A hand holding a black pen over a document, with a stethoscope visible in the background. The text is overlaid in yellow.

**Антигени. Властивості та  
хімічна характеристика.  
Антигенна будова  
мікроорганізмів.  
Антигени організму людини.**

**ВНМУ ім. М.І.Пирогова  
Кафедра мікробіології**

**Антигени (anti-проти, genos-рід) –**  
це хімічні речовини, розчинні або  
у складі клітин, що мають ознаки  
генетичної чужерідності, здатні  
викликати імунну відповідь і  
призводити до зміни імунної  
реактивності макроорганізму.

**Основні властивості антигену –**  
**здатність зумовлювати імунну**  
**відповідь та взаємодіяти з**  
**продуктами імунної відповіді (з**  
**антитілами або рецепторами**  
**лімфоцитів)**

# Види імунної реактивності організму

1. Синтез антитіл
2. Утворення специфічних цитотоксичних клітин
3. Реакції гіперчутливості негайного та сповільненого типу
4. Утворення клітин імунної пам'яті
5. Виникнення імунної толерантності
6. Розвиток ідіотип-антиідіотипової взаємодії

# **Вид імунної відповіді обумовлені:**

- **Властивостями антигену**
- **Його дозою**
- **Шляхами потрапляння в організм**
- **Станом імунної системи**

# Види антигенів

**Повноцінні антигени** – здатні індукувати імунну відповідь і взаємодіяти з її продуктами

**Структура повноцінного антигену:**

**гаптен + шлеппер**

**Гаптен (детермінанта антигену, епітоп)** – це невелика ділянка молекули антигену, яка має сталу стереохімічну структуру, зумовлює специфічність імунної відповіді і специфічну взаємодію антигену з продуктами імунної відповіді

**Шлеппер (провідник)** – це велика ділянка молекули, яка є носієм епітопу антигену

# Види антигенів

**Неповноцінні антигени** – не здатні самостійно індукувати імунну відповідь, але зберігають можливість реагувати з її продуктами

**Структура неповноцінного антигену:**

гаптен

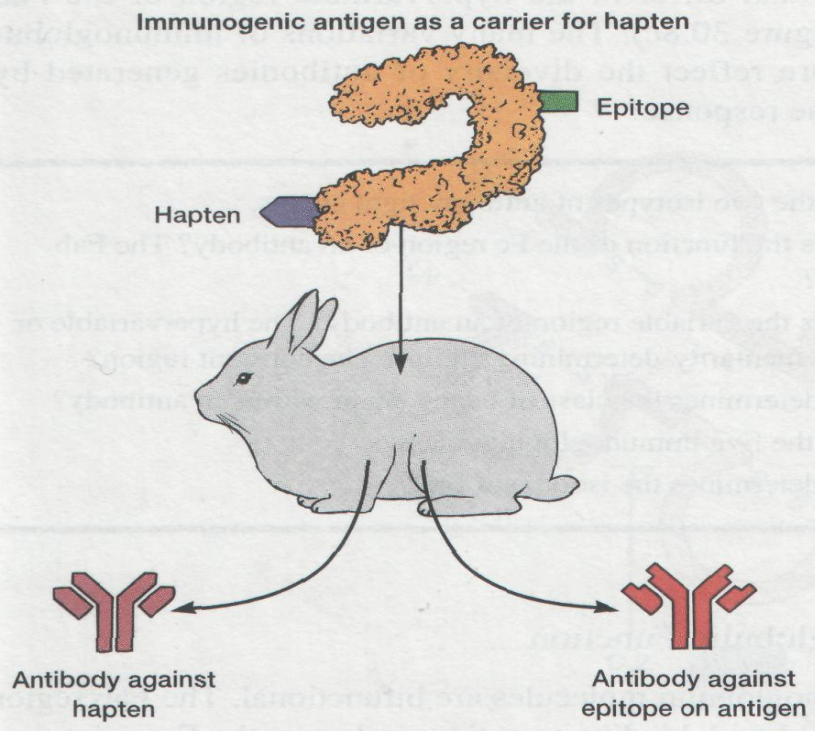
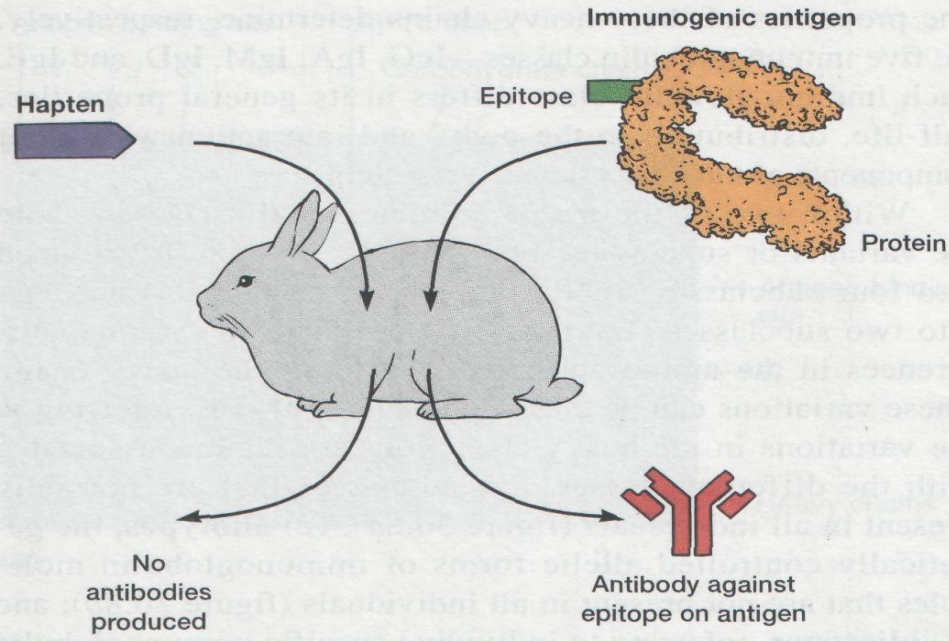
напівгаптен



**Гаптени** – це низькомолекулярні органічні речовини, здатні взаємодіяти з білками організму

**Напівгаптени** – це прості неорганічні речовини, здатні взаємодіяти з білками організму

- Гаптени і напівгаптени здатні викликати імунну відповідь тільки після кон'югації з високомолекулярними білками



# Види антигенів

## Повноцінні антигени:

- складні білки
- високомолекулярні полісахариди
- глікопротеїди
- ліпопротеїди
- ліпополісахариди
- нуклеопротеїди

# Неповноцінні антигени:

## Гаптени

- олігопептиди
- полісахариди
- нуклеїнові кислоти
- ліпіди
- стероїди
- лікарські засоби

# Неповноцінні антигени: Напівгаптени

- нітрогрупи
- Іони галогенів (йод, хлор, бром)
- Іони важких металів
- амінокислоти

# Властивості антигенів

1. Генетична чужерідність
2. Антигенність
3. Імуногенність
4. Специфічність
5. Велика молекулярна маса
6. Колоїдність
7. Розчинність

# Генетична чужерідність

**Генетична чужерідність** – це

ознака, яка характеризує

антиген, як хімічну речовину

певного походження. Чим

більша філогенетична

відстань між організмами,

тим більший ступінь

чужерідності

Умови генетичної чужерідності не є абсолютними, оскільки в організмі існують ізоантигени, аутоантигени та ін.

По відношенню до організму реципієнта антигени організму людини класифікують як:

1. Аутоантигени
2. Тканнинні або органоантигени
3. Алоантигени
4. Ізоантигени
5. Ксеноантигени



# Антигени організму людини

1. **Аутоантигени** Утворюються або присутні в нормі в організмі людини і при контакті з імунними клітинами викликають імунну відповідь
  1. **Нормальні** - містяться в тканинах забар'єрних органів (кришталік ока, тканини статевих залоз, мозку)
  2. **Патологічні** – утворюються в нормальних тканинах при пухлинній трансформації клітин, при дії низьких або високих температур, при опроміненні, під впливом ферментів бактерій, тощо

# Антигени організму людини

**2. Алоантигени** – зумовлюють індивідуальні антигенні особливості конкретного індивідуума

Напр., антигени головного комплексу гістосумісності (МНС I, МНС II)

**3. Ізоантигени (групові)** – антигени певного групи індивідумів, наділені імуногенністю по відношенню до представників іншої групи свого виду

Напр., антигени груп крові, Rh-фактор

# Антигени організму людини

4. **Ксеноантигени (видові)** – антигени певного виду, наділені імуногенністю по відношенню до представників іншого виду
5. **Тканинні або органоспецифічні антигени** - зумовлюють певні антигенні властивості різних органів і тканин в процесі їх росту і диференціації (**напр., ембріональні антигени**)

# Антигенність

**Антигенність** – це здатність антигену комплексно зв'язуватись із рецепторами В і Т клітин

Антигенність притаманна повноцінним антигенам і гаптенам

**Антигенність визначається**

- молекулярною масою
- жорсткістю структури молекули
- наявністю ароматичних амінокислот

# Імуногенність

**Імуногенність** – це сукупність властивостей, які визначають здатність речовини індукувати в організмі гуморальний або клітинний імунітет

Імуногенність притаманна тільки повноцінним антигенам

**Імуногенність визначається**

- молекулярною масою
- просторовою конфігурацією
- хімічною структурою
- ступенем чужерідності
- станом імунної системи індивідуума

# Специфічність

**Специфічність** – це структурні особливості, які відрізняють антигенні речовини одну від одної

**Специфічність визначається**

- структурою епітопу
- кількістю епітопів (моновалентні, дівалентні, мультівалентні антигени)

**За специфічністю розрізняють**

- Видові антигени
- Групові антигени
- Типові антигени

**Видові АГ** – представлені антигенними епітопами, притаманними особинам одного виду

**Гетерогенні АГ (перехресно реагуючі)** – представлені антигенними детермінантами, спільними для організмів різних таксономічних груп

**Гетероантигени** мікроорганізмів подібні за структурою до антигенів людини зумовлюють явище **антигенної мімікрії** збудника

**Групові АГ** – представлені антигенними детермінантами, які зумовлюють внутрішньовидові відмінності, що дозволяє розділити вид на групи

**Типові АГ** – представлені антигенними детермінантами, які зумовлюють внутрішньогрупові відмінності, що дозволяє розділити групу на варіанти (типи)



# Велика молекулярна маса

**Велика молекулярна маса** – зумовлює імуногенність антигенів

- Речовини з **ММ 5-10кДа** деградуються макрофагом на 95%, 5% процесується для індукції імунної відповіді
- Речовини з **ММ <5кДа** деградуються макрофагом повністю, імунна відповідь не індукується

# Розчинність і колоїдність

**Розчинність та колоїдність  
визначають імуногенність АГ**

Нерозчинні речовини не викликають  
розвитку імунних реакцій

**Колоїдними властивостями наділені  
ізолювані клітини (гриби, найпростіші,  
бактерії) та віруси**

# Антигени мікроорганізмів поділяються на

1. **Розчинні** (чужорідні білки-ферменти, токсини, продукти деградації клітин)
2. **Корпускулярні** (антигени, зв'язані з клітинами бактерій, грибів, а також з віріонними частками)

Розчинні антигени стимулюють розвиток гуморальної імунної відповіді

Корпускулярні антигени зумовлюють розвиток як гуморальної, так і клітинної імунної відповіді

# Антигенна будова мікроорганізмів

## Бактеріальна клітина

- **O-Ag (соматичні)** – ліпополі-(оліго)сахаридні комплекси Грам(-) бактерій, термостійкі
- **H-Ag (джгутикові)** – білки, термолабільні
- **K-Ag (капсульні)** – полісахариди, поліпептиди; термостабільні або термолабільні

- **Vi-Ag (поверхневі соматичні)** – полімер N-ацетилгалактозаміноуронової кислоти
- **Протективні Ag** – поверхневі білки, які синтезуються тільки в організмі хазяїна
- **Екзоферменти** – білки
- **Екзотоксини** – білки

- **Антигенна структура** бактерій визначається за допомогою **серологічних реакцій**
- **Корпускулярні антигени (O-Аг, K-Аг, H-Аг)** виявляються за допомогою **реакції аглютинації**
  - **K-Аг** також можна визначити за **реакцією набухання капсули (свелінг-реакція)**
- **Розчинні антигени** визначають за допомогою **реакції преципітації або реакції нейтралізації in vivo**

# Антигенна будова вірусів

- **S-Ag (серцевинні)** – РНК + білок, ДНК + білок (нуклеопротеїдні)
- **V-Ag (поверхневі оболонкові)**
  - капсидні, рецепторні – білок
  - Суперкапсидні, рецепторні – полісахарид, глікопротеїн, гемаглютинін, нейрамінідаза

Визначення антигенної структури вірусів проводять за допомогою **серологічних реакцій**:

**Внутрішні (корпускулярні, ендogenous)** антигени визначають за допомогою **реакції зв'язування комплементу**

**Зовнішні (оболонкові) антигени** визначають за допомогою **реакції нейтралізації, реакції гальмування гемаглютинації і гальмування гемадсорбції**



# Знешкодження антигену в організмі

Процеси зв'язування і нейтралізації антигенів відбуваються в периферичних органах імунної системи

**Селезінка** – антигени, що циркулюють в крові

**Лімфатичні вузли**

- **регіонарні** – антигени, що потрапляють через шкіру
- **мезентеріальні** – антигени, що потрапляють через шлунково-кишковий тракт

**Лімфоїдні тканини травного каналу** –  
антигени, що потрапляють через  
шлунково-кишковий тракт

**Лімфоїдні тканини навкологлоткового  
кільця** – антигени, що потрапляють  
через верхні дихальні шляхи

**Лімфоїдні тканини уrogenітальної  
системи** – антигени, що потрапили  
через слизові оболонки зовнішніх  
статевих органів

# Класифікація антигенів

Різні антигени по-різному стимулюють імунну систему

**T-залежні антигени** потребують участі макрофагів і T-лімфоцитів у своєму процесінгу і розпізнанні

**T-незалежні антигени** (полісахариди бактерій) безпосередньо зв'язуються з рецепторами B-лімфоцитів і стимулюють синтез антитіл без попереднього процесінгу у макрофагах

# Антигенпрезентуючі клітини

## 1. Фагоцити

- моноцити крові
- макрофаги тканинні
- макрофаги крайових зон
- клітини Купфера
- клітини мікроглії

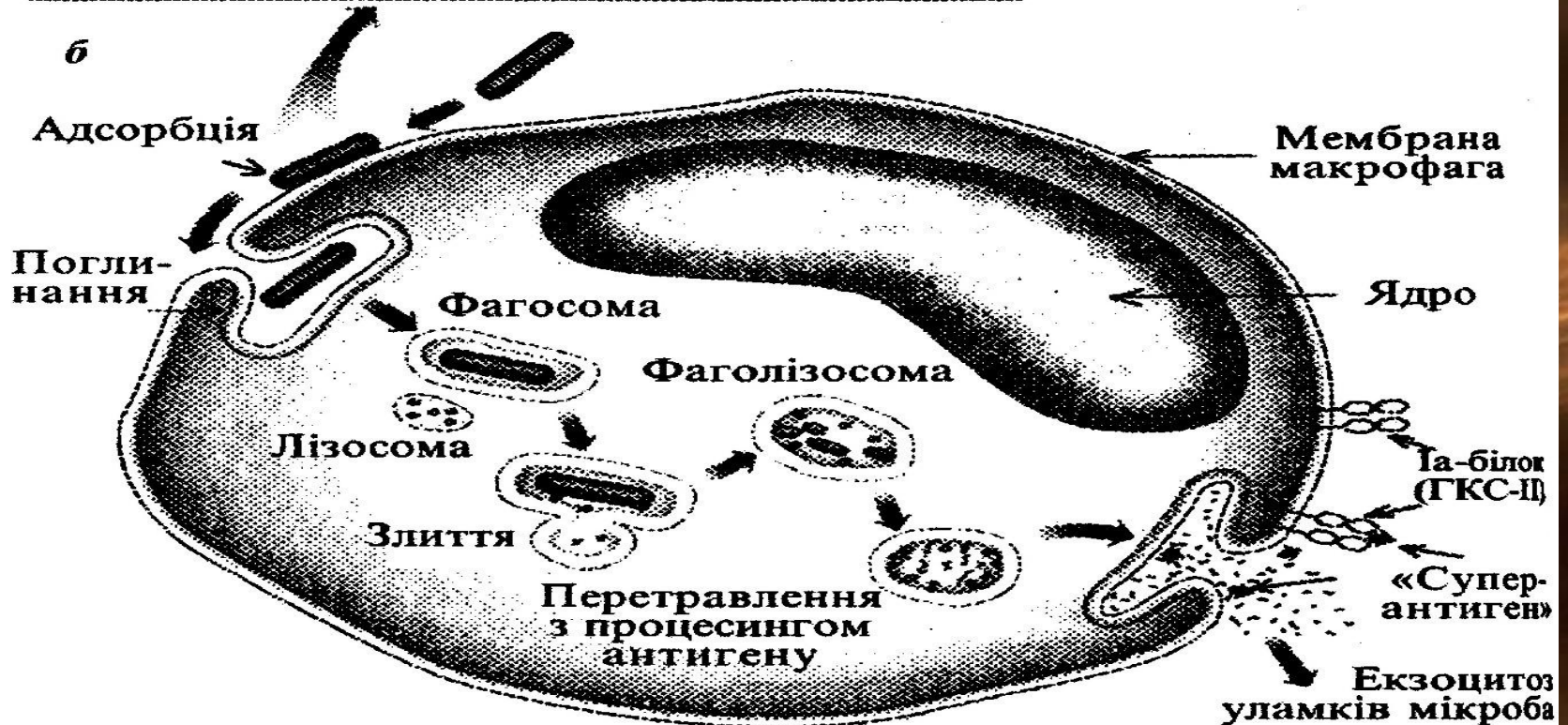
## 2. Факультативні АПК

- астроцити
- фолікулярні клітини щитоподібної залози
- ендотелій судин
- фібробласти

## 3. Лімфоцити

- Т- та В-лімфоцити

# Процесінг антигена



# Імунокомпетентні клітини, їх маркери

**Т-лімфоцити** – відповідають за клітинний імунітет, диференціюються на Т-хелпери, Т-кіллери, Т-супресори та Т-клітини пам'яті

**В-лімфоцити** – є попередниками антитілоутворюючих (плазматичних) клітин і В-клітин пам'яті, відповідають за гуморальний імунітет

**Маркери лімфоцитів** – специфічні поверхневі білкові молекули, притаманні тим або іншим субпопуляціям лімфоцитів і вказують на їх функційну здатність

**Маркери Т-лімфоцитів** – CD3, CD4, CD8 (CD - cluster of differentiation), рецептор до еритроцитів барана (E-рецептор), молекули МНС класів I і II (major histocompatibility complex)

**Маркери В-лімфоцитів** – мембранні Ig певного ідіотипу, рецептор Fc-фрагменту Ig, рецептори C3b, IgD, молекули МНС класів I і II (major histocompatibility complex)



# Кооперація клітин у гуморальній імунній відповіді на Т-залежний Аг

1. Макрофаг розпізнає антиген, поглинає, процесує

- **Процесінг** – це переробка специфічних компонентів антигену, виведення їх разом з молекулою МНС 2 класу на поверхню макрофага

2. Макрофаг виділяє цитокіни (ІЛ-1), контактує з Т-хелпером 2

3. Т-хелпер розпізнає антиген, виділяє цитокіни (ІЛ-4, ІЛ-5)

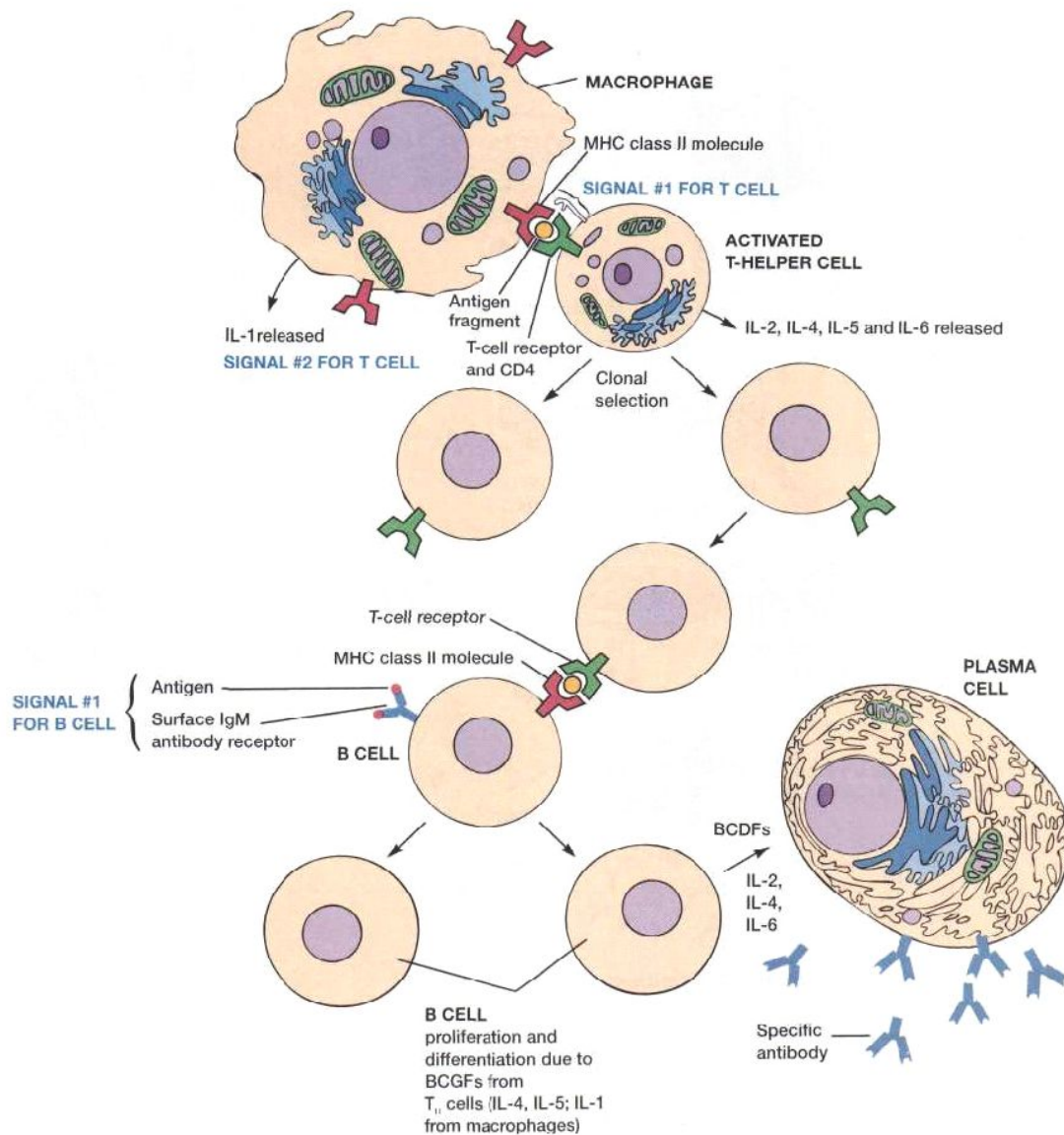
**4.Розмноження Т-хелперів (7-8 поколінь) з утворенням клону сенсibilізованих антигеном лімфоцитів**

**5.Стимуляція Т-хелпером В-лімфоцитів**

**6.Розмноження сенсibilізованих В-лімфоцитів (7-10 поколінь)**

**7. Утворення В-лімфоцитів пам'яті**

**7.Утворення плазматичних клітин (секреція Ig)**



**T-Dependent Antigen Triggering of a B Cell**  
Figure 31.2

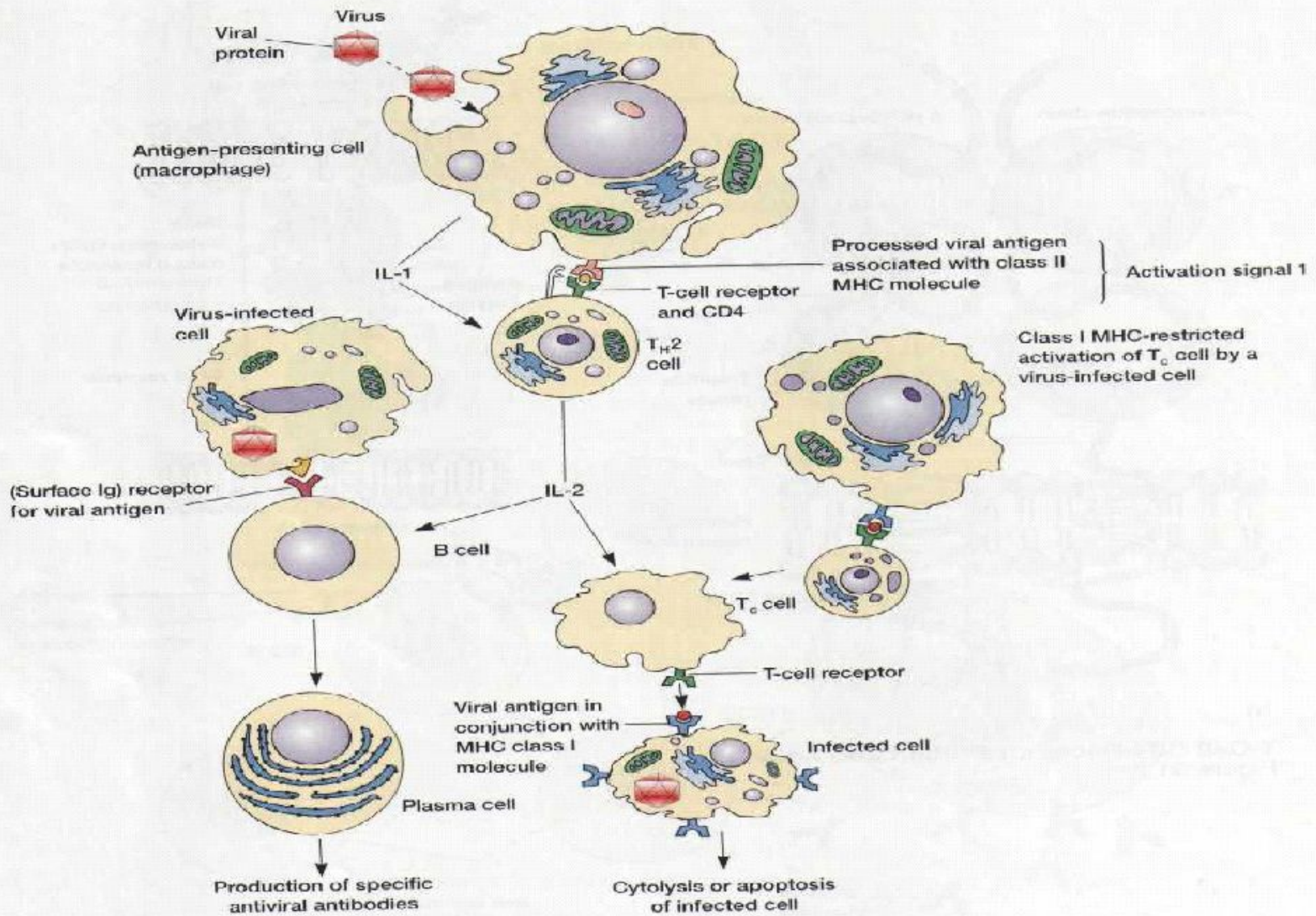
# Кооперація клітин у клітинній імунній відповіді на Т-залежні ендогенні Аг

1. Макрофаг розпізнає антиген, поглинає, процесує
2. Макрофаг виділяє цитокіни (ІЛ-1), контактує з Т-хелпером 1
3. Т-хелпер 1 розпізнає антиген, виділяє цитокіни (ІЛ-2)

**4.Розмноження Т-лімфоців  
(хелперів, кіллерів, супресорів) з  
утворенням клону сенсibiliзо-  
ваних антигеном лімфоцитів з  
відповідною специфічністю  
рецепторів до антигенної  
детермінанти**

### **Регуляція імунної відповіді:**

- хелпери – активують
- супресори – пригнічують
- кіллери – знешкоджують  
антигензмінені клітини



**Regulator and Effector T Cells**  
 Figure 31.6