



КАФЕДРА БИОЛОГИИ
имени академика Е.Н.Павловского
ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМИИ

**В лекции будут рассмотрены
следующие вопросы:**

- 1. Иммунитет. Классификация иммунитета.**
- 2. Специфический клеточный иммунитет.
Классификация и функции Т-лимфоцитов.**
- 3. Специфический гуморальный иммунитет.
Классификация и функции иммуноглобулинов.**
- 4. Эволюция иммунной системы у
беспозвоночных и позвоночных.**

ИММУНИТЕТ (от лат. *immunitas* – отторжение, освобождение) – совокупность реакций организма, направленных на отторжение генетически чужеродных агентов (антигенов) экзогенного или эндогенного происхождения с целью поддержания гомеостаза, структурно-функциональной целостности организма, а также биологической (антигенной) индивидуальности и видовых различий.

Понятие антигена

- **Антиген** – генетически чужеродное вещество (белок, липопротеид, нуклеопротеид, полисахарид, липополисахарид) с характерными химическими группировками, которое может вызвать в организме антителообразование и другие формы иммунного ответа, а также может взаимодействовать с антителами и антигенпрезентирующими клетками

Антигенная детерминанта

- **Антигенная детерминанта (эпитоп)** – отличительная часть молекулы антигена, обуславливающая специфичность антител и эффекторных Т-лимфоцитов при иммунном ответе.
- **Эпитоп** комплементарен активному центру антител (Fab-фрагменту) или Т-клеточному рецептору (TcR)

Примеры антигенов

1. Антигены бактерий

- О-антиген – липополисахарид клеточной стенки
- Н-антиген – белок жгутика
- К-антиген – капсульный антиген

2. Антигены вирусов (белки капсида и компоненты суперкапсида)

3. Белки чужеродных сывороток

4. Антигены клеток трансплантата (аллотрансплантата и ксенотрансплантата)

5. Антигены опухолевых клеток.

- * **ГАПТЕНЫ** – неполноценные антигены в виде небольших химических групп, вызывающие иммунный ответ только в комплексе с белком или другим полимером–носителем.

Классификация иммунитета

Иммунитет

Естественный

Искусственный

Активный

Пассивный

Активный

Пассивный

Классификация иммунитета

Неспецифический

- **Барьерный:** кожа и слизистые оболочки, мерцательный эпителий слизистых, сальные и потовые железы, пищеварительные ферменты
- **Клеточный:** неспецифический фагоцитоз (макрофаги, микрофаги), НК-клетки
- **Гуморальный:** лизоцим, комплемент, интерфероны

Специфический

- **Клеточный:** иммунный фагоцитоз, Т-хелперы (Th1), Т-эфффекторы (Т-гзт и цитотоксические Т-лимфоциты (Тк))
- **Гуморальный:** Т-хелперы (Th2), В-лимфоциты, плазматические клетки, иммуноглобулины IgM, IgG, IgA, IgE, IgD (антитела)

Антигенпрезентирующая клетка

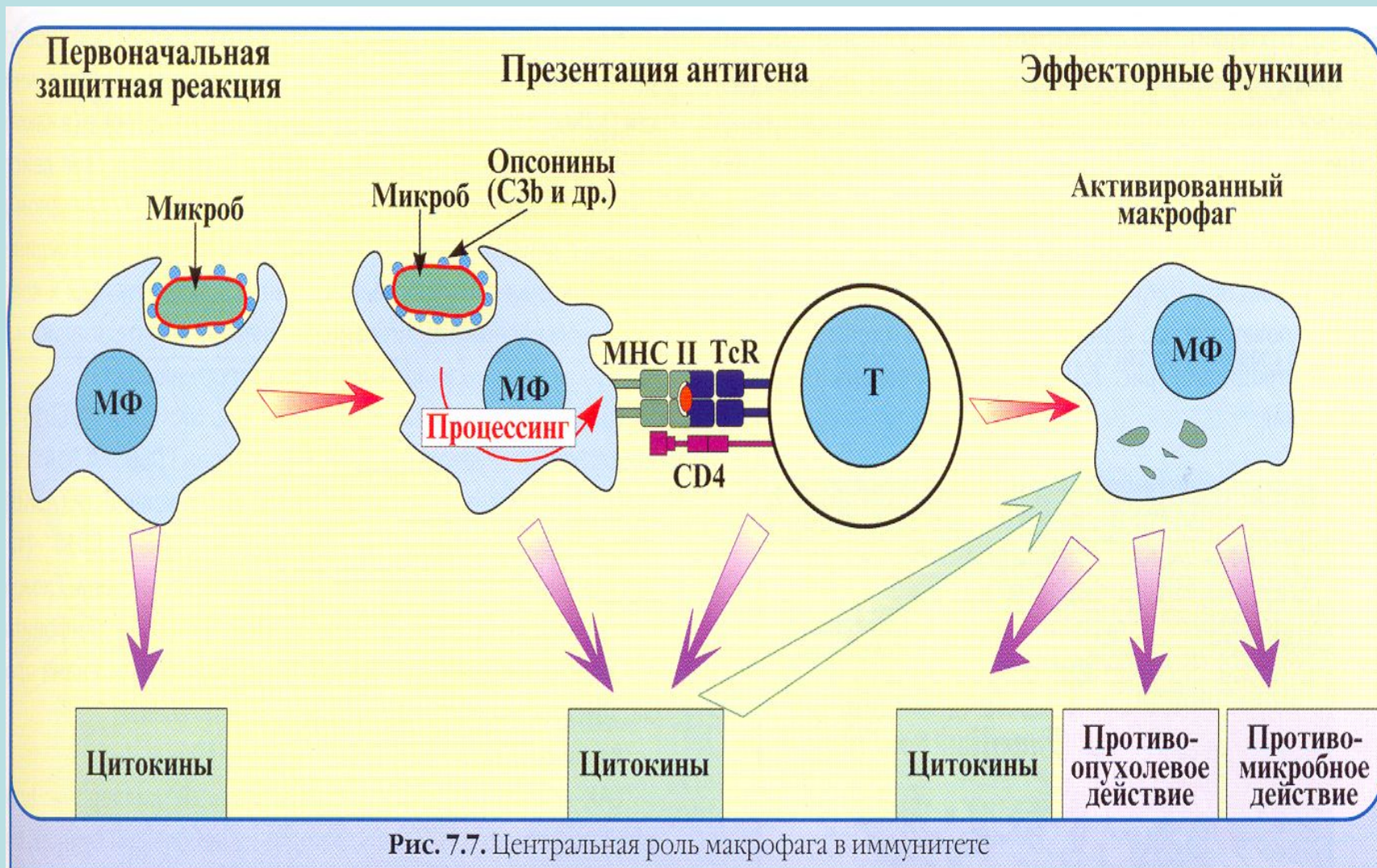
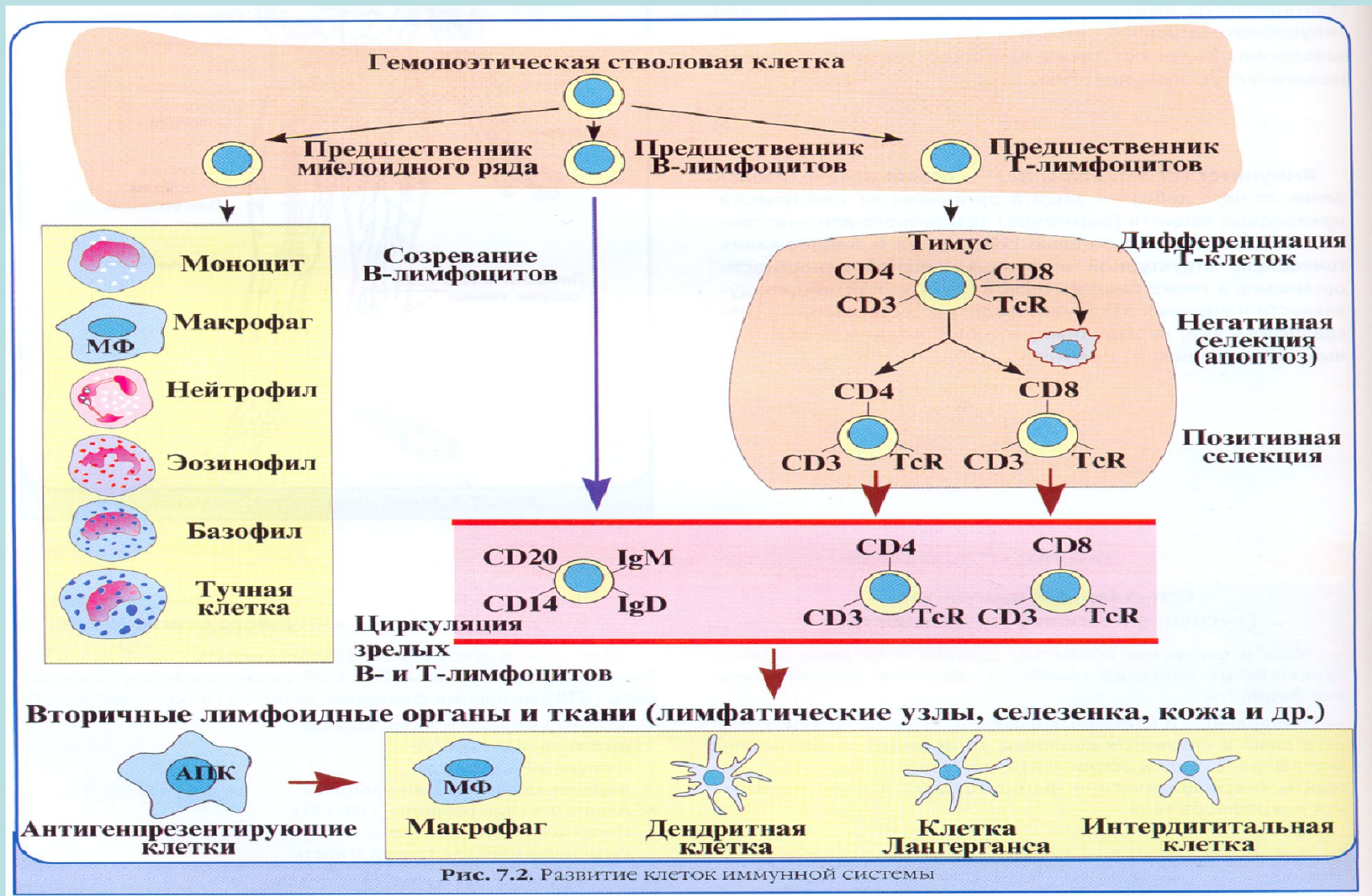


Рис. 7.7. Центральная роль макрофага в иммунитете

Дифференцировка лейкоцитов

Антигенпрезентирующие клетки



Классификация Т-лимфоцитов

Т-регуляторы

- **Т-хелперы (Th0)** – получают информацию с рецептора макрофага (MHC-II) о структуре Ag, дифференцируются и передают информацию Т-эффекторам (Th1) или В-лимфоцитам (Th2)
- **Т-супрессоры (Ts)** – подавляют фагоцитарную активность макрофагов и дифференцировку В-лимфоцитов
- **Т-амплифаеры (Ta)** – стимулируют дифференцировку В-лимфоцитов в плазмоциты, которые, в свою очередь, секретируют антитела

Т-эффекторы

- **Т-гзт (гиперчувствительности замедленного типа) (Т-клетки памяти)** – получают информацию от Th1 о структуре Ag и «запоминают» Ag. При повторном попадании Ag в организм передают информацию Т-киллерам
- **Т-киллеры (Тк)** – получив информацию от Т-гзт, уничтожают клеточный антиген путем разрушения его мембраны перфоринами
- **НК-клетки (натуральные киллеры)** – уничтожают клеточный антиген без предварительной информации от Т-гзт

Взаимодействие Т-хелпера (CD4) с антигенпрезентирующей клеткой

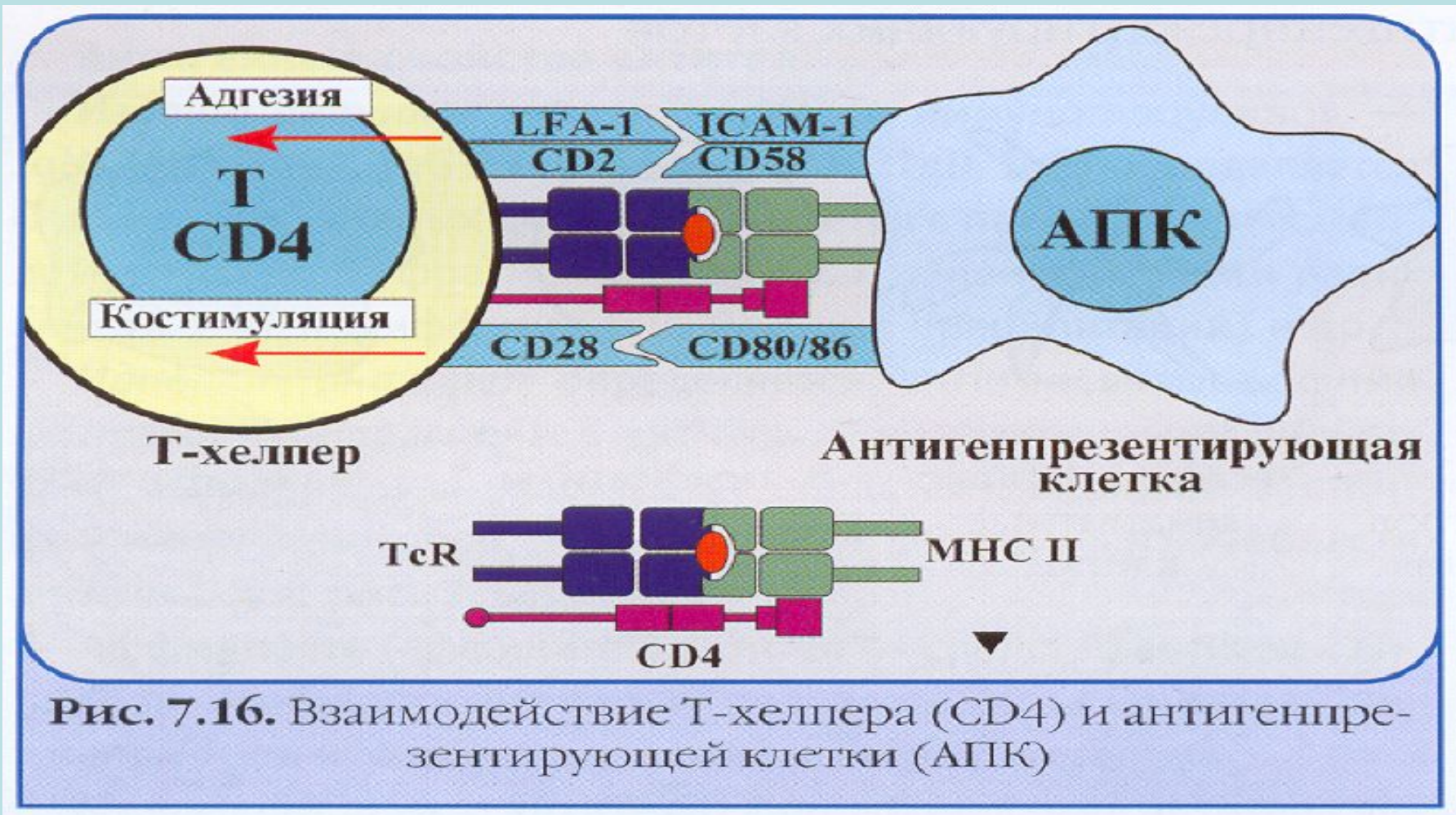


Рис. 7.16. Взаимодействие Т-хелпера (CD4) и антигенпрезентирующей клетки (АПК)

Схема клеточного иммунного ответа

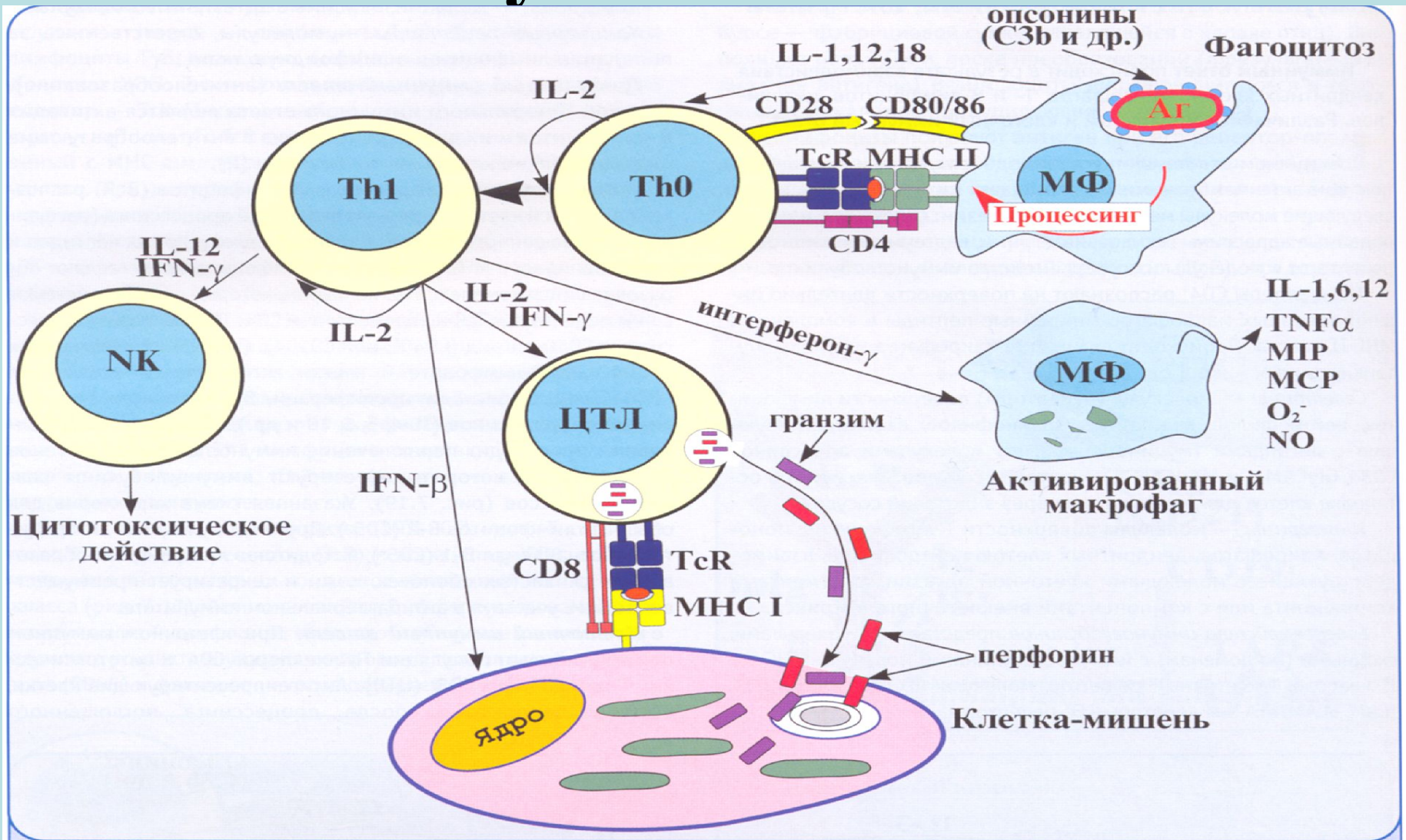
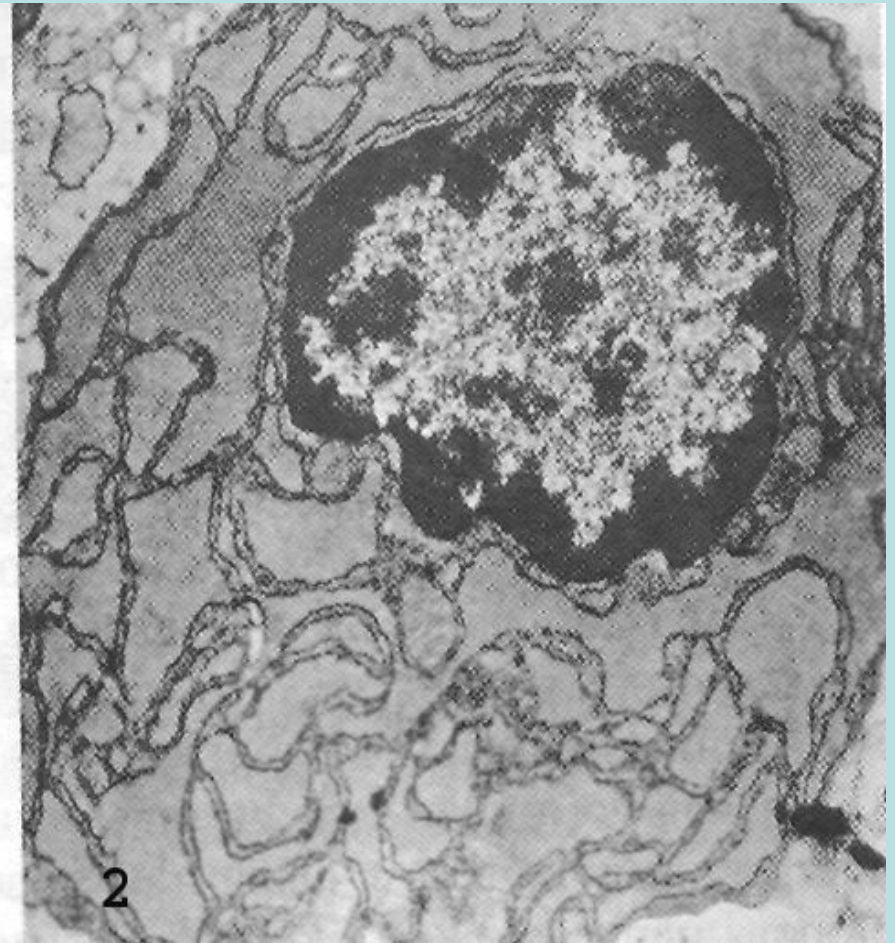
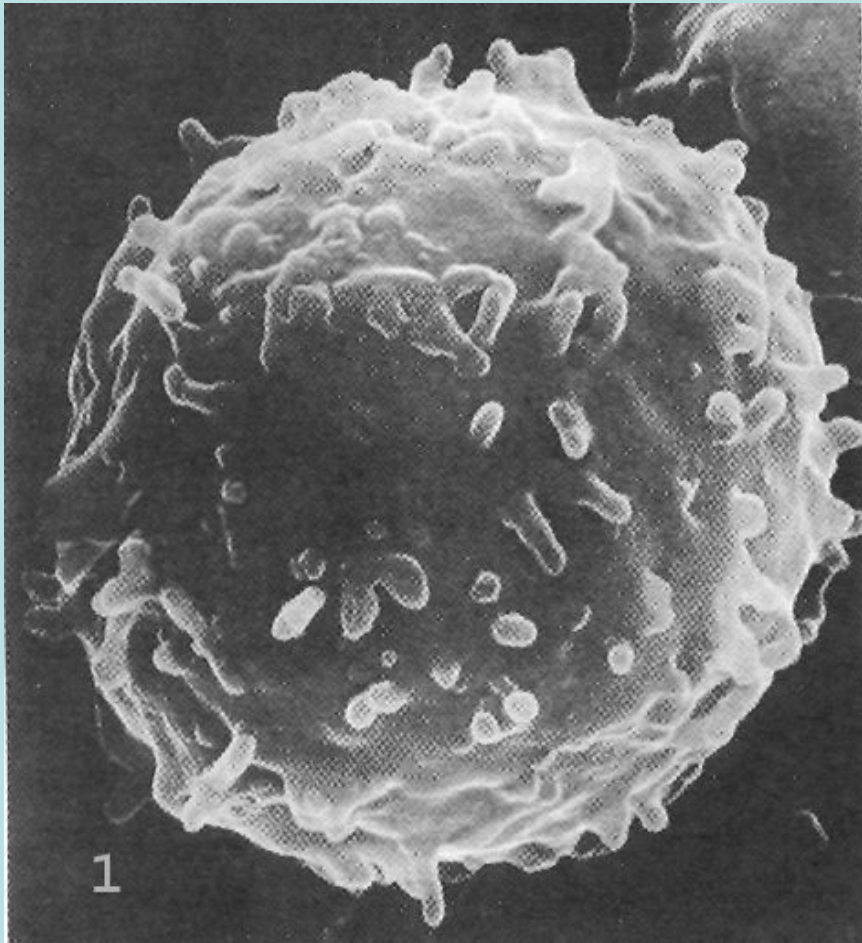
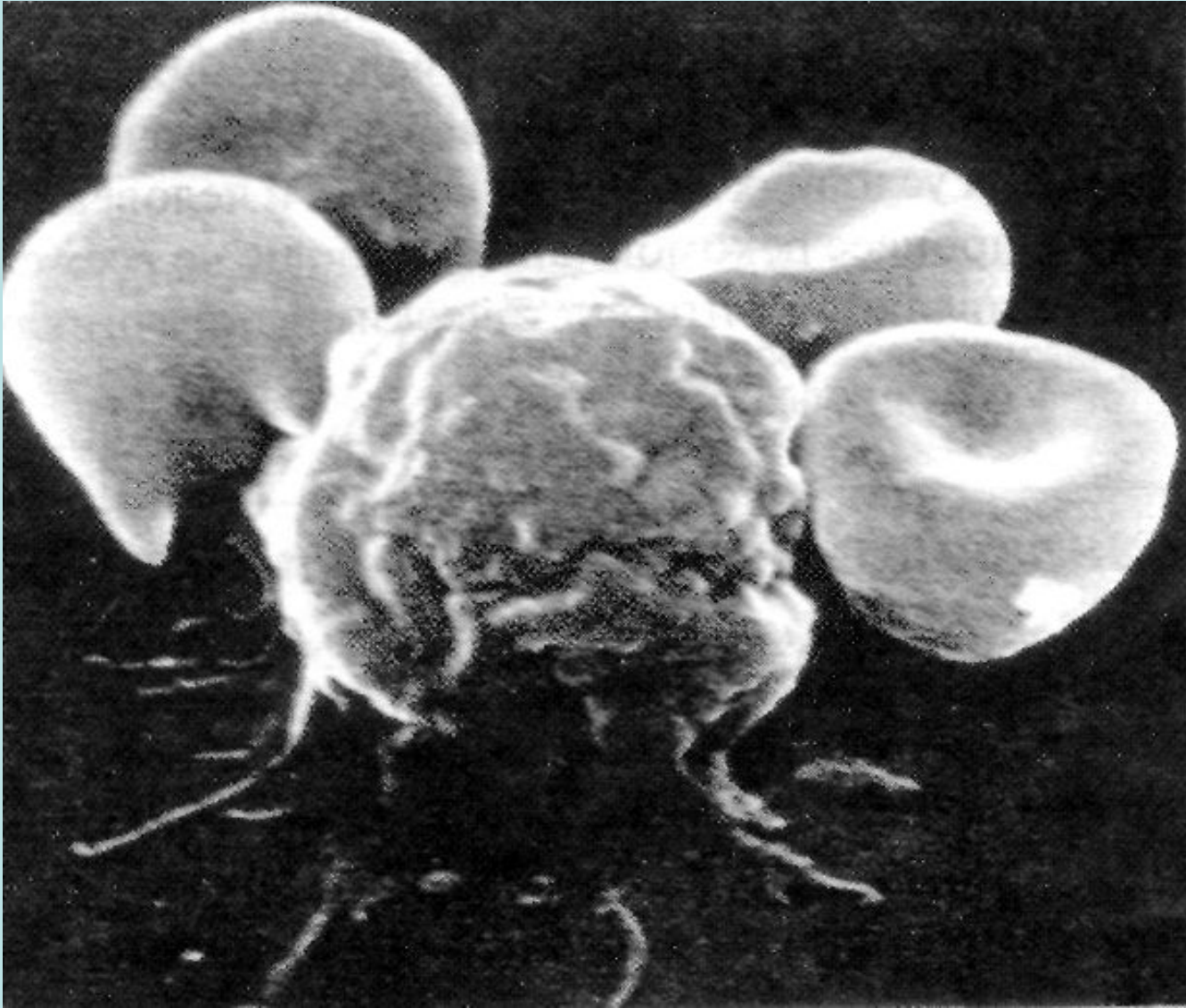


Рис. 7.20. Схема клеточного иммунного ответа

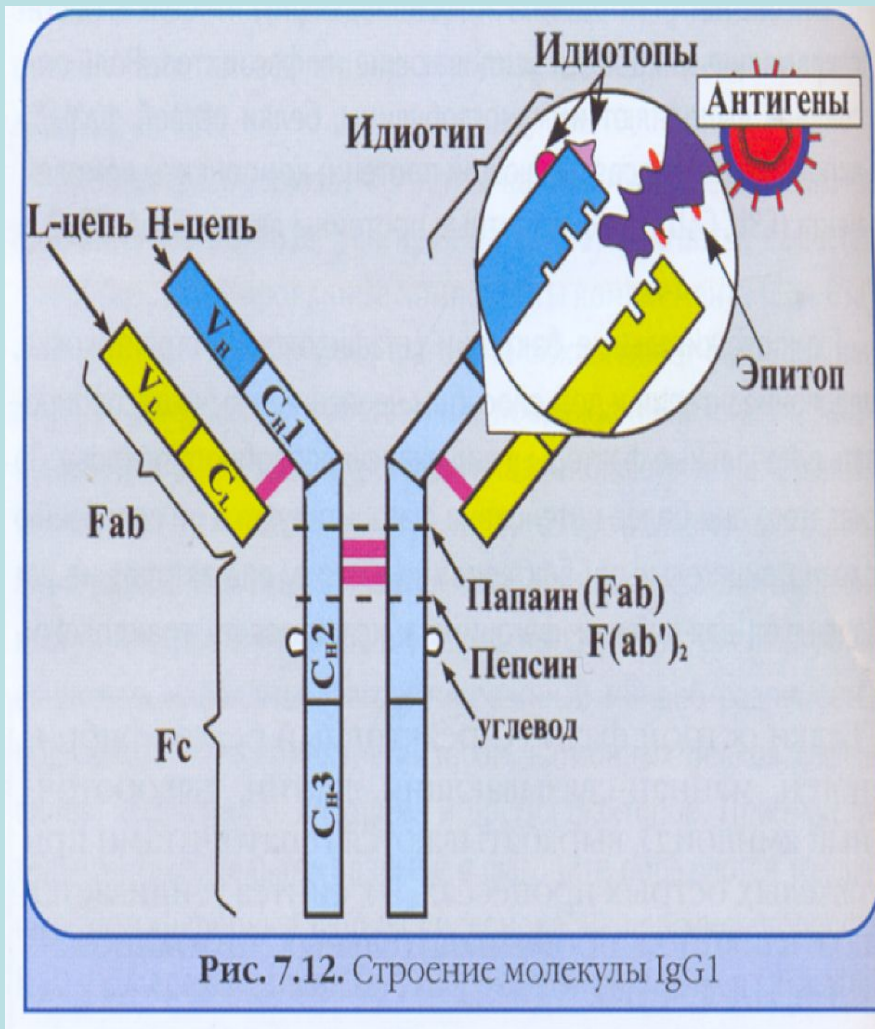
В-лимфоцит и плазмоцит



Взаимодействие В-лимфоцита с антигеном

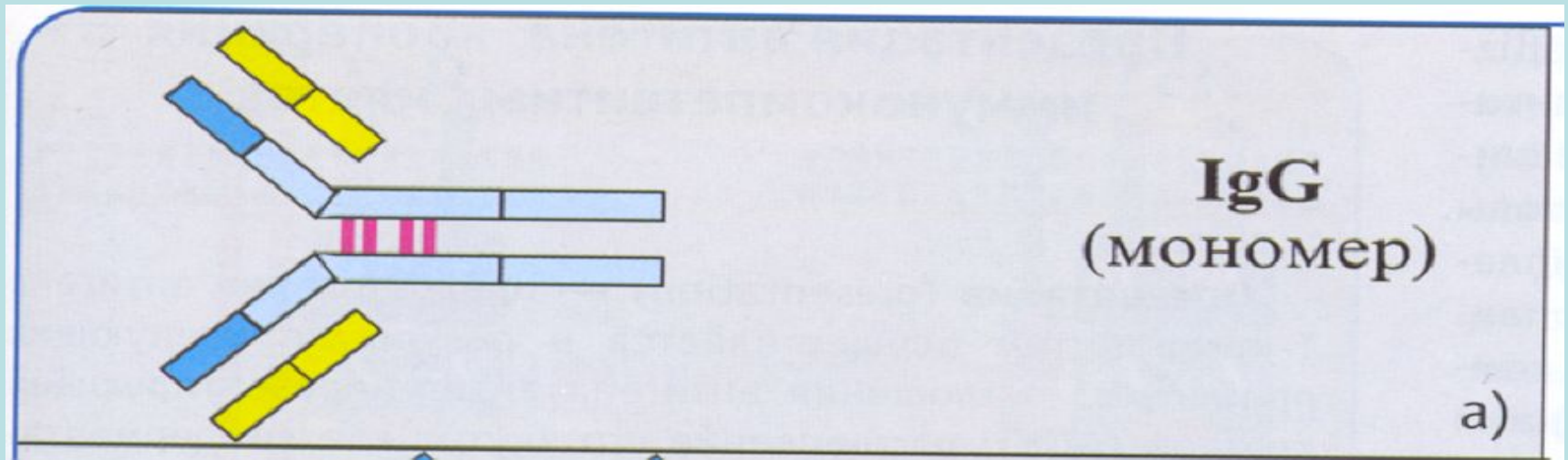


Строение иммуноглобулина



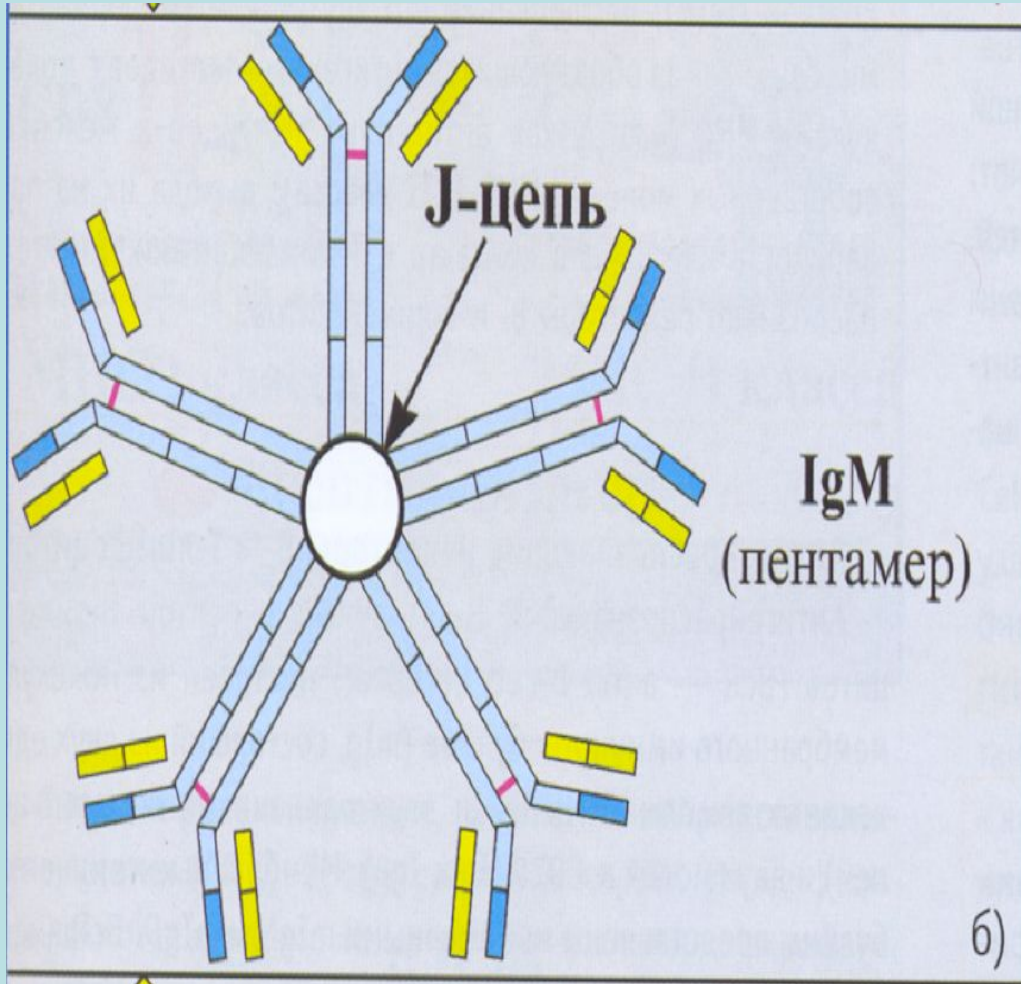
- L-цепь (light – легкая)
- H-цепь (heavy- тяжелая)
- Fab-фрагмент (antigen binding) – переменный участок, отвечающий за связывание антигена)
- Fc-фрагмент (constant) – константный участок – одинаков у всех Ig определенного класса

Строение и функции IgG



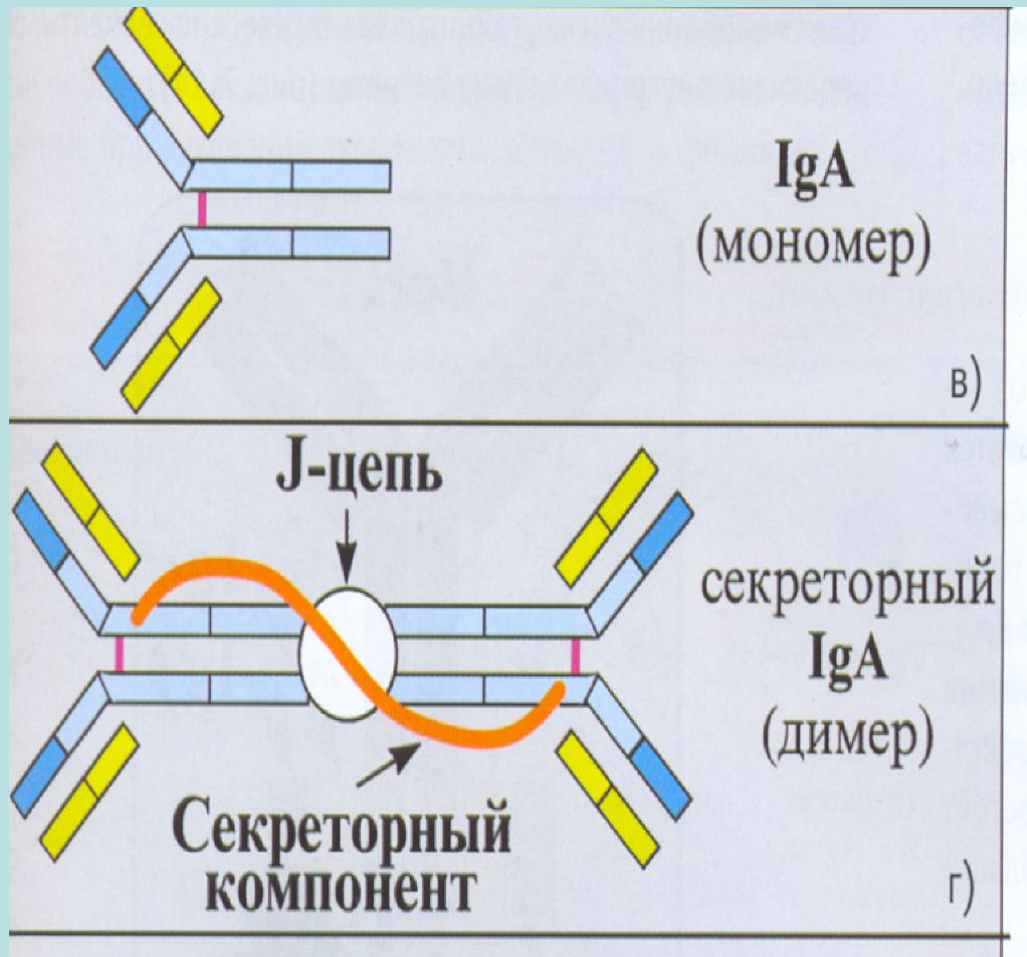
- Впервые появляется у хрящевых рыб
- Сывороточный Ig (80% антител сыворотки крови), вырабатывается во вторую очередь
- Период полураспада 7-23 дня
- Мономер (2 эпитоп-связывающих участка)
- Fc-фрагмент может связываться с комплементом
- Способен передаваться через плаценту

Строение и функции IgM



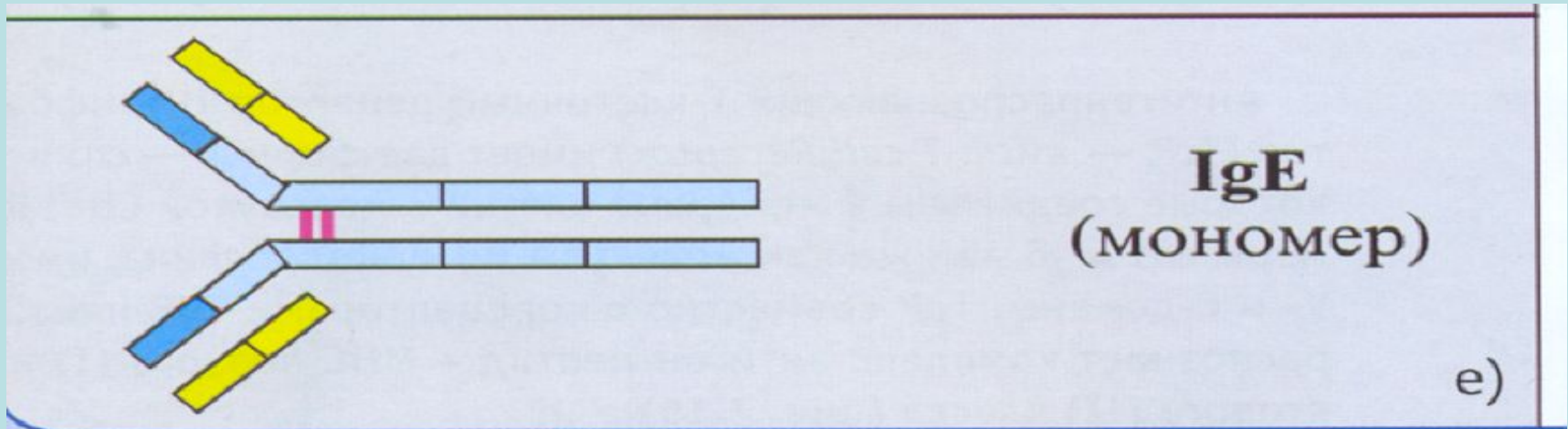
- Впервые появляется у круглоротых
- Сывороточный (10% антител сыворотки), вырабатывается в первую очередь
- Период полураспада – 5 дней
- Пентамер (10 эпитоп-связывающих участков)
- Fc-фрагмент может связываться с компонентом

Строение и функции IgA



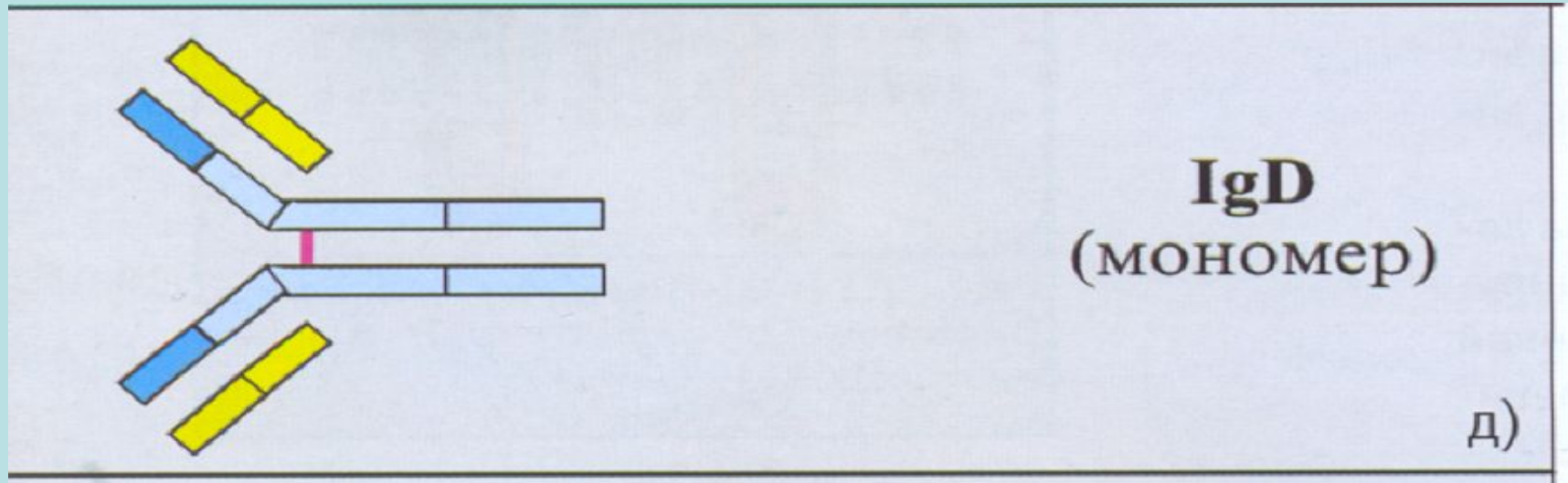
- Впервые появляется у птиц и млекопитающих
- Мономер составляет около 9% антител крови
- Период полураспада – 5 дней
- Секреторный IgA – димер, имеющий 4 эпитоп-связывающих участка
- Находится на слизистой оболочке, в слюне, в слезах, грудном молоке

Строение и функции IgE



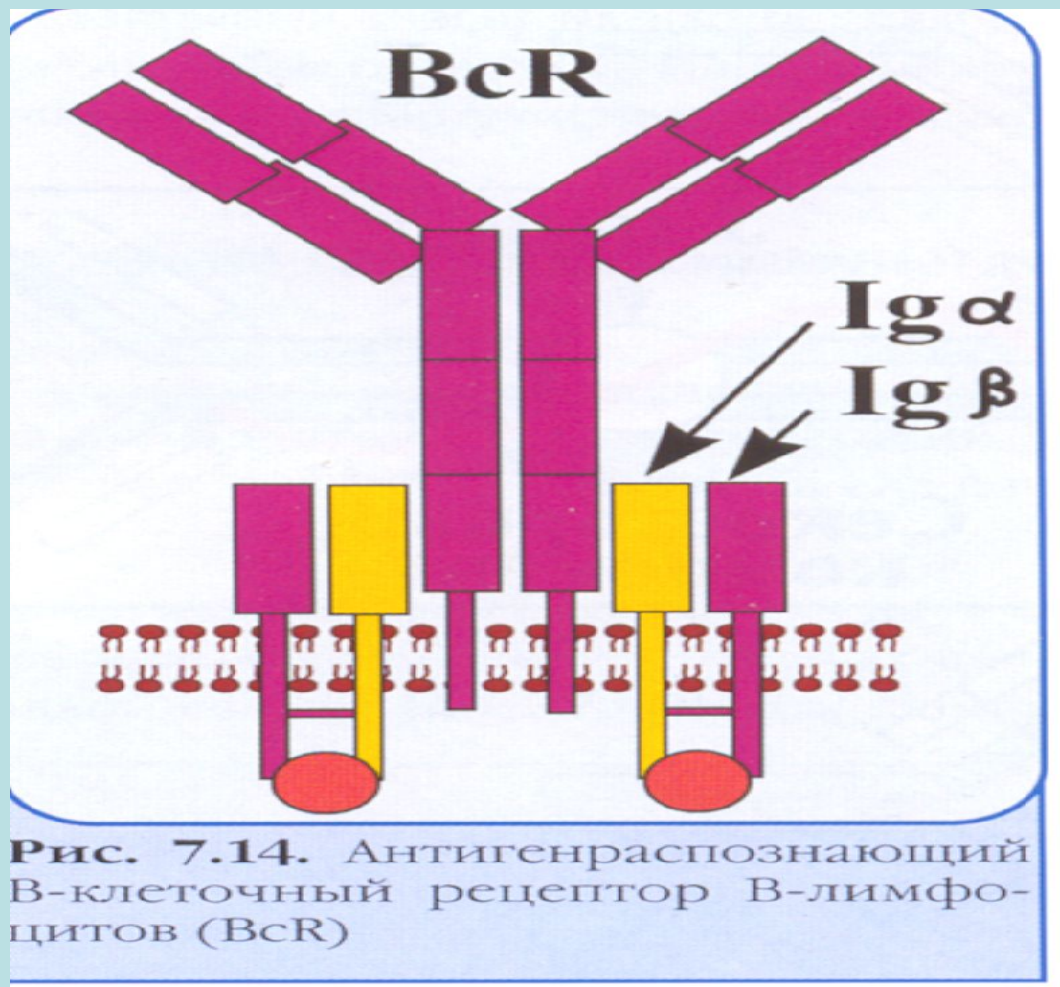
- Впервые появляется у млекопитающих
- Составляет около 0,002% антител сыворотки крови
- Мономер, имеет 2 эпитопсвязывающих участка
- Период полураспада – около 2 дней
- Участвует в противопаразитарном и противоаллергическом иммунитете
- Fc-фрагмент связывается с мембранами тучных клеток и базофилов

Строение и функции IgD



- Впервые появляется у млекопитающих
- Составляет около 0,02% антител сыворотки крови
- Мономер, имеет 2 эпитопсвязывающих участка
- Период полураспада – около 2 дней
- Находится на поверхности В-лимфоцита (наряду с мономерным IgM)

Иммуноглобулин D



- Антиген-
распознающий
рецептор
В-лимфоцита
Контролирует
его активацию
и супрессию

Схема гуморального иммунного ответа

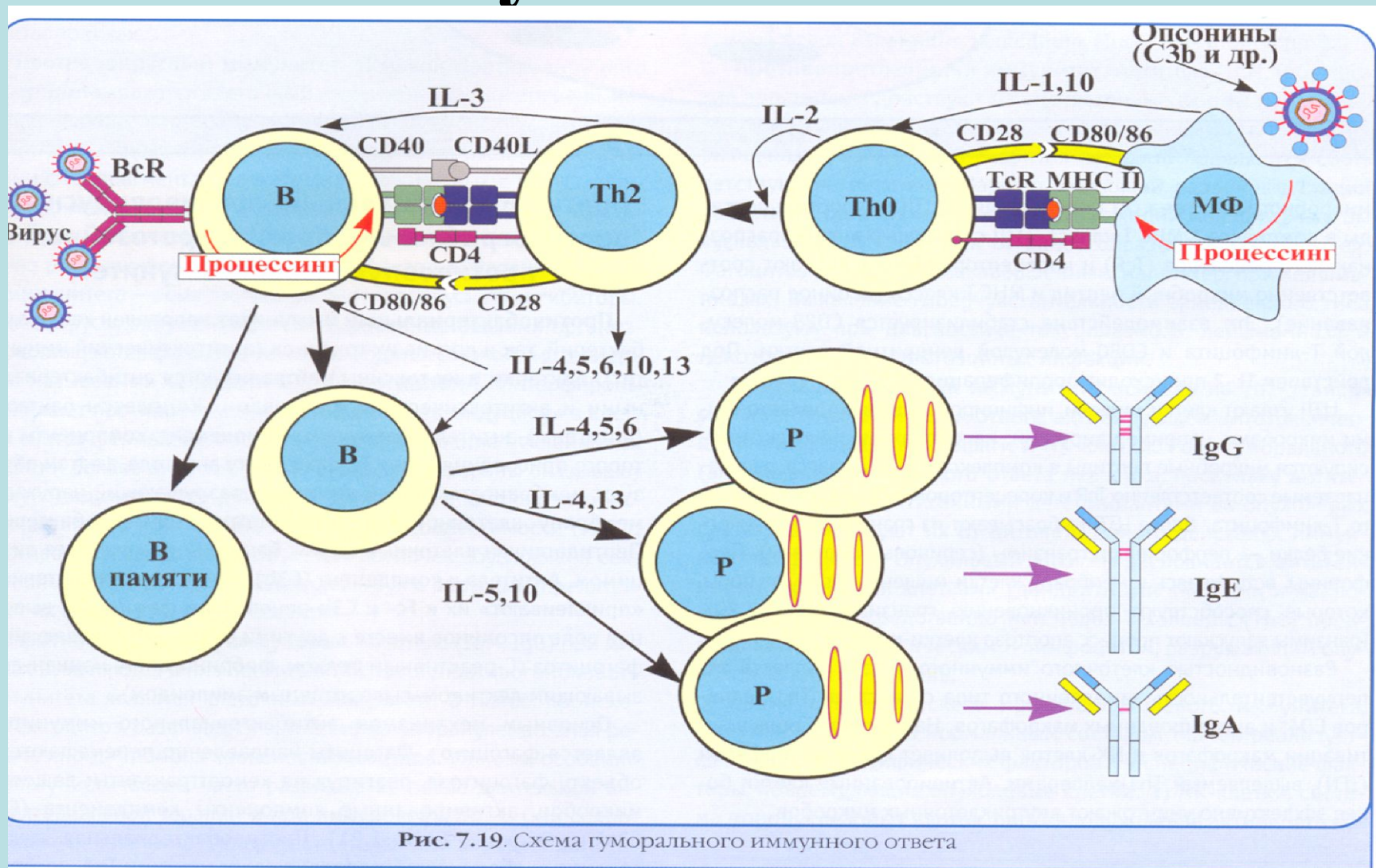
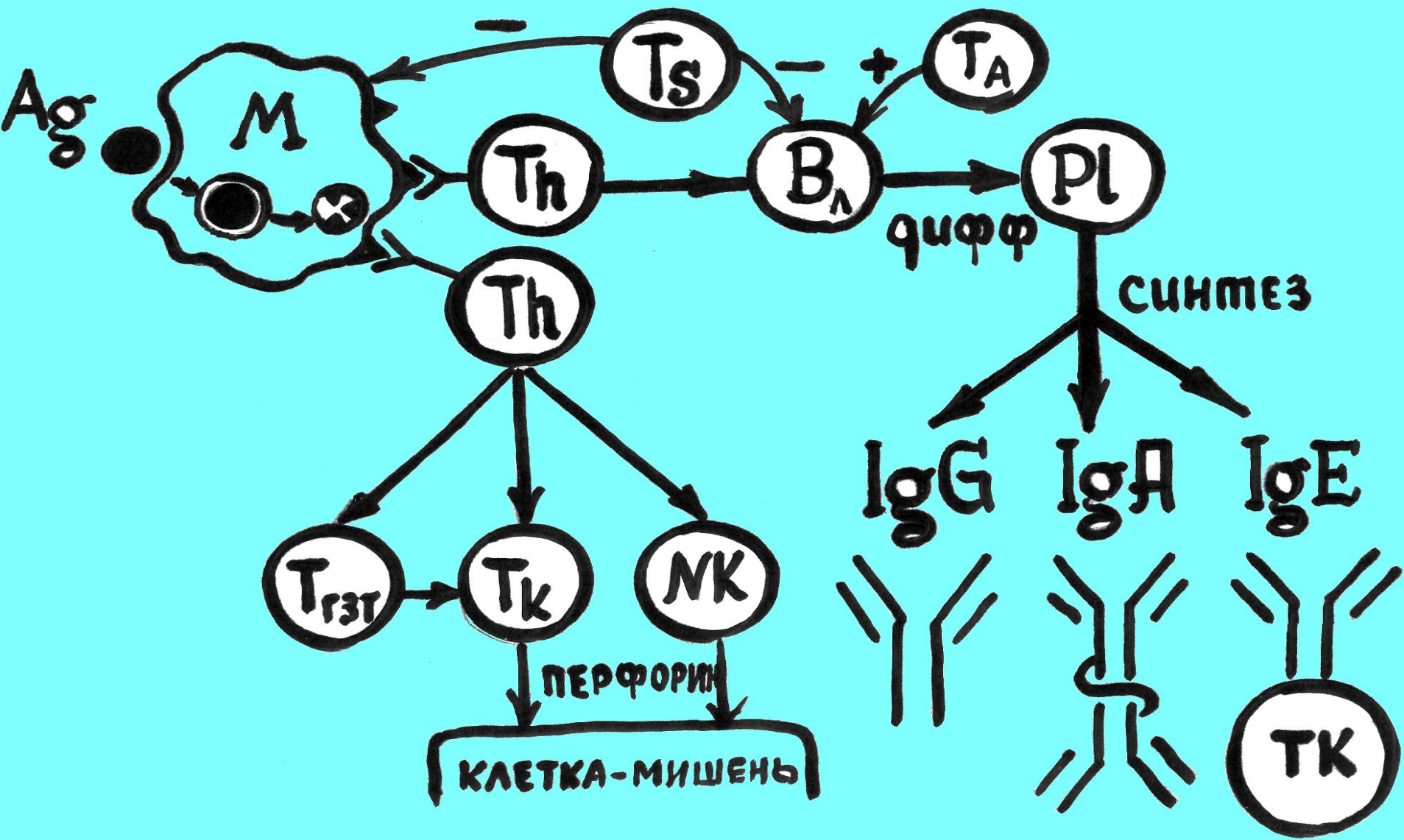


Рис. 7.19. Схема гуморального иммунного ответа

Схема иммунного ответа (механизм сенсбилизации)



Эволюция иммунитета у беспозвоночных

	Макрофагоподобные клетки	Лимфоциты и лимфоцитоподобные клетки	Очаги гемопоэза
Кишечно-полостные	Блуждающие амебоциты		
Кольчатые черви	Гиалиновые амебоциты (нейтрофилы)	Лимфоцитоподобные клетки 2 типов (базофилы)	Парные узелки в целоме Гемопоэт. ткань в алиментарном кровяном синусе
Моллюски	Гиалиновые амебоциты	Лимфоцитоподобные клетки	Гемопоэтическая ткань целома «Белое тело» головоногих
Членистоногие	Плазматоциты	Прогемоциты	Гемопоэт. участки в разных частях тела
Оболочники	Макрофаги	Лимфоциты	Лимф. узелки в глоточной стенке, вокруг киш. тракта, в стенках тела

Эволюция иммунитета у позвоночных

Класс	Иммунокомпетентные органы	Иммунокомпетентные клетки	Антитела
Круглоротые	Тимус, селезенка, лимфоидная ткань кишечника	Т-лимфоциты	IgM
Хрящевые рыбы	Те же	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG
Костные рыбы	Те же	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG
Амфибии	+ красный костный мозг и лимфатические узлы	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG
Рептилии	Те же	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG
Птицы	+ сумка Фабрициуса	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG, IgA
Млекопитающие	+ аппендикс	Т- и В-лимфоциты	IgM, IgG, IgA, IgE, IgD