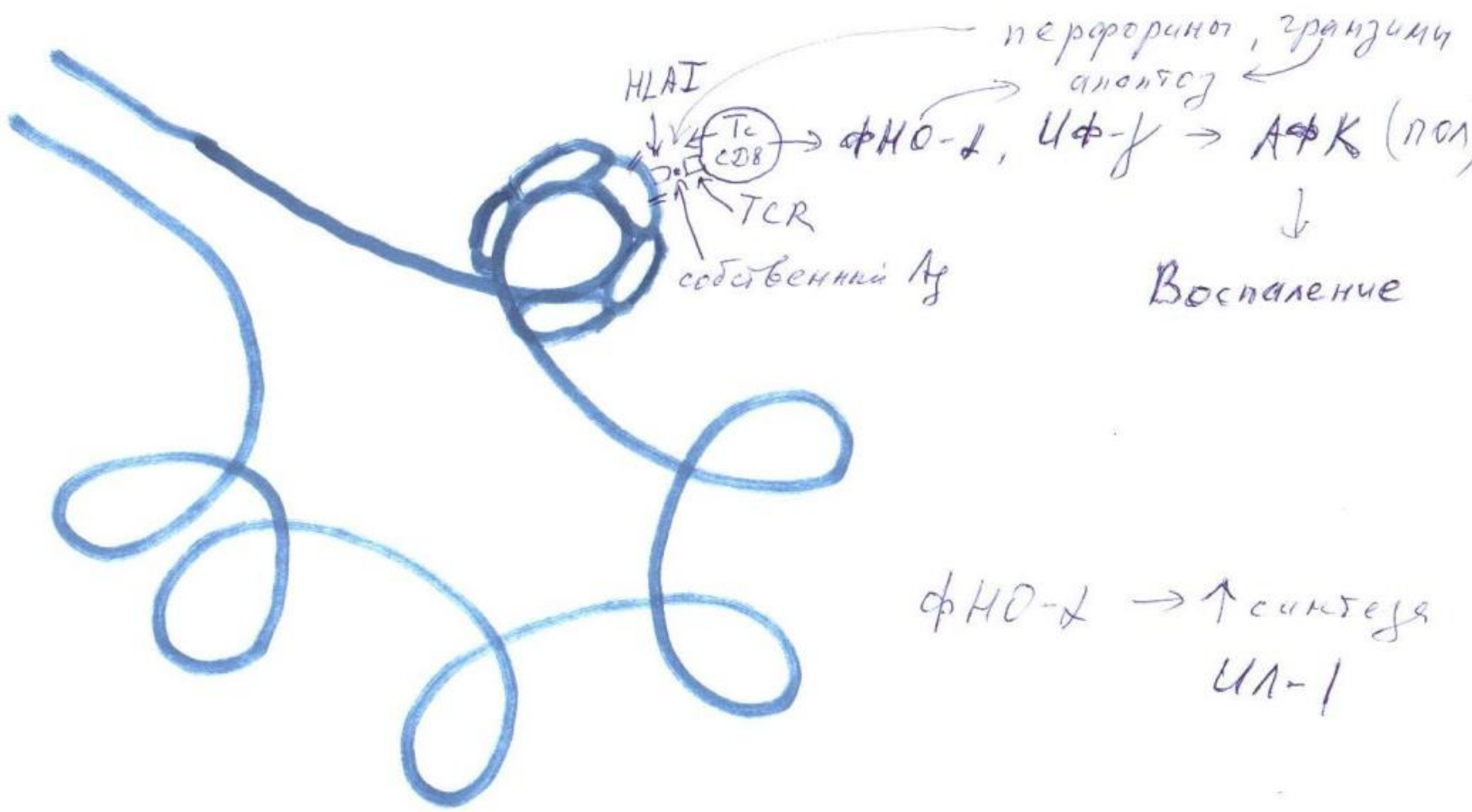


## Аутоиммунный гепатит

МАК - мембраноатакующий комплекс из порообразующих белков - перфоринов

# Синдром Шегрена

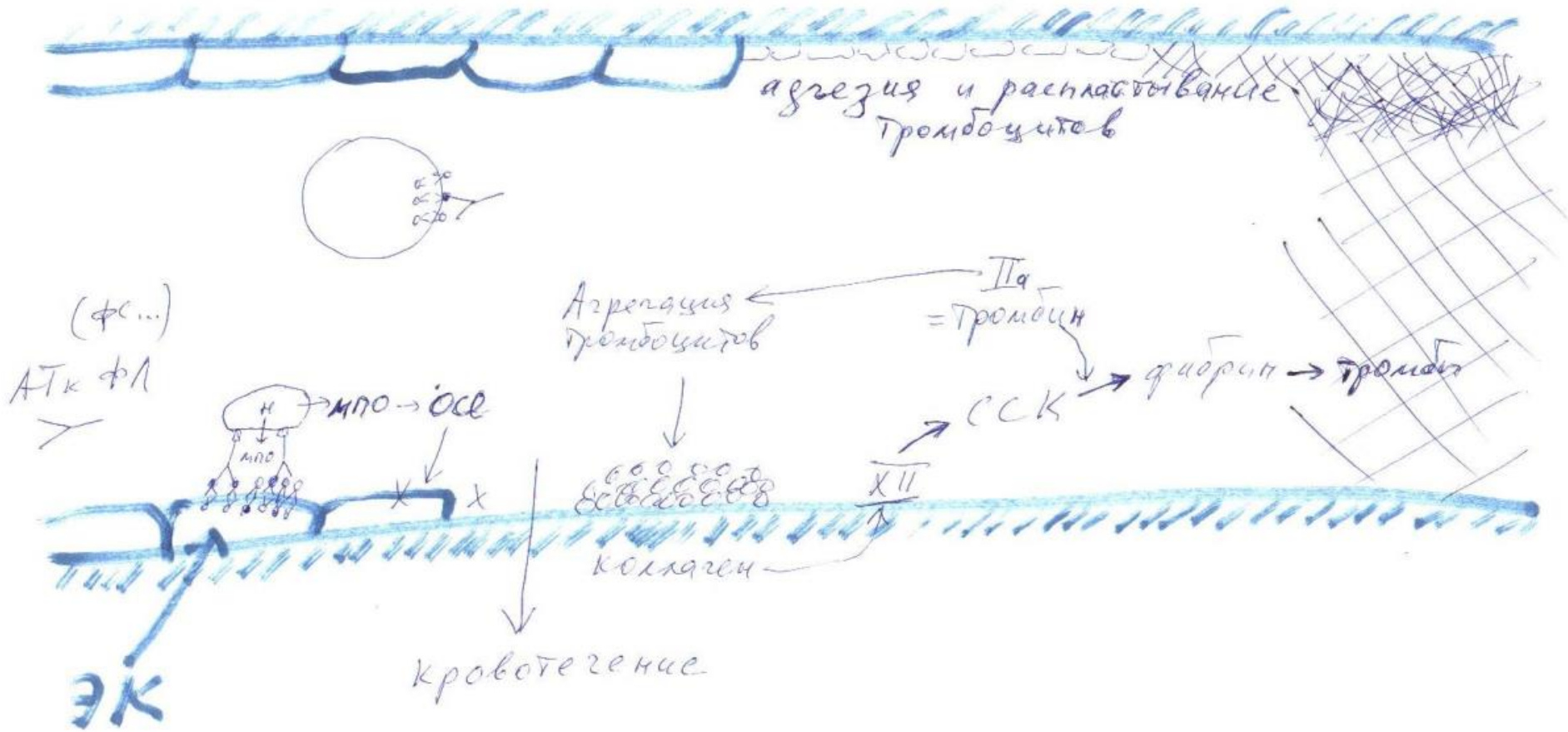
- Слезные (+ слюнные) железы
- + Тс
- Киллинг



Синдром Шегрена

AΦC

# АФС



# СКВ

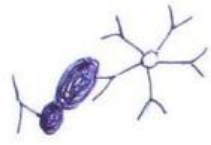
## (системная красная волчанка)

Первый рисунок – клетка погибла (апоптозом и некрозом) → Апоптотические тельца или свободные органеллы, фрагменты мембран фагоцитируются макрофагом, нейтрофилом через C3b и антитела к ним.

Второй рисунок. Ig к ядру клеток проходят внутрь клеток, облепляют ядро. + АТ к ФС ЦПМ → Гибель клетки

Третий рисунок. Кровотечение в результате разрушения сосуда (через ИК+ нейтрофил и через АТ к эндотелию /ядру, ЦПМ/)

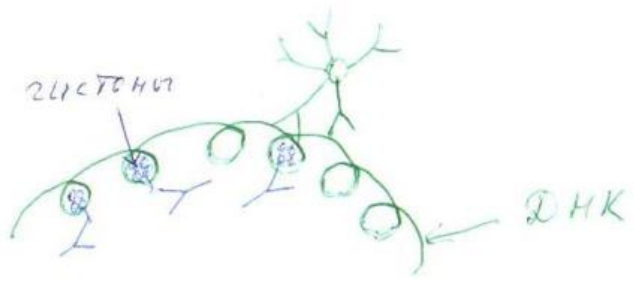
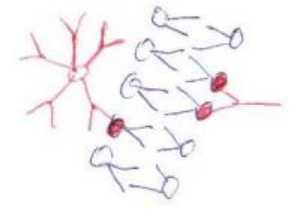
# (СКВ)



АТ к рибосоме



АТ к митохондрич (ФС-?)

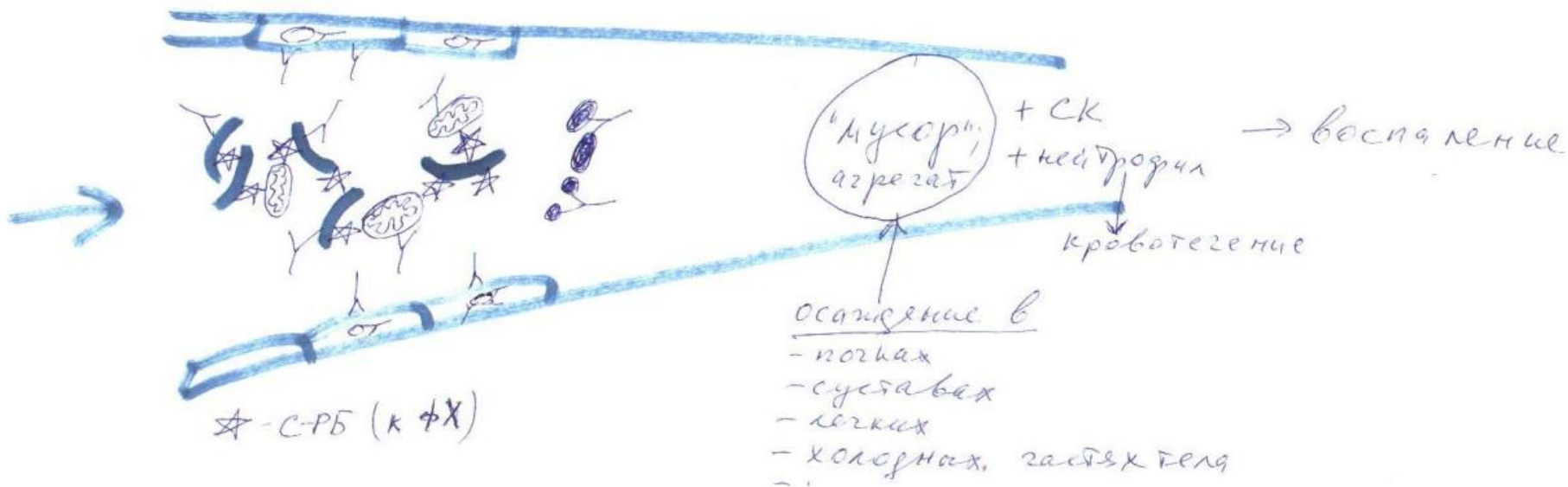


АТ к ДНП



АТ к клеточному центру

# СКВ (АТ к компонентам зер клеток...)





# Аутоиммунная тромбоцитопения

# Аутоиммунная анемия

# **Иммунология репродукции**

# Аутоиммунное бесплодие

## **мужчин**

- АТ к  
сперматозоидам  
агглютинируют  
сперматозоиды  
(в семенных  
канальцах)

## **женщин**

- АТ к  
сперматозоидам  
агглютинируют  
сперматозоиды  
(в шейке  
матки)

# Резус-конфликт

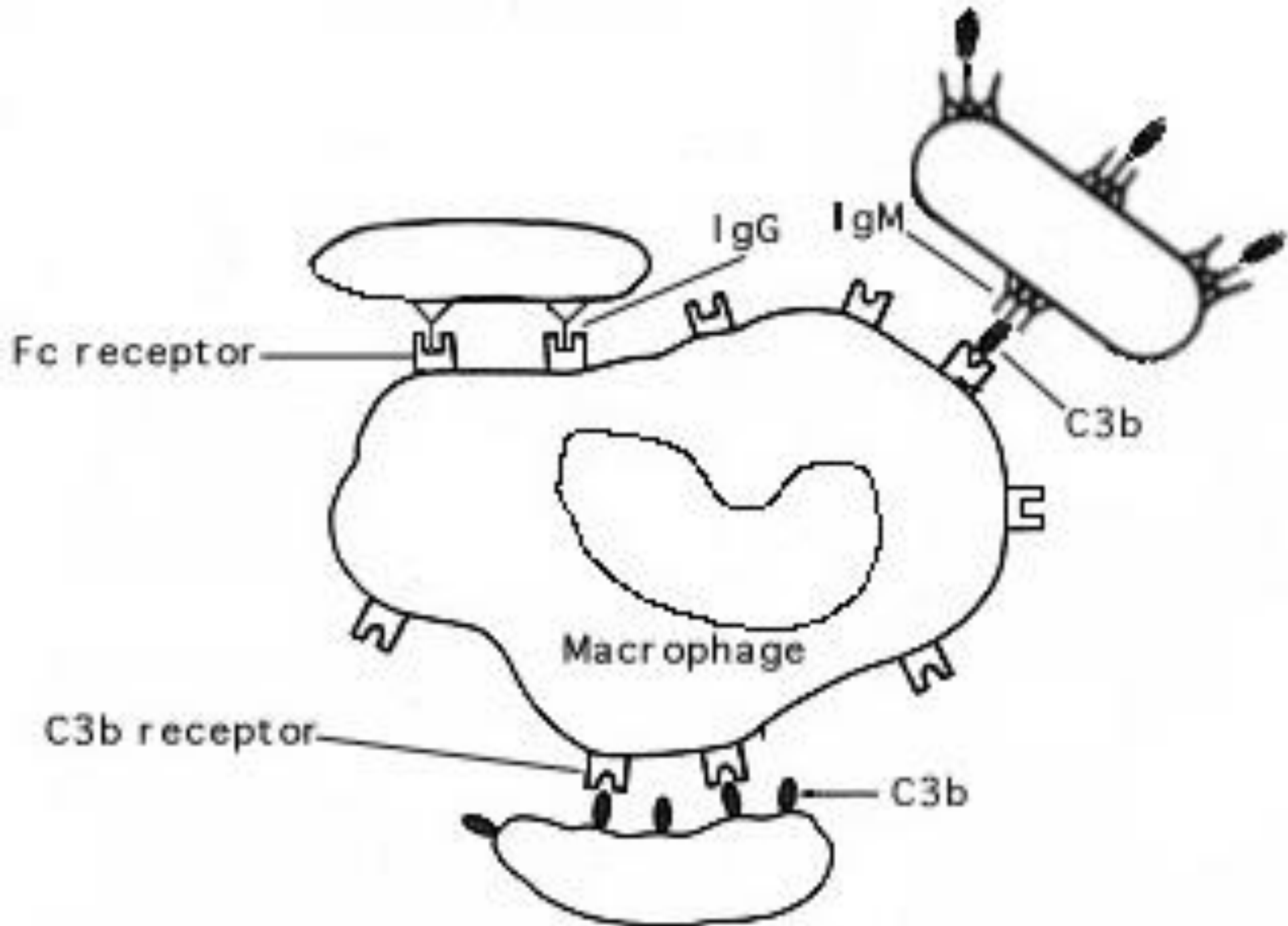
- Кровеносный сосуд
- Эритроциты (круги)
- + IgG (можно и IgG-C3b)
- + Нейтрофилы, рецепторы, механизм гемолиза
- [СК вряд ли работает, поскольку на эритроцитах защита – CD55]

Подписать – матери или плода (все компоненты рисунка)

# AB-конфликт

- У 10% беременных (A-, B-) могут образоваться IgG к антигенам A+, B+ плода.
- ...

# **Возрастная ИММУНОЛОГИЯ**





- <http://www.biology.arizona.edu/immunology/tutorials/immunology/08q.html>
- Тесты по клинической и теоретической иммунологии иностранные (гугл переводит)