



ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра внутрішніх хвороб-3

On-Line курс:

СУЧАСНІ ПИТАННЯ КЛІНІЧНОЇ ІМУНОЛОГІЇ ТА АЛЕРГОЛОГІЇ

Змістовий модуль 1.

Структура та принципи функціонування імунної системи

Тема заняття №2:

**Природжений та специфічний імунітет
Кооперація імунокомпетентних клітин**

СТРОЕНИЕ ИММУНОЙ СИСТЕМЫ

ИММУНИТЕТ

ВРОЖДЕННЫЙ
(неспецифический)
1-я линия защиты

Клеточные
факторы

Гуморальные
факторы

ПРИБРЕТЕННЫЙ
(специфический)
2-я линия защиты

Клеточные
факторы

Гуморальные
факторы

ВРОЖДЁННЫЙ ИММУНИТЕТ

Врождённый иммунитет — способность организма обезвреживать чужеродный и потенциально опасный биоматериал (микроорганизмы, трансплантат, токсины, опухолевые клетки, клетки, инфицированные вирусом), существующая изначально, до первого попадания этого биоматериала в организм.

Активируется при первом распознавании определённых классов антигенов патогена (а не конкретных специфических антигенов) - полисахаридов клеточной стенки бактерий, двунитовой РНК некоторых вирусов и т.п.

ВРОЖДЁННЫЙ ИММУНИТЕТ

Основные функции:

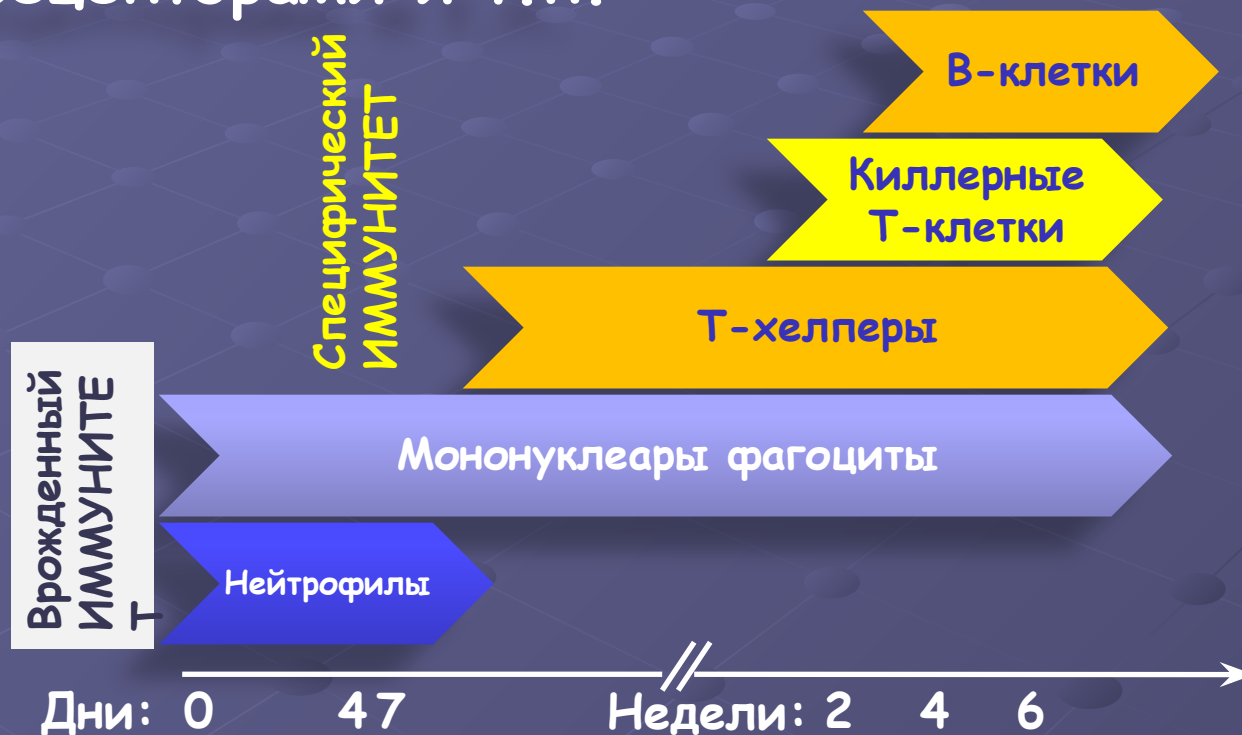
1. Распознавание патогенов
2. Прямое противомикробное действие
3. Поддержание микробиоциноза
4. Развитие воспаления
5. Индукция адаптированного иммунитета

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВРОЖДЕННОГО И АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТОВ

Характеристика	Врожденный иммунитет	Адаптивный иммунитет
Условия формирования	Формируется в онтогенезе вне зависимости от «запроса»	Формируется в ответ на «запрос» (поступление чужеродных агентов)
Объект распознавания	Группы чужеродных молекул, связанных с патогенностью	Индивидуальные молекулы (антигены)
Эффекторные клетки	Миелоидные, частично лимфоидные клетки	Лимфоидные клетки
Тип реагирования популяции клеток	Популяция клеток реагирует как целое (не клонально)	Реакция на антиген клональная
Распознаваемые молекулы	Образы патогенности; стрессорные молекулы	Антигены
Распознающие рецепторы	Патогенраспознающие рецепторы	Антигенраспознающие рецепторы
Угроза аутоагрессии	Минимальная	Реальная
Наличие памяти	Отсутствует	Формируется иммунологическая память

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД ИММУННОГО ОТВЕТА

- Зависит от природы м/о, места и реакции
- Временной период ответа
- Требуется контроль цитокинами, связь с рецепторами и т.п.



ПЕРВАЯ ЛИНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ИНФЕКЦИЙ

1 Барьеры кожных покровов и слизистых

Механический

Химический

Биологический

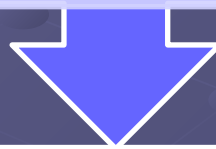


2 Гуморальные компоненты

Система
комплемента

Система коагуляции

Цитокины



3 Клеточные компоненты

Нейтрофилы

Моноциты,
макрофаги

НК-клетки

Эозинофилы

МЕХАНИЧЕСКИЙ БАРЬЕР

Система/орган	Тип клетки	Механизм
Кожа	Сквамозный эпителий	Физический барьер Десквамация
Слизистые оболочки	Нереснитчатый эпителий (напр. ЖКТ)	Перистальтика
	Реснитчатый эпителий (напр. респираторный тракт)	Мукоцилиарный транспорт
	Железистый эпителий (напр. носоглотки)	Смывающее действие слез, слюны, слизи, мочи

ХИМИЧЕСКИЙ БАРЬЕР

Система/орган	Тип клетки	Механизм
Кожа	Пот	Антимикробное действие жирных кислот
Слизистые оболочки	НСI (париетальные клетки), слезы и слюна	Низкая рН Лизоцим и фосфолипаза А
	Дефензины (респираторная система и ЖКТ)	Антимикробное действие
	Сурфактант (легкие)	Опсонизация

БИОЛОГИЧЕСКИЙ БАРЬЕР

Система/орган	Тип клетки	Механизм
Кожа и слизистые оболочки	Нормальная микрофлора	Антимикробные вещества Среда для питания и колонизации

ПЕРВАЯ ЛИНИЯ ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ

Миелоидные клетки

- Фагоцитоз и внутриклеточный киллинг (нейтрофилы, моноциты, макрофаги)
- Внеклеточный киллинг (эозинофилы, нейтрофилы)

Провоспалительные цитокины

Дефензины

Лимфоидные клетки

- Контактный киллинг (NK- и NKT-клетки)
- Активность $\gamma\delta$ T-клеток

Естественные антитела (продукты B1-клеток)

Интерфероны I типа (плазмоцитоидные дендритные клетки)

Эпителиальные и другие клетки

- Под влиянием активации могут приобретать многие защитные функции миелоидных клеток, включая фагоцитарную

Система комплемента (опсонизация, внеклеточный цитолиз)

Белки острой фазы (опсонизация и т.д.)

ПЕРВИЧНАЯ РЕАКЦИЯ ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА

ВЫБРОС ЦИТОКИНОВ

макрофагами при первом
контакте с патогенами

Активация клеточного
звена

«Организация» эмиграции
лейкоцитов в очаг
воспаления

ГУМОРАЛЬНОЕ ЗВЕНО ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА

Компонент	Тип клетки
Комплемент	Лизис бактерий и некоторых вирусов Опсонизация Повышение проницаемости сосудов Активация и хемотаксис фагоцитов
Коагуляционная система	Повышение проницаемости сосудов Хемотаксис фагоцитов В-лизин тромбоцитов - катионный детергент
Лактоферрин и трансферрин	Конкурируют с микроорганизмами за связь с железом
Лизоцим	Повреждает клеточную мембрану бактерий
Цитокины	Многочисленные эффекты

СВОЙСТВА ЦИТОКИНОВ

Цитокины — небольшие пептидные информационные молекулы, регулируют межклеточные и межсистемные взаимодействия, рост, выживаемость, дифференциацию, функциональную активность и апоптоз клеток.

- **синтезируются в процессе иммунного ответа**
- активны при очень низких концентрациях (порядка 10^{-11} моль/л)
- **аутокринная, паракринная и эндокринная активность с иммунной и воспалительной реакциями**
- факторы роста и дифференцировки клеток (медленные клеточные реакции)
- **образуют регуляторную сеть с синергическим или антагонистическим действием**
- обладают **плейотропной (полифункциональной) активностью и перекрывающимися функциями.**

ОСНОВНЫЕ СЕМЕЙСТВА ЦИТОКИНОВ

Семейства	Цитокины	Биологическая функция
Интерлейкины (ИЛ-1 - ИЛ34)	Семейства: ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-10, ИЛ-12, ИЛ-17,	Провоспалительная, противовоспалительная, регуляция роста лимфоцитов, иммунного ответа, дифференцировки Т-х
Интерфероны (ИНФ-I и II типа)	Интерфероны I типа (α, β, δ, κ, ω, τ), II типа - γ и группа интерфероноподобных цитокинов: ИЛ-28А, ИЛ-28В и ИЛ-29	Противовирусная, антипролиферативная, иммунорегуляторная активность
Фактор некроза опухоли	ФНО-α и лимфотоксины	Провоспалительная активность, межклеточное взаимодействие, индукция апоптоза, участие в морфогенезе
Факторы роста клеток гемопоэза	Эритропоэтин, тромбопоэтин, ГМ-КСФ, Г-КСФ, М-КСФ, с-Kit-лиганд, ИЛ-3, ИЛ-7, ИЛ-11	Поддержка жизнеспособности и пролиферации кроветворных клеток
Хемокины	Группы: СС, СХС (ИЛ-8), СХЗС, С	Хемотаксис и активация клеток иммунной системы
Факторы роста	ФР фибробластов, ФР эндотелиальных клеток, тканевой ФР, трансформирующий ФР, ФР эпидермиса, тканевой ФР, трансформирующий ФР	Регуляторы роста, дифференцировки и функциональной активности различных клеток, воспаления, ангиогенеза, морфогенетических процессов

ИНТЕРЛЕЙКИНЫ

ИЛ-1 (эндогенный пироген)

- Повыш. ИЛ-2 и экспрессию его рецепторов, острофазовых белков. Индуцирует ИЛ-3, ИЛ-6, ИЛ-8

ИЛ-2

- Повыш. пролиферацию Т-ЛЦ, В-ЛЦ, функцию ЕК и МоНЦ

ИЛ-3

- Повыш. пролиферацию СК для всех ростков

ИЛ-4

- Повыш. пролиферацию В-ЛЦ, экспрессию Fc-рецепторов IgE? переключает синтез Ig

ИЛ-5

- Индуц. дифференцировку и активность эозинофилов, их жизнеспособность

ИЛ-6

- Подобен ИЛ-1

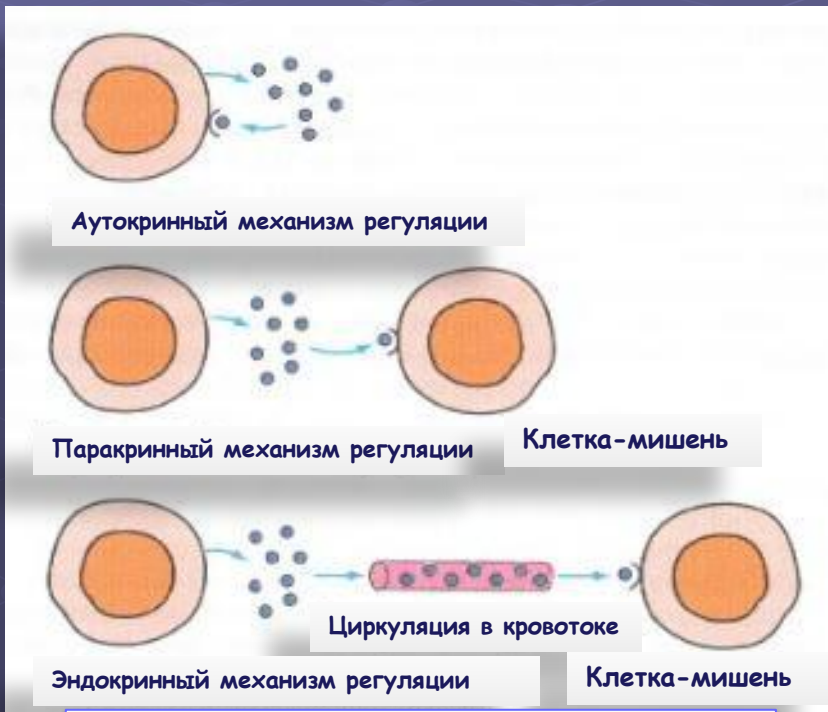
ИЛ-8

- Нейтрофильный фактор

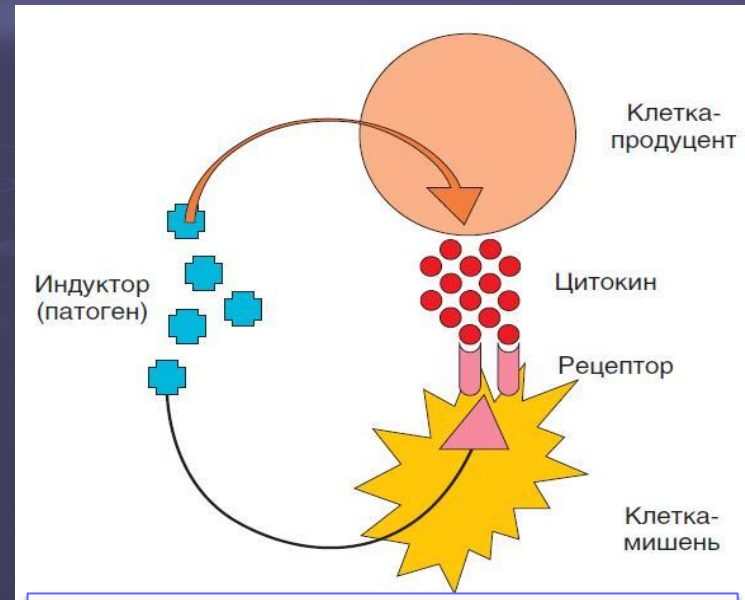
ИЛ-10

- Супрессорный фактор

ТИПЫ РЕГУЛЯЦИИ ЦИТОКИНОВОЙ СЕТИ

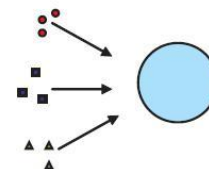


Механизмы цитокиновой регуляции

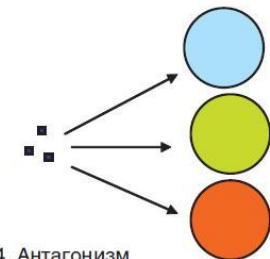


Локальный эффект регуляции цитокинов

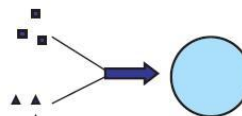
1. Избыточность



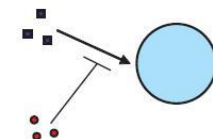
2. Плейотропность



3. Синергизм



4. Антагонизм



Типы взаимодействия цитокиновой сети

СИСТЕМА КОМПЛЕМЕНТА

Историческая справка:



Нобелевская премия 1919 г.

Жюль Борде (J. Bordet, Бельгия) – за открытие и изучение системы комплемента

ПРОТЕИНЫ СИСТЕМЫ КОМПЛЕМЕНТА

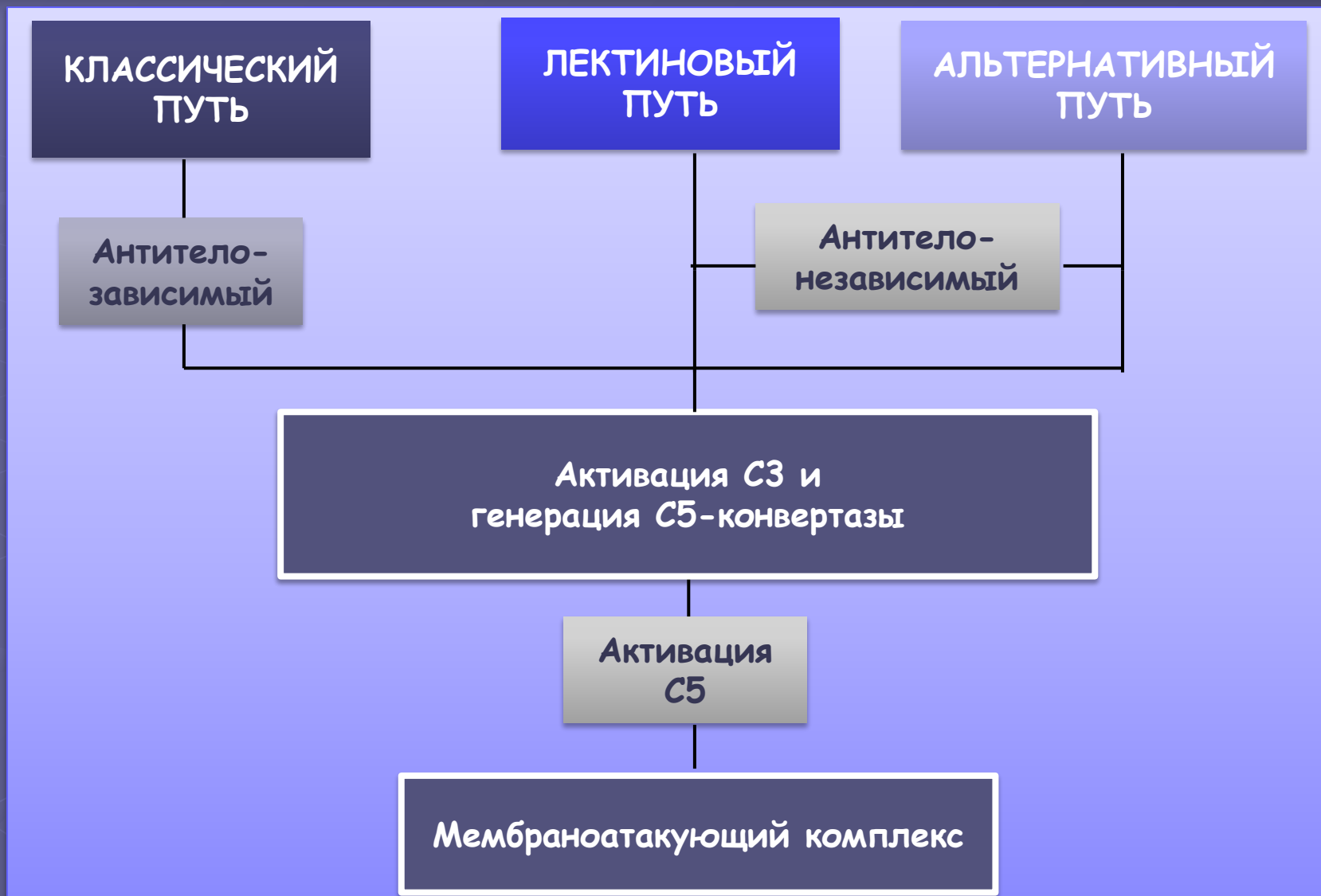
Система комплемента состоящей из собственно белков комплемента, мембранных рецепторов к комплементу, плазменных и мембранных регуляторов активности комплемента

- C1(qrs), C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9
- Факторы В, D, H и I, пропердин (P)
- Лектин, связывающий маннозу (MBL), MBL ассоциированный с протеином плазмы (MASP-1 MASP-2)
- C1-ингибитор (C1-INH, серпин), C4-связанный протеин (C4-BP), фактор ускорение распада (DAF), рецептор комплемента-1 (CR1), протеин-S (витронектин)

ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕМЕНТА

1. Цитолиз (разрушение) модифицированных собственных клеток и патогенов.
2. Образование анафилотоксинов (C3a, C4a и C5a)
3. Хемотаксического влияния на гранулоциты
4. Обеспечение адгезии, опсонизации и фагоцитоза
5. Формирование резистентности к вирусам (лизис, опсонизация, блокада пенетрации в клетку)
6. Клиренс иммунных комплексов
7. Профилактика развития аутоиммунных процессов
8. Активация калликреин-кининовой системы и системы свёртывания крови

ПУТИ АКТИВАЦИИ КОМПЛЕМЕНТА



КАСКАД АКТИВАЦИИ КОМПЛЕМЕНТА

Классический
путь активации

Комплекс
антиген-антитело

C1

C1

C4 + C2

C4 $\bar{2}$ + C4a

C3

C3 \bar{b} + C3a

C5

C5 \bar{b} + C5a

C6 + C7

C5 $\bar{b}67$

C8 + C9

МАК
C5 $\bar{b}6789$

Лизис клеток

Опсонизация
бактерии

Активация
мастоцитов и
базофилов

Хемотаксис
лейкоцитов

Альтернативный
путь активации

Микроорганизм
+ белки В и D

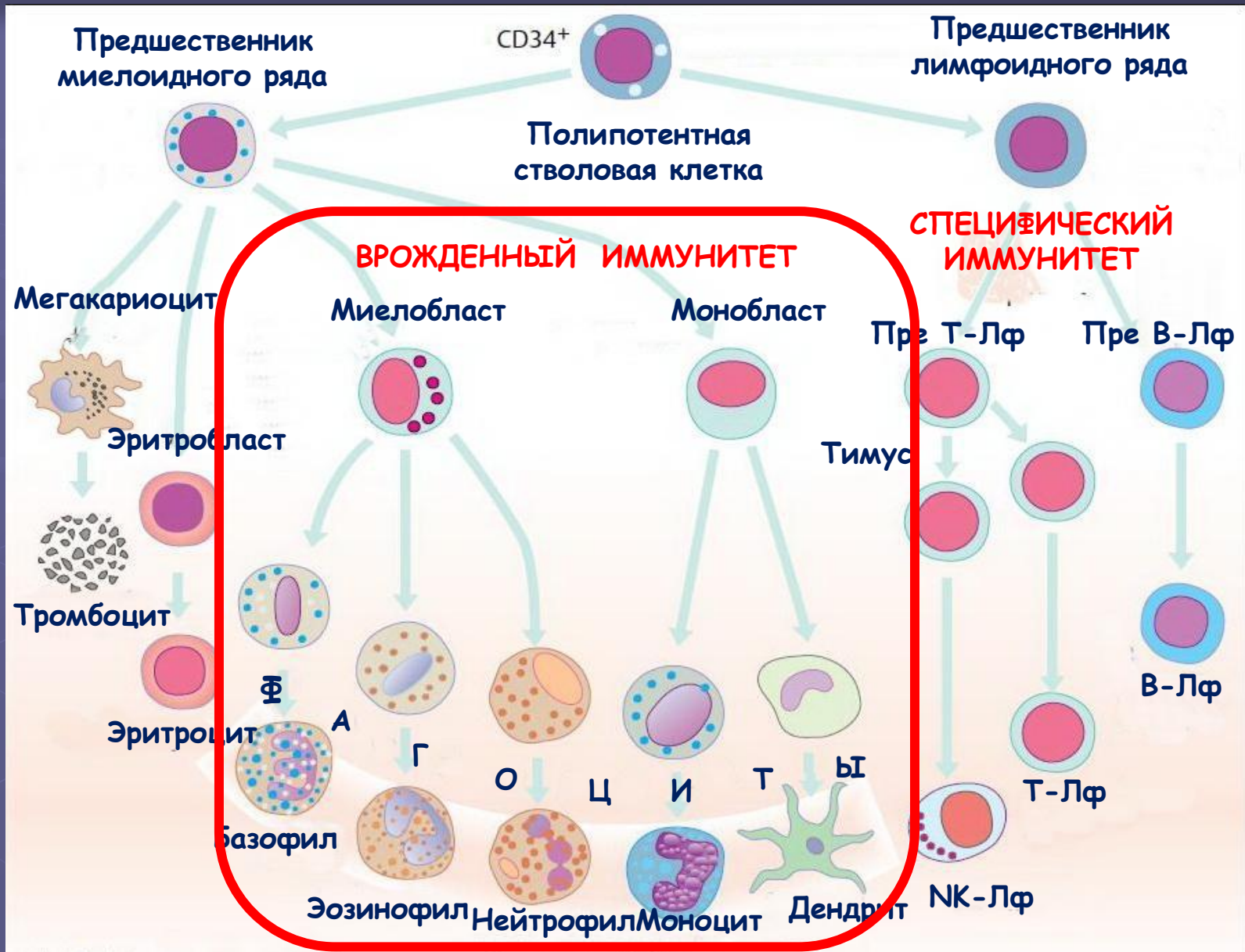
КЛЕТОЧНЫЕ ФАКТОРЫ

Тип клетки	Механизм действия
Нейтрофилы	Лизис бактерий и некоторых вирусов Опсонизация Повышение проницаемости сосудов Активация и хемотаксис фагоцитов
Макрофаги	Повышение проницаемости сосудов Хемотаксис фагоцитов Р-лизин тромбоцитов - катионный детергент
НК-клетки LAK-клетки	Киллинг вирус-инфицированных клеток и клеток распознанных как "non-self"
Эозинофилы	Киллинг паразитов

ФУНКЦИИ КЛЕТОЧНОГО ЗВЕНА ИММУНИТЕТА

1. Реакция отторжения органов и тканей (трансплантационный иммунитет)
2. Защита от вирусных и грибковых инфекций, протозойных инвазий
3. Противоопухолевая защита
4. Аутоиммунные реакции
5. Реакции "трансплантат против хозяина"

КРОВЕТВОРНЫЕ КЛЕТКИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ



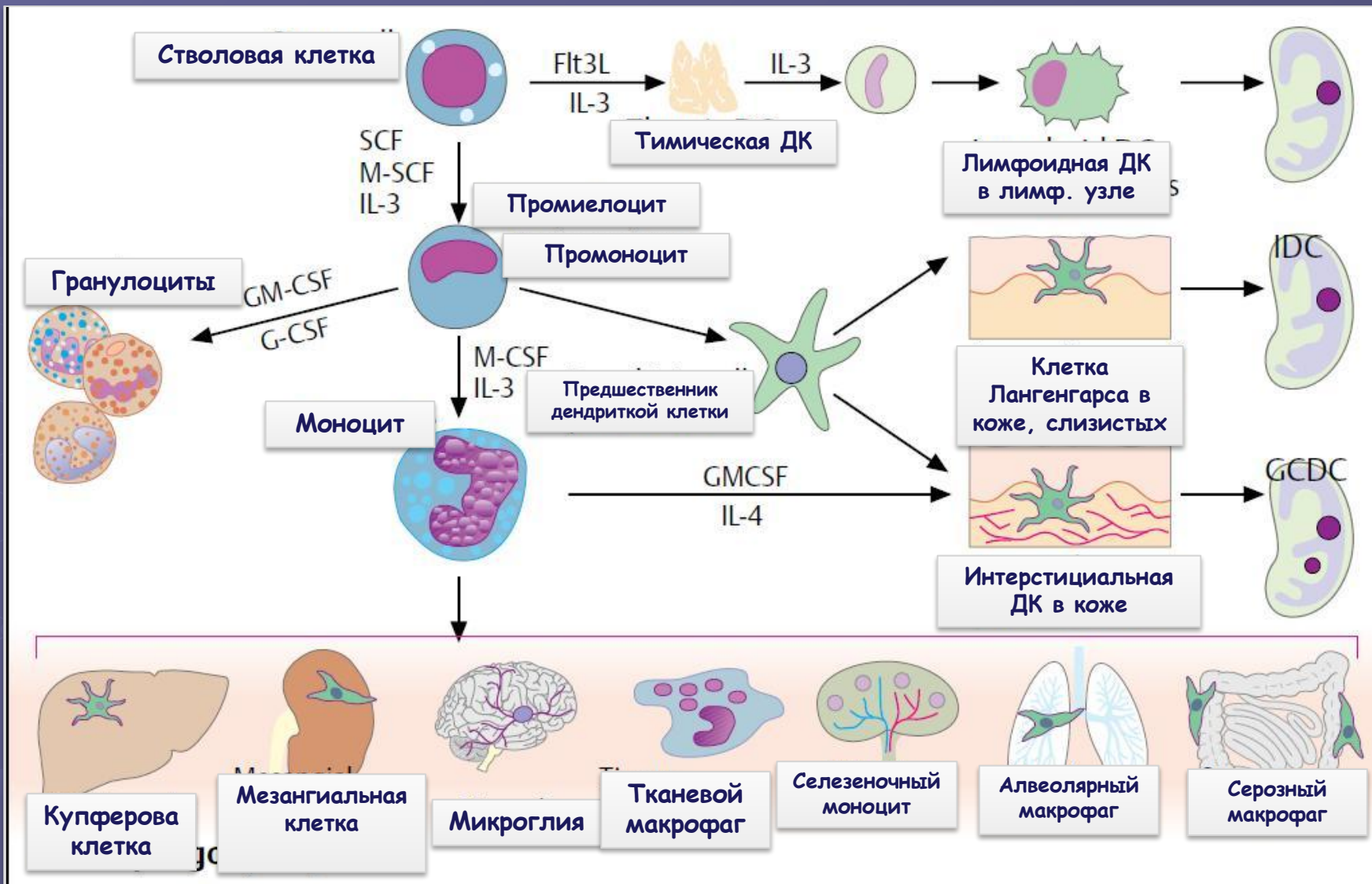
ФАГОЦИТОЗ

Историческая справка:

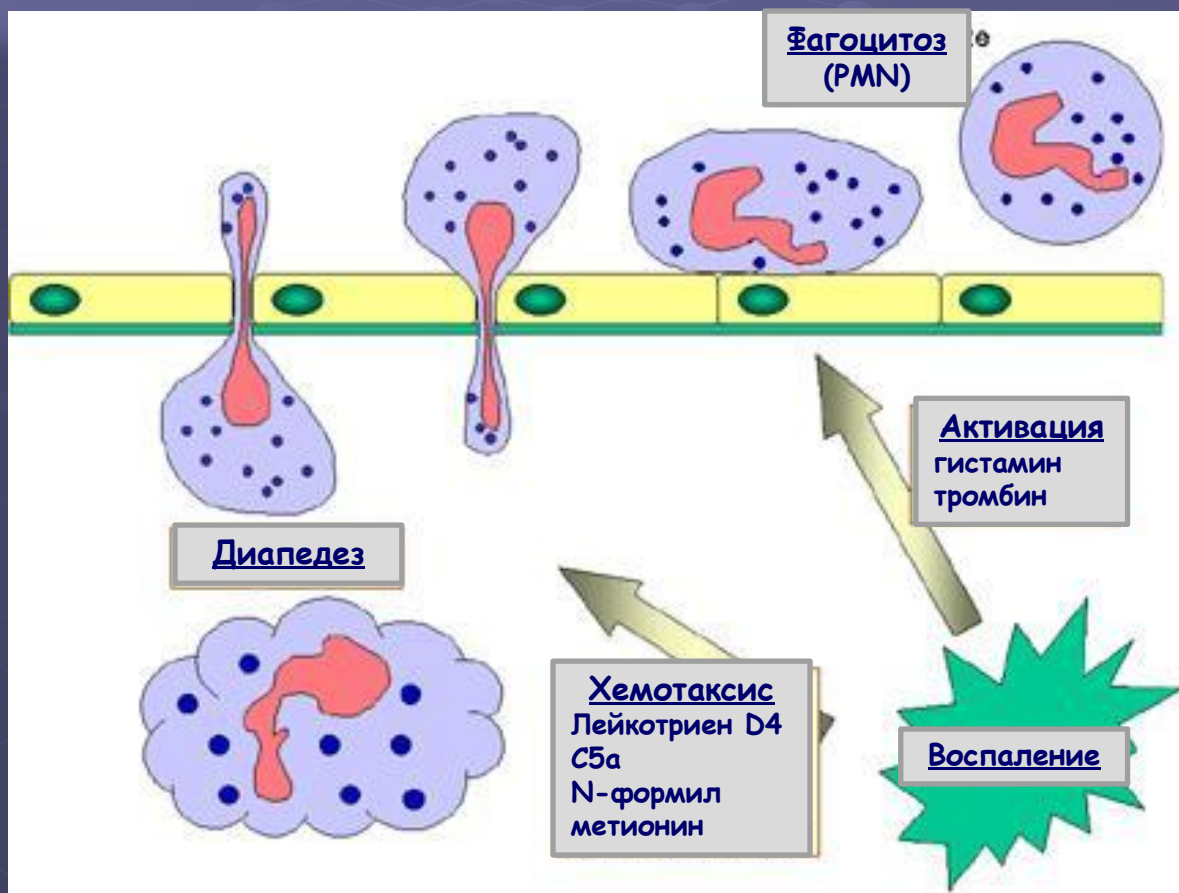


Нобелевская премия 1908 г.
И.Мечников (Россия) и Пауль Эрлик (P. Ehrlich,
Германия) за открытие фагоцитоза и разработку
гуморальной теории иммунитета

ФАГОЦИТАРНАЯ СИСТЕМА



ФАГОЦИТОЗ - РЕАКЦИЯ НА ИНФЕКЦИЮ



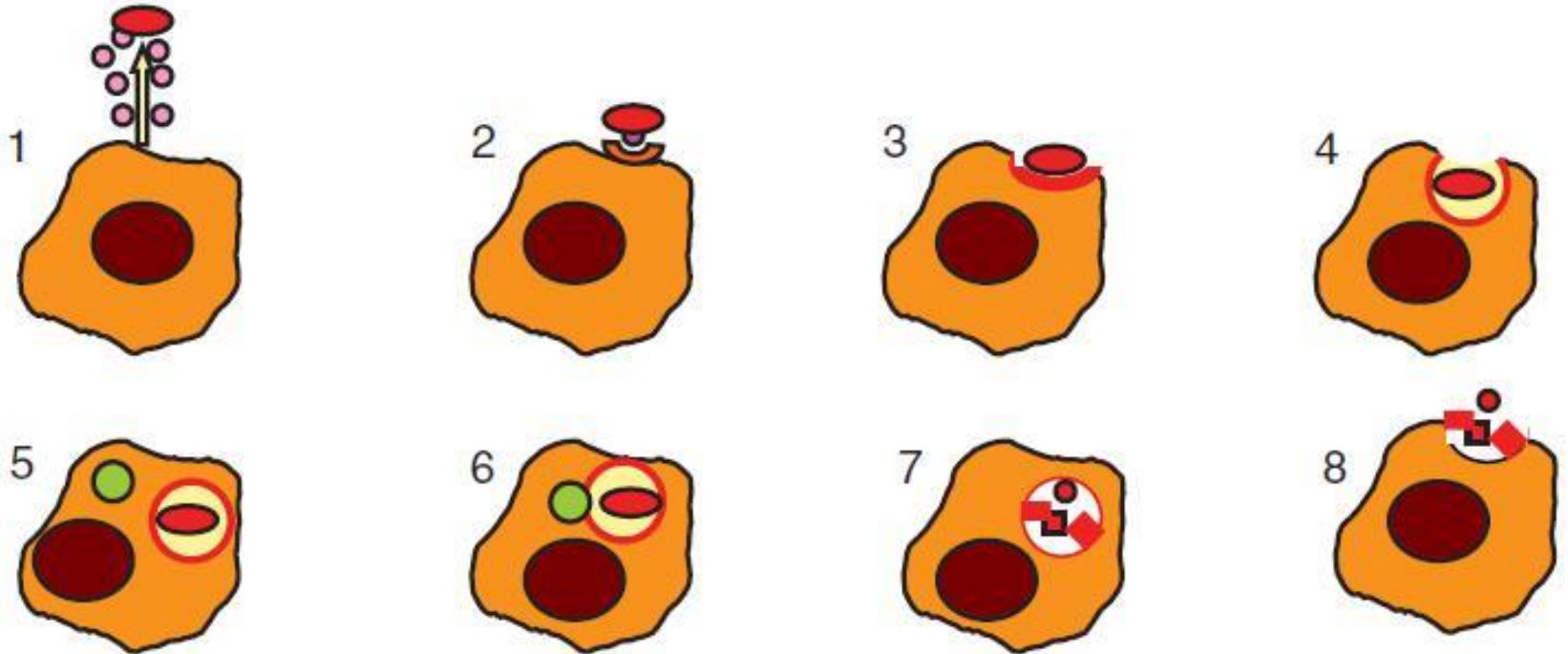
SOS-СИГНАЛЫ

- Пептиды содержащие N-формил метионин
- Пептиды системы свертывания
- Продукция комплементов
- Цитокины тканевых макрофагов

ФАГОЦИТАРНЫЙ ОТВЕТ

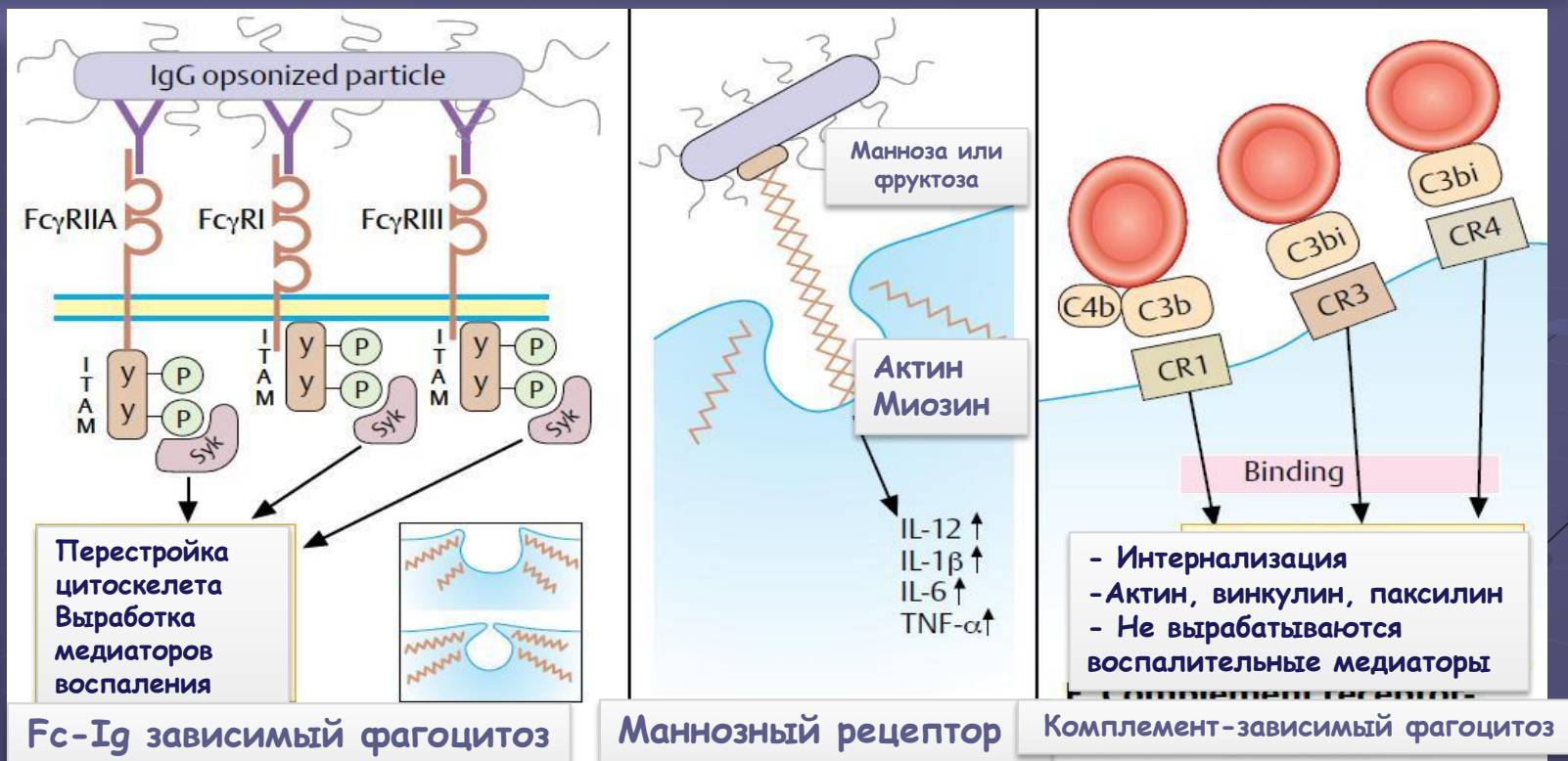
- Адгезивность сосудов
- Диapedез
- Хемотаксис
- Активация
- Фагоцитоз и киллинг

СТАДИИ ФАГОЦИТОЗА



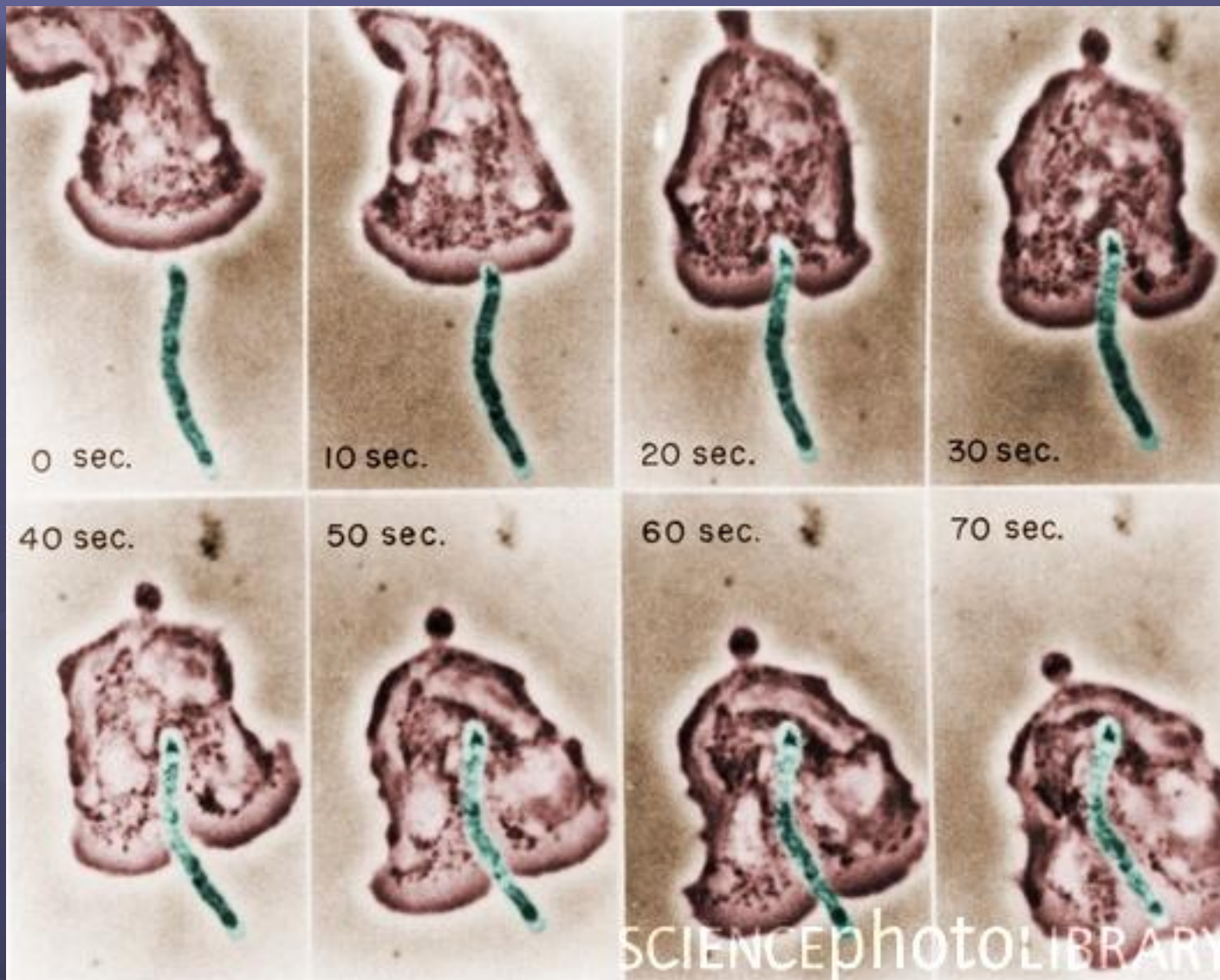
1. Хемотаксис
2. Адгезия
3. Активация мембраны
4. Погружение
5. Образование фагосомы
6. Слияние фагосомы и лизосомы
7. Киллинг и расщепление
8. Выброс продуктов деградации

РЕЦЕПЦИЯ ПРИ ФАГОЦИТОЗЕ



- Fc- γ зависимый рецептор
- Маннозный рецептор
- Комплемент рецептор-зависимый
- Toll-like рецептор

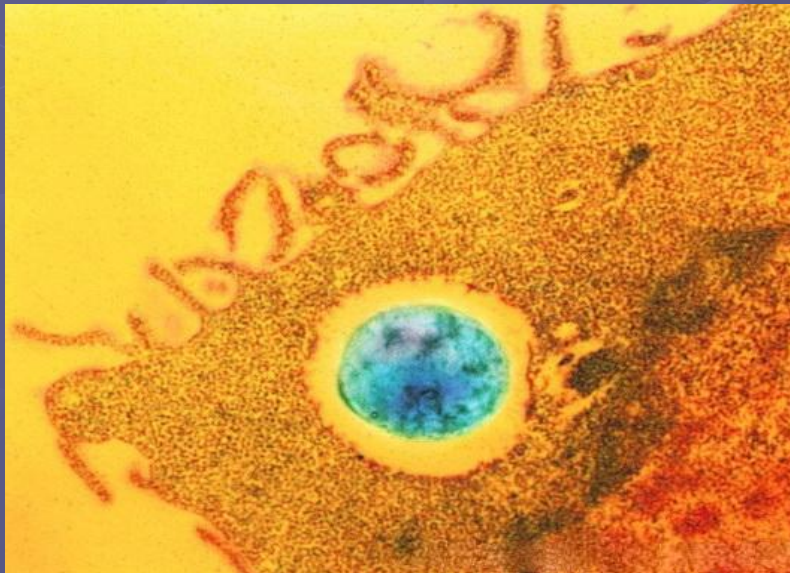
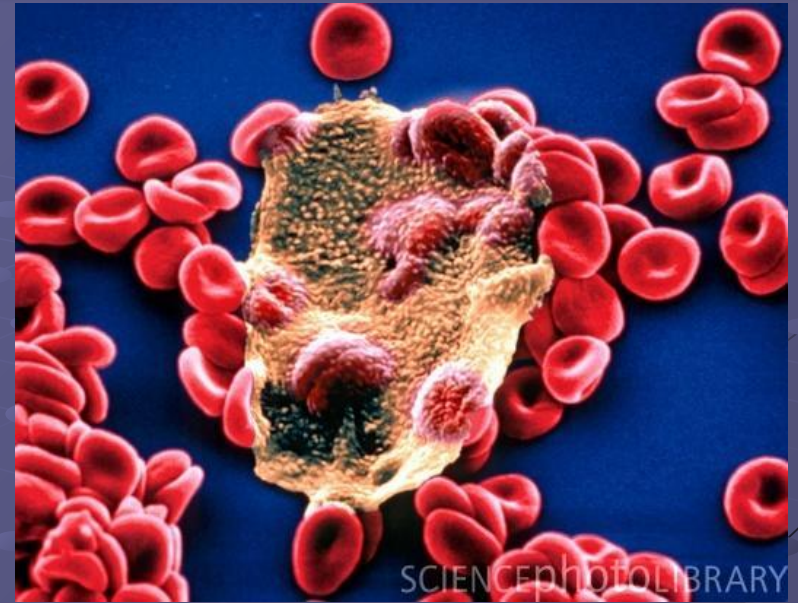
МАКРОФАГ ПОГЛОЩАЕТ БАКТЕРИЮ



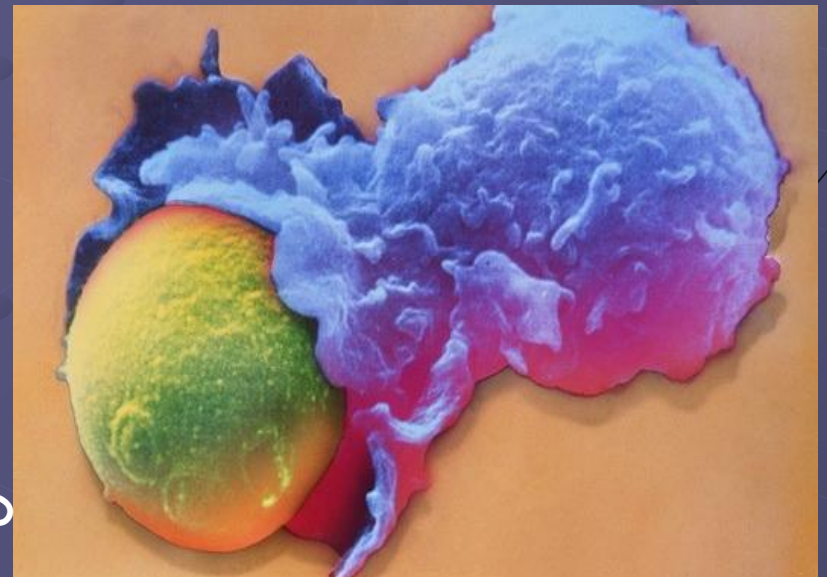
ΦΑΓΟЦИΤΟΣ



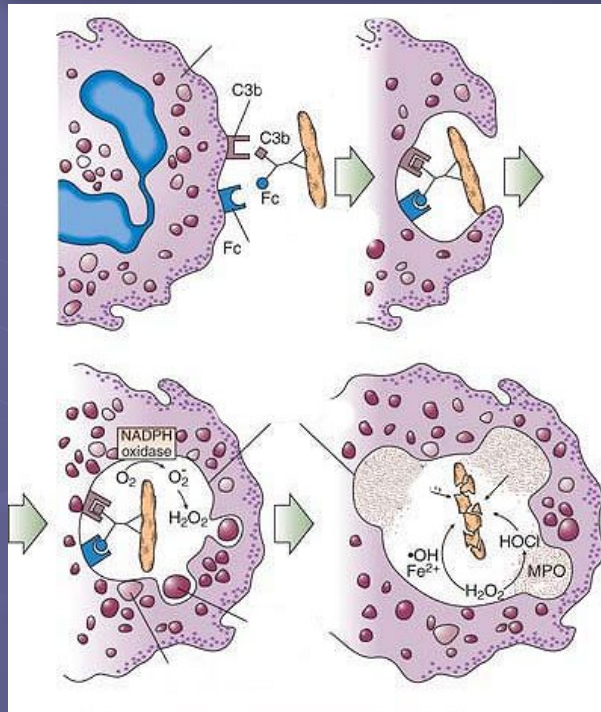
A B



C D



ПУТИ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО КИЛЛИНГА



Внутриклеточный киллинг

O₂ зависимый

O₂
независимый

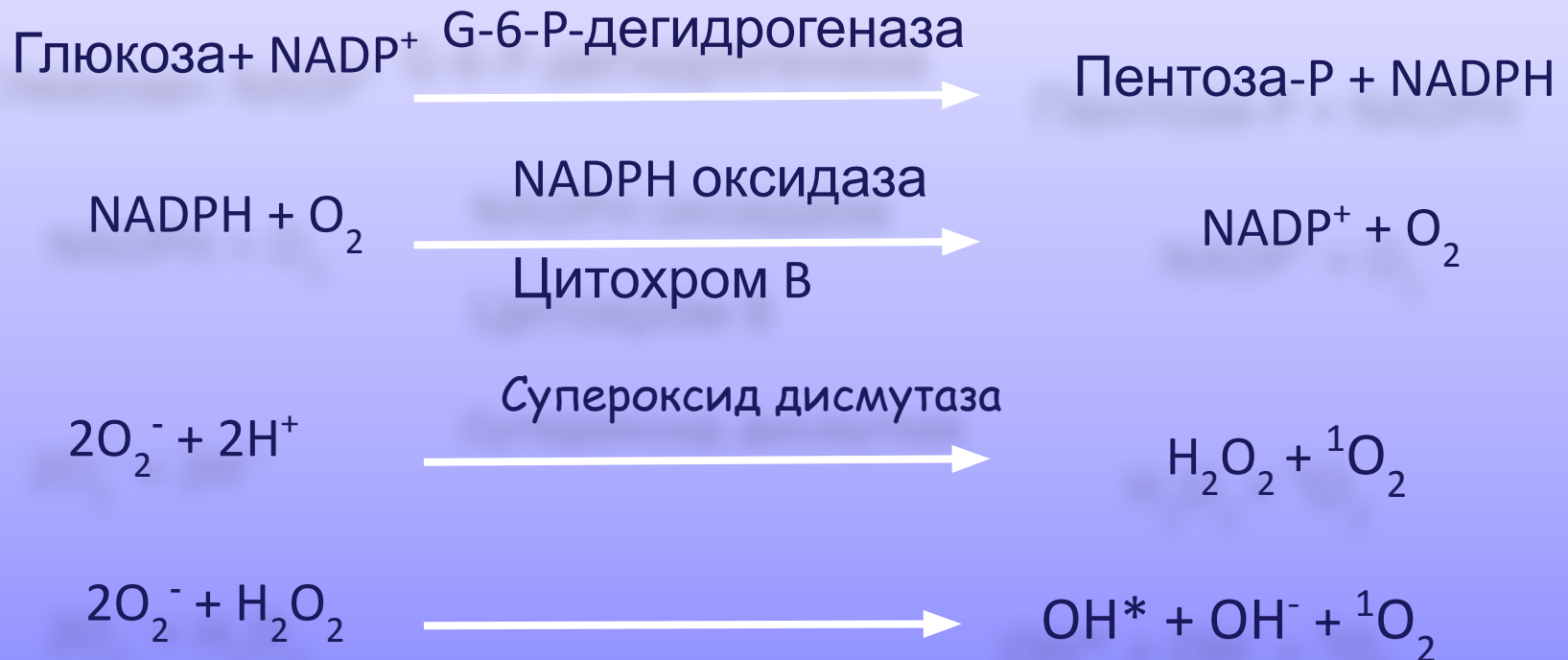
MPO зависимый

MPO
независимый

РЕСПИРАТОРНЫЙ ВЗРЫВ

Респираторный взрыв— состояние фагоцитирующих клеток (нейтрофилов, эозинофилов, макрофагов) вскоре после рецепции и захвата ими чужеродного материала. Проявляется резким повышением их метаболической активности. Сопровождается повышенным потреблением кислорода и глюкозы.

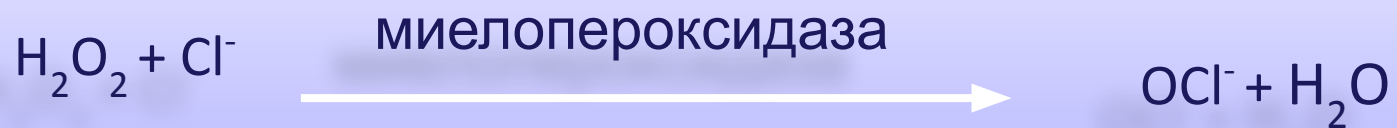
O_2 -зависимые процессы в фагоцитах без индукции МРО



Бактерицидные составляющие: супероксид анион O_2^- , гидроген пероксид H_2O_2 , атомарный кислород 1O_2 , гидроксил радикал OH^*

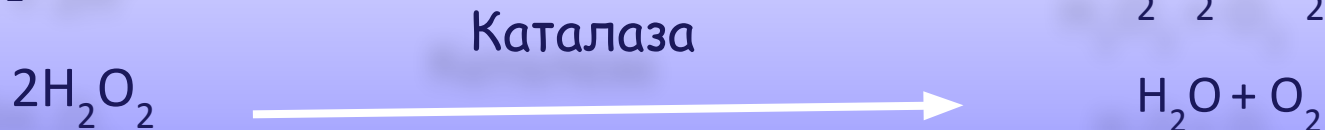
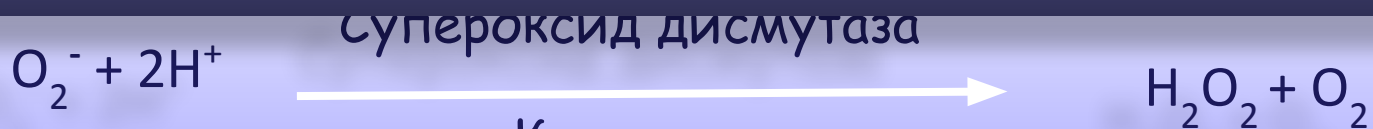
РЕСПИРАТОРНЫЙ ВЗРЫВ

O_2 -зависимые процессы в фагоцитах индуцируемые МРО



Бактерицидные составляющие: гипохлорная кислота OCl^- , атомарный кислород 1O_2

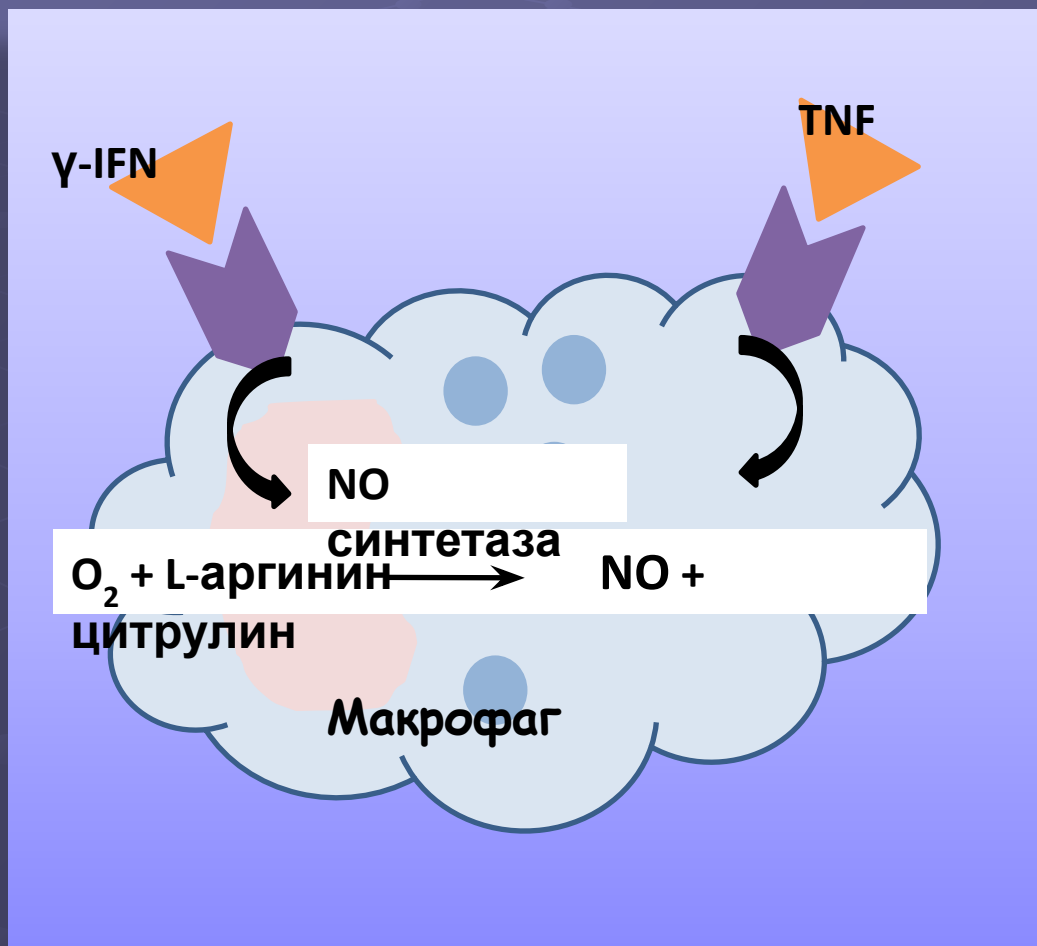
Инактивация



O_2 -НЕЗАВИСИМЫЙ КИЛЛИНГ

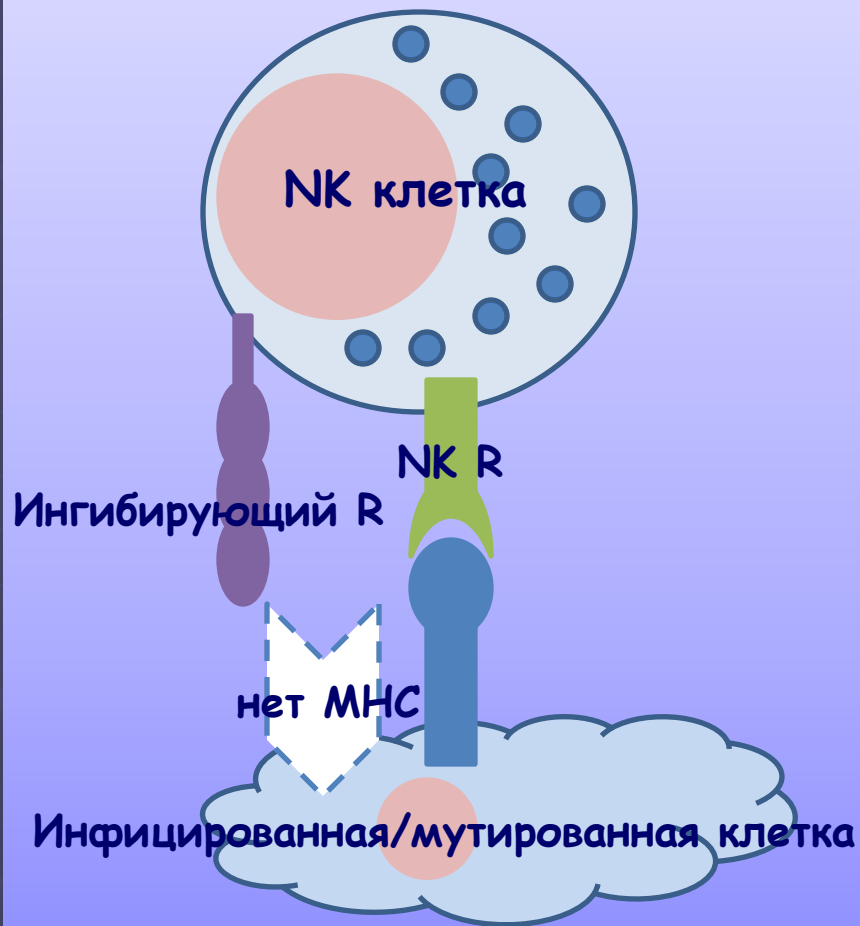
Эффекторные молекулы	Функция
Катионические протеины (катепсины)	Повреждение микробной стенки
Лизоцим	Гидролиз мукопептидом микробной стенки
Лактоферрин	Конкуренция с патогенами за связь с ионом железа
Гидролитические энзимы (протеазы)	Переваривание фагоцитированных объектов

NO-ЗАВИСИВЫЙ КИЛЛИНГ



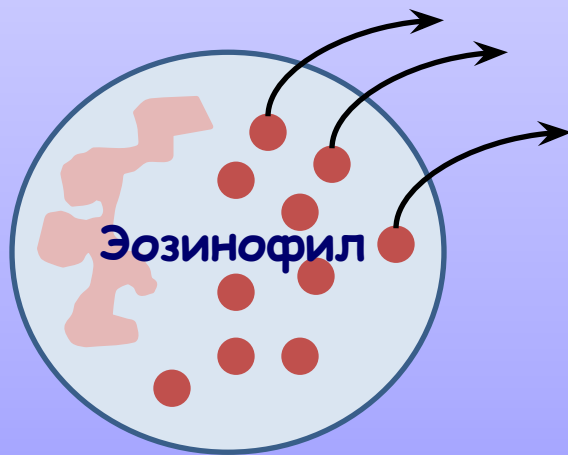
- Фиксация макрофага к бактерии
- Продукция Φ НО-альфа
- Активация индуцируемой NO-синтетазы
- Продукция NO
- Проявление токсичности NO в отношении клеток, фагоцитированных макрофагом

ОТВЕТ ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА НА ВИРУСЫ И МУТИРОВАННЫЕ КЛЕТКИ



- Инфицированные или мутированные клетки с отсутствием МНС
- NK клетка не получает тормозного сигнала
- Сигнал киллинга инфицированной клетки

ИММУННЫЙ ОТВЕТ НА МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (ПАРАЗИТЫ)

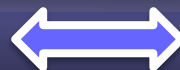


Активированные эозинофилы выделяют содержимое гранул, вызывающих киллинг патогена

- главный щелочной белок (основная компонента гранул)
- эозинофильная пероксидаза (катионический гемопротейн)
- эозинофильный катионический белок (рибонуклеаза)
- эозинофильный нейротоксин

ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ И РАСПОЗНАВАНИЕ ПАТОГЕНОВ

ПАТОГЕН-АССОЦИИРОВАННЫЕ МОЛЕКУЛЫ ОБРАЗА

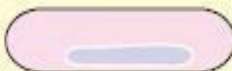


ОБРАЗ-РАСПОЗНАЮЩИЕ РЕЦЕПТОРЫ

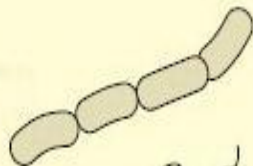
ДНК бактерий



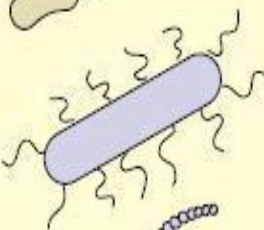
МИКОБАКТЕРИИ



Гр+ БАКТЕРИИ



Гр- БАКТЕРИИ

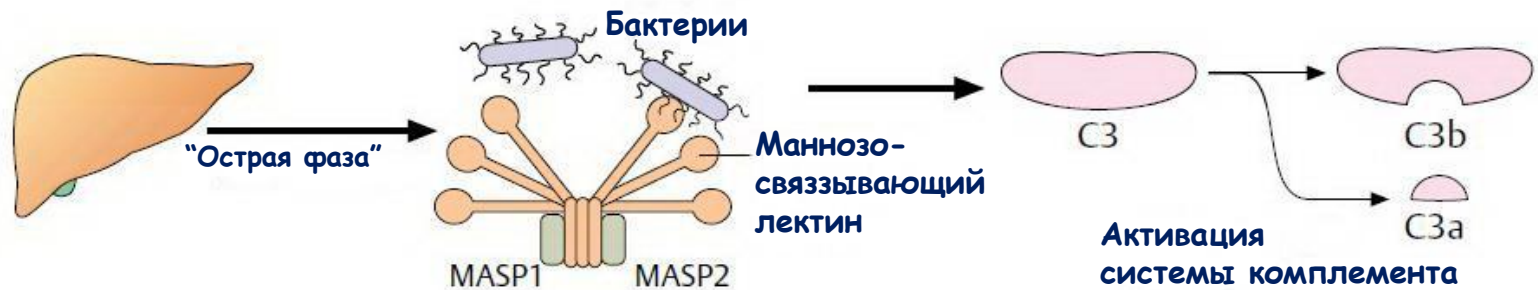


ДРОЖЖИ

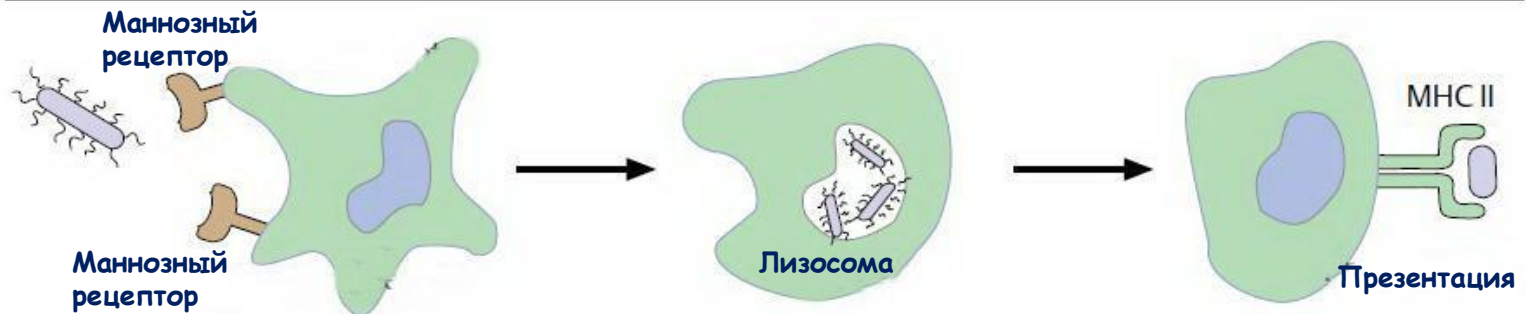


ПАМО	Образ-распозн. рецепторы
СрВ-динуклеотид	Toll-like рецептор 9
Липополисахарид	Scavenger рецептор, CD14, Toll-like рецептор 4
Липопротеины	Toll-like рецептор 2
Пептидогликаны	CD14, Toll-like рецептор 2
Липоарабиноманнан	CD1, Toll-like рецептор 2
Маннан	Маннозо-рецептор, маннозосвязывающий протеин
Зимозан	Маннозо-рецептор, β -глюкан рецептор, Toll-like рецептор 2

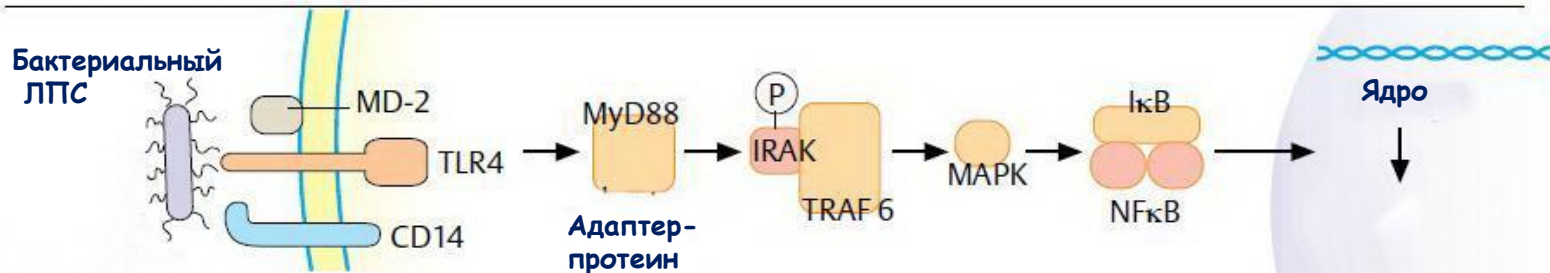
ЭВОЛЮЦИЯ РАСТПОЗНАВАНИЯ МОЛЕКУЛ



1. СЕКРЕТИРУЮЩАЯ РЕЦЕПЦИЯ



2. ЭНДОЦИТНАЯ РЕЦЕПЦИЯ



2. СИГНАЛЬНАЯ РЕЦЕПЦИЯ

ДЕТЕРМИНАНТЫ РАСТПОЗНАВАНИЯ ВРОЖДЕННЫМ ИММУНИТЕТОМ

Опсонизация:
активация
комплемента

ПАМО= микробная
стенка
ОРР= комплемент

ПАМО= манноза-
содержащие ПСХ
ОРР= манноза-
связывающий
протеин

Продукция IFN
(противовирусная)

ПАМО= dsRNA
ОРР= TLR3

ПАМО= U-насыщ.
ssRNA (вирусный)
ОРР= TLR7

Активация
макрофагов;
секреция
цитокинов

ПАМО= ЛПС
ОРР= TLR4

ПАМО=
флагелин
ОРР= TLR5

ПАМО= CpG
содержащийся в
ДНК
ОРР= TLR9

Фагоцитоз

ПАМО= полианионы
ОРР= scavenger
рецептор

СТРОЕНИЕ ИММУНОЙ СИСТЕМЫ

ИММУНИТЕТ

ВРОЖДЕННЫЙ
(неспецифический)
1-я линия защиты

Клеточные
факторы

Гуморальные
факторы

ПРИБРЕТЕННЫЙ
(специфический)
2-я линия защиты

Клеточные
факторы

Гуморальные
факторы

ПРИОБРЕТЕННЫЙ ИММУНИТЕТ

Базисные функции:

1. Распознавание антигенов (как правило, чужеродных для организма) независимо от их связи с патогенностью, с помощью клонально распределенных рецепторов.
2. Элиминация распознанных чужеродных агентов.
3. Формирование иммунологической памяти о контакте с антигеном, позволяющей быстрее и эффективнее удалять его при повторном распознавании.
4. Способность защищать организм от агрессии изнутри (т.е. от злокачественных новообразований).

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВРОЖДЕННОГО И ПРИОБРЕТЕННОГО ИММУНИТЕТОВ

Характеристика	Врожденный иммунитет	Адаптивный иммунитет
Условия формирования	Формируется в онтогенезе вне зависимости от «запроса»	Формируется в ответ на «запрос» (поступление чужеродных агентов)
Объект распознавания	Группы чужеродных молекул, связанных с патогенностью	Индивидуальные молекулы (антигены)
Эффекторные клетки	Миелоидные, частично лимфоидные клетки	Лимфоидные клетки
Тип реагирования популяции клеток	Популяция клеток реагирует как целое (не клонально)	Реакция на антиген клональная
Распознаваемые молекулы	Образы патогенности; стрессорные молекулы	Антигены
Распознающие рецепторы	Патогенраспознающие рецепторы	Антигенраспознающие рецепторы
Угроза аутоагрессии	Минимальная	Реальная
Наличие памяти	Отсутствует	Формируется иммунологическая память

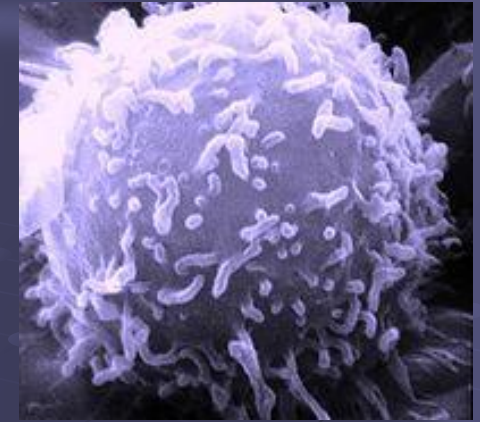
ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНЫЕ АНТИГЕНЫ ЛИМФОЦИТОВ

CD маркер	Определяемый тип клеток
CD 1	тимоциты; клетки Лангергарса
CD 2	T-лимфоциты; ЕК-клетки
CD 3	зрелые T-лимфоциты; рецептор для АГ на Т-ЛЦ
CD 4	T-хелперы; моноциты
CD 5	T- и B-лимфоциты
CD 6	зрелые T-лимфоциты
CD 7	T-лимфоциты; тимоциты; ЕК-клетки
CD 8	T-супрессоры\киллеры; ЕК-клетки
CD 16	ЕК-клетки
CD 19	зрелые и незрелые B-лимфоциты
CD 20	зрелые B-лимфоциты
CD 22 23	B-лимфоциты миндалин и 70% B-ЛЦ крови
CD w40	B-клетки зародышевых центров
CD 38	B-клетки; активированные B-клетки

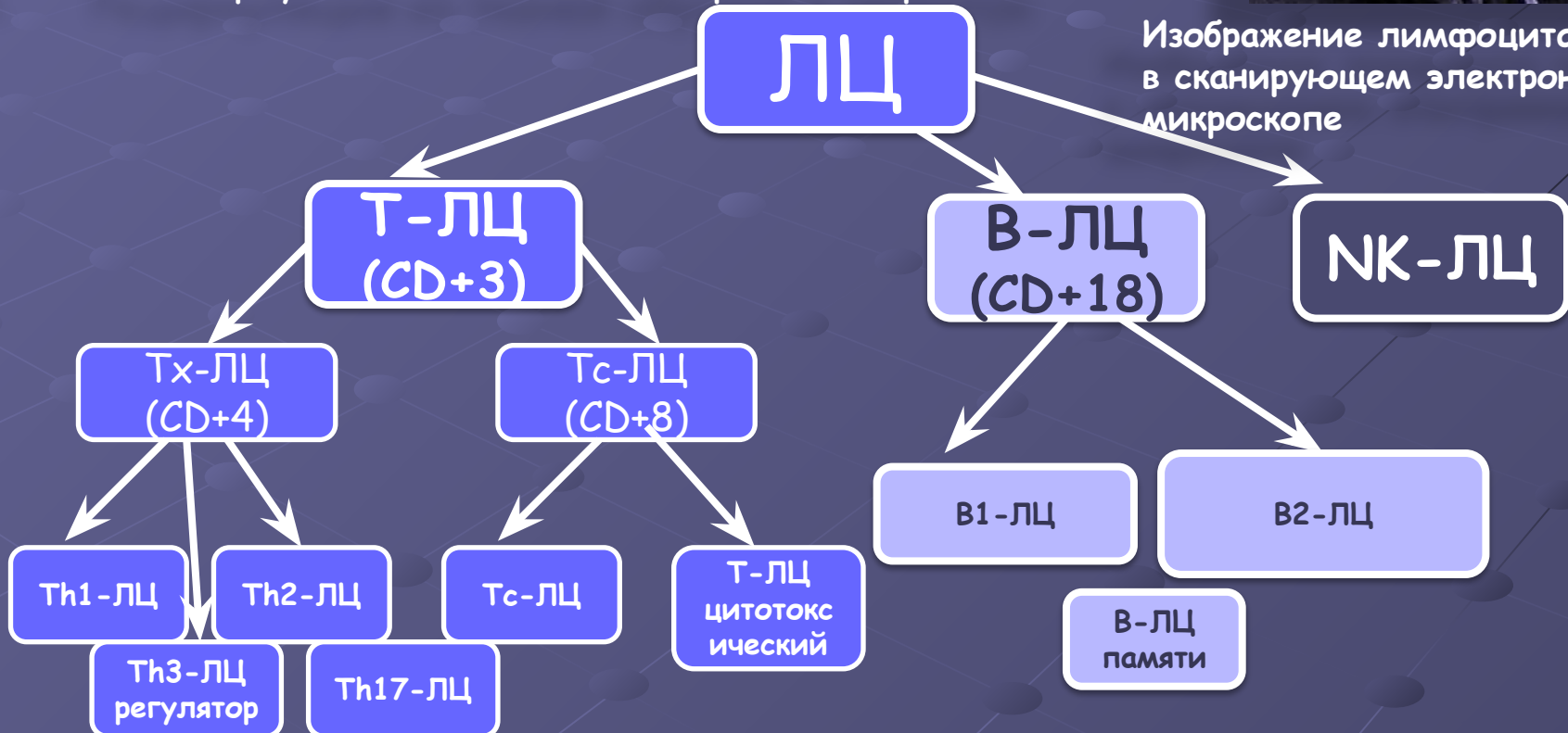
ЛИМФОЦИТЫ

Клетки специфического (адаптивного) иммунитета:

1. Специфичность иммунного ответа
2. Клональная пролиферация
3. Длительная продолжительность жизни (основа иммунной памяти)
4. Рециркуляция из тканей обратно в кровотоки

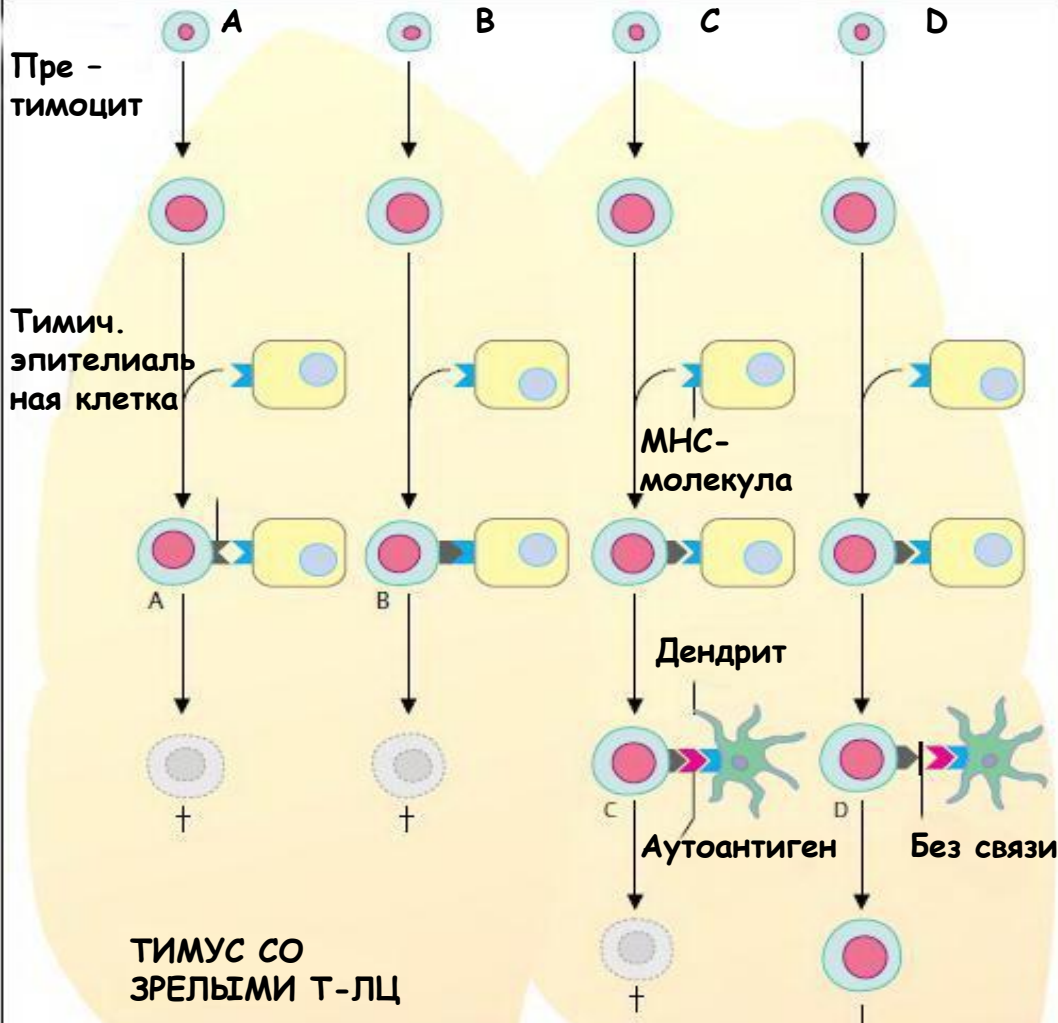


Изображение лимфоцита человека в сканирующем электронном микроскопе



СЕЛЕКЦИЯ Т-ЛЦ В ТИМУСЕ

3-й этап созревания лимфоцитов



(А, В) Позитивная селекция - отбор «функционально пригодные» ЛЦ, ТСR и его корцепторы, которые способны взаимодействовать с HLA

(С, D) Негативная селекция - разрушение (делеция) аутореактивных Т-ЛЦ с высокой активностью

Тимоцит	Сцепление с МНС	Распознав. аутоАГ	Прогноз
A	Нет	-	Гибель +
B	Выражено	-	Гибель +
C	Умерен.	Нет	Гибель +
D	Умерен.	Да	Созревание

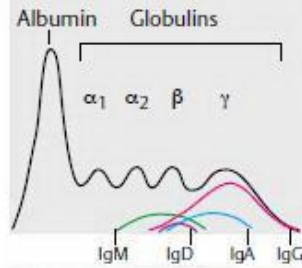
Зрелый Т-ЛЦ

ИММУНОГЛОБУЛИНЫ

структура и свойства

Функции антител:

- нейтрализация м\о и токсинов
- опсонизация
- антител-опосредованная гибель клеток
- активация тучных клеток и эозинофилов
- активация комплемента



Электрофорез белков



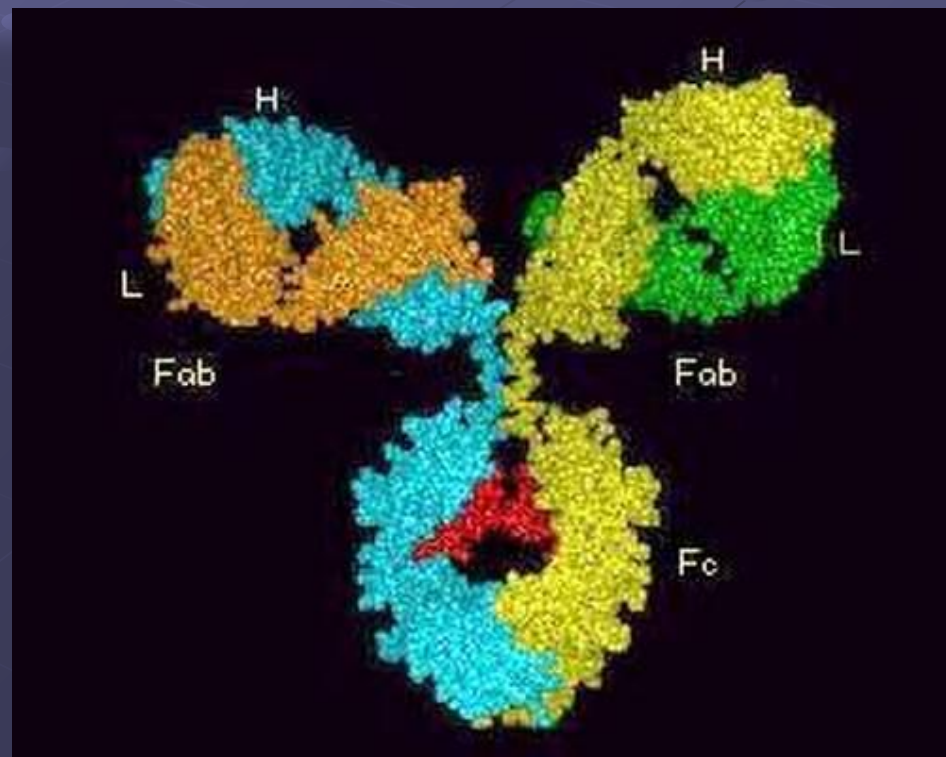
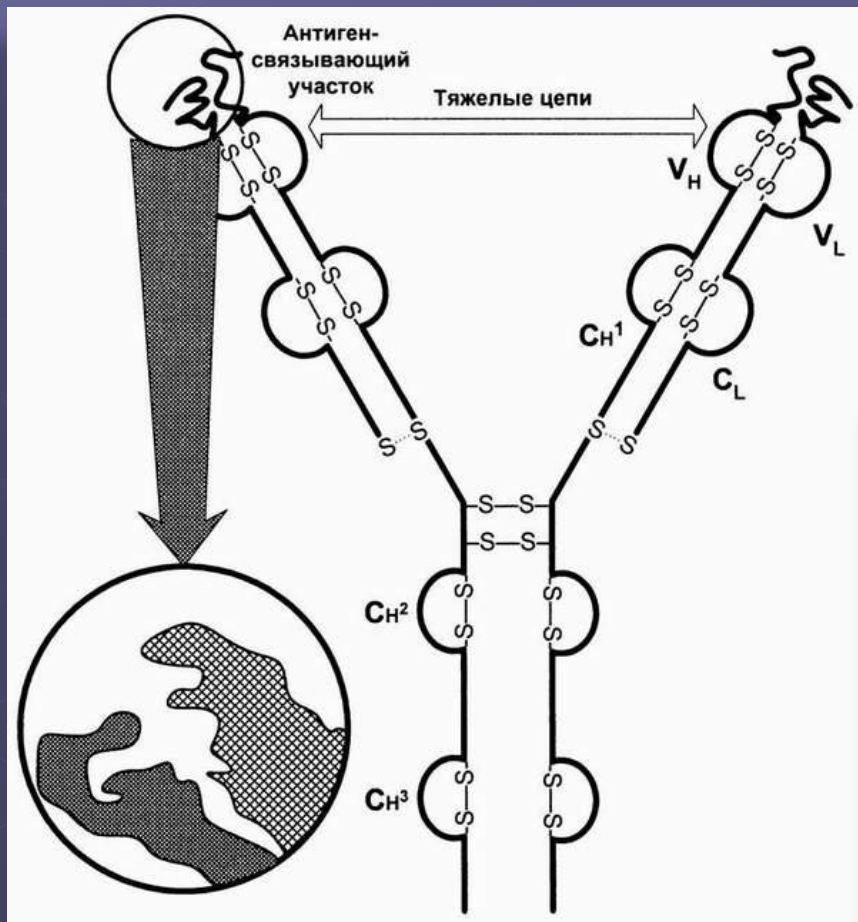
Типы иммуноглобулинов

	IgG	IgA	IgM	IgD	IgE
	 VL, CL 65%	Плазменный одномерный	Плазменный	Плазменный	
	 23%	Секреторный двумерный	Связанный с мембраной	Связанный с мембраной	
	 8%		Зрелый В-ЛЦ	Зрелый В-ЛЦ	Базофил гранулоцит
	 4%				
Плазма	80%	13%	6%	0.1%	0.002%
1\2 жизни	23	6	5	3	2.5 days

РОЛЬ АНТИТЕЛ В ИММУННОМ ОТВЕТЕ

1. Антитоксический иммунитет.
2. Противовирусный иммунитет.
3. Комплекс антиген-антитело запускает классический путь активации комплемента с его эффекторными функциями (лизис бактерий, опсонизация, воспаление, стимуляция макрофагов).
4. Опсонизация бактерий с более эффективным фагоцитозом.
5. Выведение из организма (с мочой, желчью) растворимых антигенов в виде циркулирующих иммунных комплексов.

ИММУНОГЛОБУЛИНЫ КАК МАРКЕРЫ И РАСТПОЗНАЮЩИЕ МОЛЕКУЛЫ



КООПЕРАЦИЯ КЛЕТОК ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

ПОГЛОЩЕНИЕ И ПРОЦЕССИНГ АГ МФ **1**

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АГ ЧЕРЕЗ МНС Т-ЛЦ CD4+ **2**

УЗНАВАНИЕ АНТИГЕНА Т-ЛЦ CD4+ И ИХ АКТИВ. **3**

УЗНАВАНИЕ АНТИГЕНА В-ЛЦ И ИХ АКТИВ. **4**

В- ЛЦ - в ТПК, синтез антител **5**

АГ + АТ, АКТИВАЦИЯ СИСТ. КОМПЛ. И МФ, ИФ **6**

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АГ ЧЕРЕЗ МНС 1 типа Т-КИЛЛЕРАМ **7**

ИНДУКЦИЯ Т- И В-КЛЕТОК ИММУННОЙ ПАМЯТИ **8**

КООПЕРАЦИЯ КЛЕТОК ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Гуморальный

Клеточный

Лизоцим

разруш. мембраны

Интерферон

ингиб. вирусн. пролиф.
актив. клеточного иммунитета

Актив. комплемента

альтерн. C3 классич. C1q ЦИК

МО → C3b → Опсониз.

МАК (C5-C9)

C3a C4a C5a

Активация

3
чужеродные клетки патогены
АЗЦТ
Fc-рецептор
оксиданты протеазы
перфорин
Na⁺ H₂O
NK-клетки

Цитолиз

нейтрофилы моноциты → макрофаги
фрагоциты
лизис
оксиданты протеазы медиаторы воспаления
повреж. мембран
акт. макрофагов
воспаление

4
мастоциты базофилы
эозинофилы
IgE IgM IgG
IgA
IgG
Fc
IgG
Ig

