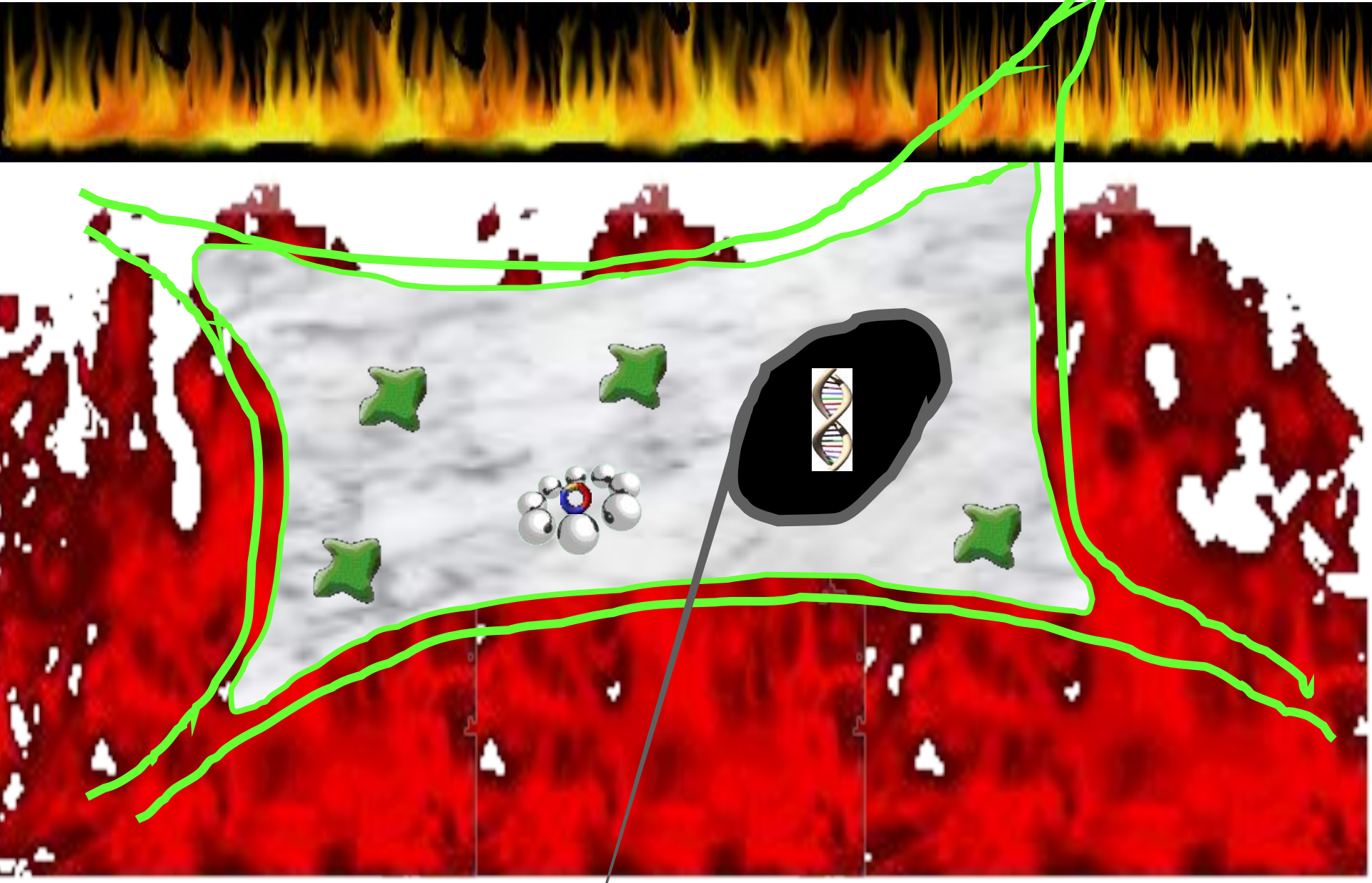


# *ВОСПАЛЕНИЕ*



выработанный в ходе эволюции **типовой патологический процесс**, в основе которого лежит **комплексная, местная, сосудисто-тканевая, защитно-приспособительная** реакция **целостного** организма в ответ на действие **повреждающего фактора** характеризуется нарушением **микроциркуляции**, реакцией соединительной ткани (**ТК, ФБ, МФ, Лф**) и элементов системы крови (**Н, МЦ, Э, Лф, Б, Тр**)

направлена на **локализацию** очага повреждения, **уничтожение** повреждающего фактора и **восстановление** поврежденной ткани

**Причиной** воспаления может быть **любой** фактор, способный вызвать **тканевое повреждение**

**Внешние (экзогенные):**

- **физические** (механическая, термическая, лучевая энергия различного рода травмы)
- **химические** (кислоты, щелочи, боевые отравляющие вещества, скипидар, токсины и яды и т. д.)
- **биологические** (чаще всего инфекционными - бактерии, риккетсии, вирусы, грибки, животные-паразиты)

## Внутренние

(эндогенные):

- очаг некроза ткани вследствие нарушения кровообращения и дефицита  $O_2$ , гематома, образовавшиеся камни, отложение солей

- аллергия является

Физиологически активные вещества, рассматриваемые как пусковой механизм, под влиянием которого возникает основное звено воспаления - реакция сосудов микроциркуляторного русла и протекающей крови с нарушением ее реологических свойств

Местные признаки

*calor* (жар)

*rubor* (покраснение)

*tumor* ("припухлость", отечность)

*dolor* (боль)

*functio laesae* (нарушение функции)

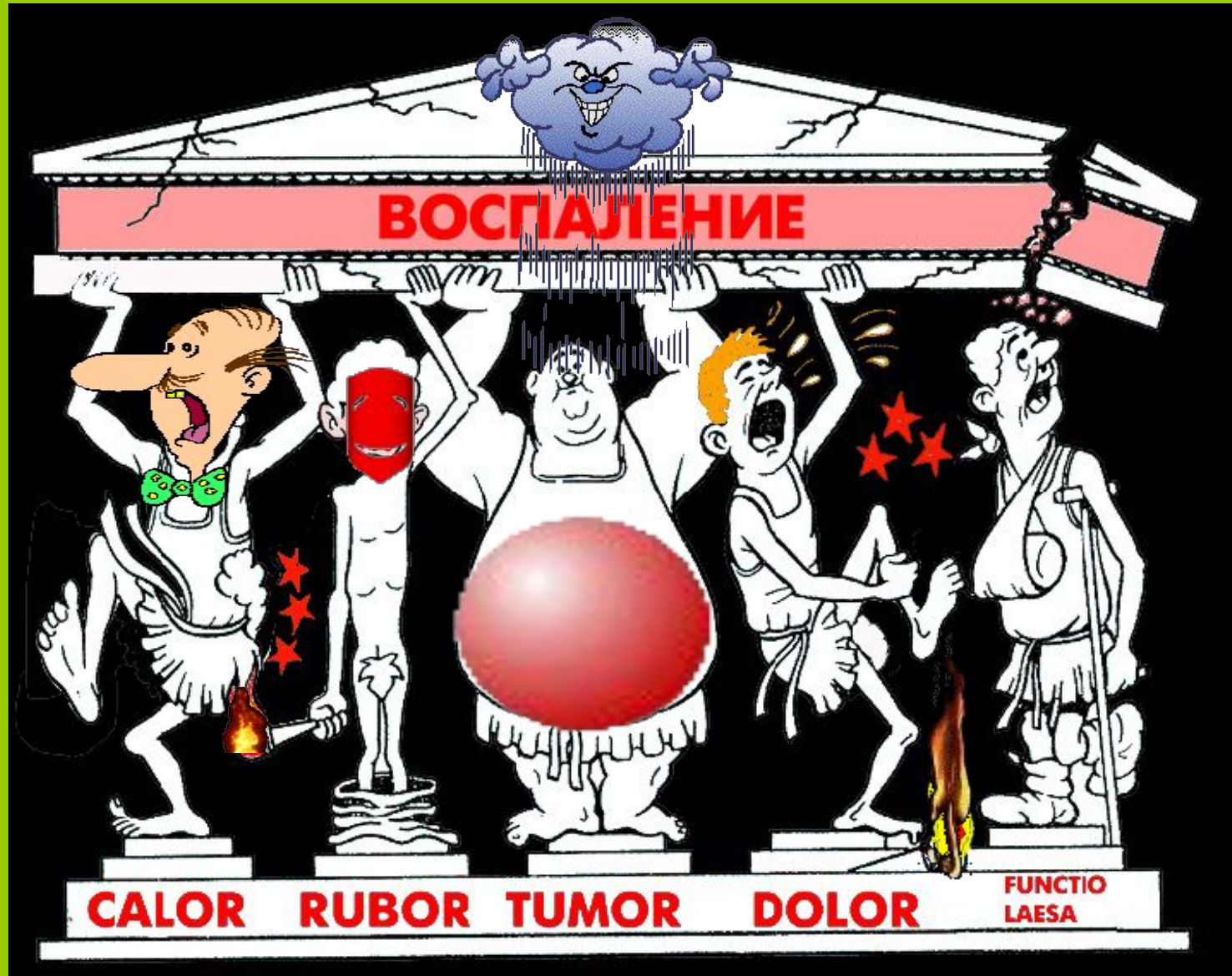
Эти признаки обусловлены действием БАВ - медиаторов воспаления

- воспалительная артериальная гиперемия

- повышение проницаемости капилляров и венул

(экссудация) эмиграция лейкоцитов

# Кардинальные признаки воспаления



# ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ТКАНИ ПРИ ВОСПАЛЕНИИ:

- **альтерация** (повреждение)
- нарушения **крово- и лимфообращения**
- **экссудация** (выход жидкости богатой белками в окружающую ткань при воспалении)
- **пролиферация** (увеличение числа клеток ткани вследствие их размножения)

В развитии воспаления лежат **физиологические** реакции:

- ▶ фагоцитоз
- ▶ гемокоагуляция
- ▶ фибринолиз
- ▶ транссудация
- ▶ образование и созревание клеток



βδϵϵ̂ äÿ 0901\_Phagocytosis.Ink



mitosis[1].swf

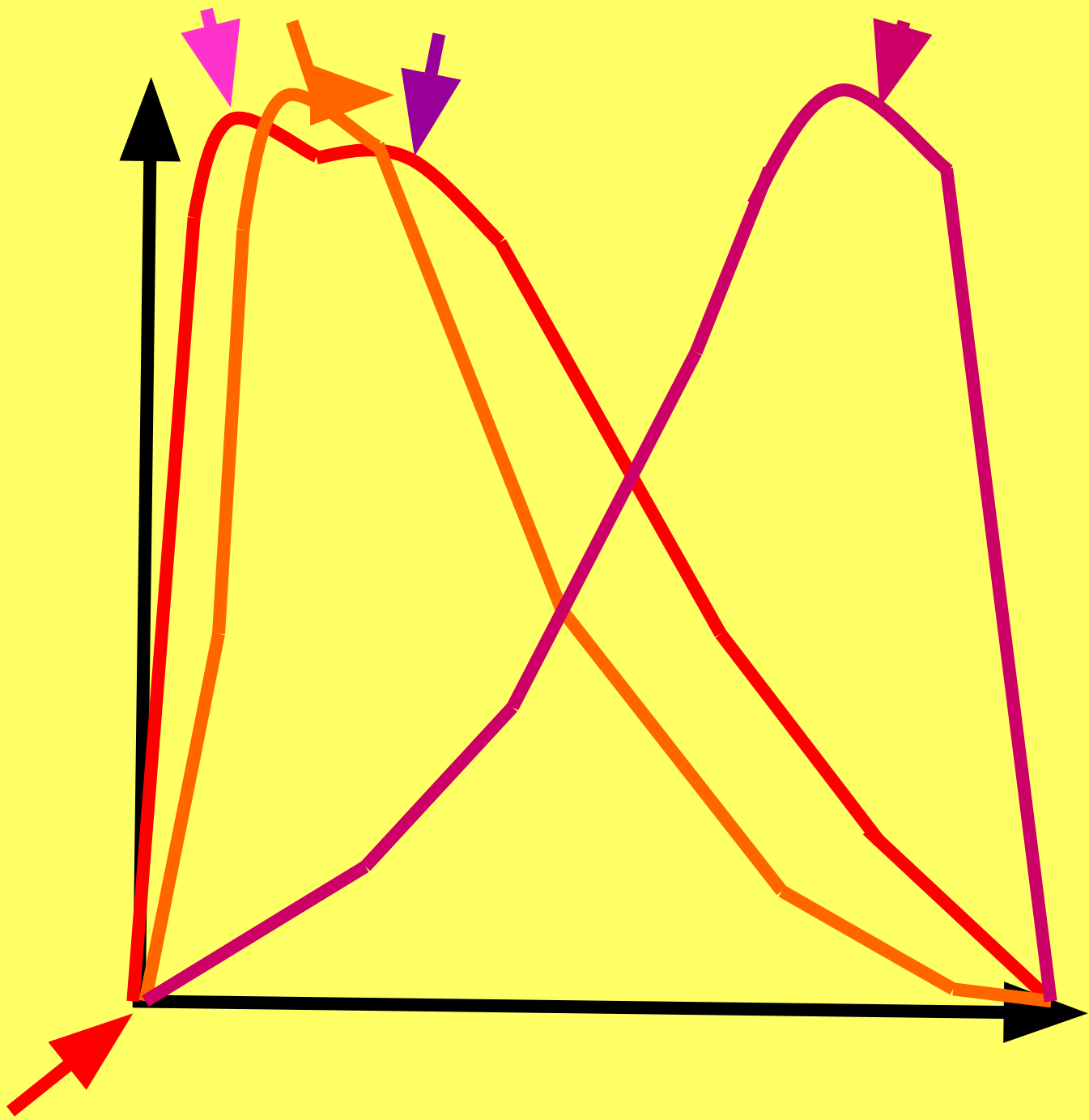
## Общие клинические признаки

### воспаления

вызываются поступлением в кровь из очага воспаления **цитокинов** (медиаторы воспаления), представляют собой **системный ответ организма** на воспаление:

- **лихорадка** (увеличение общей температуры тела)
- **лейкоцитоз** (увеличение содержания в крови лейкоцитов)
- изменение **белкового состава** крови (синтез в печени **БОФ**)
- **ускорение СОЭ**

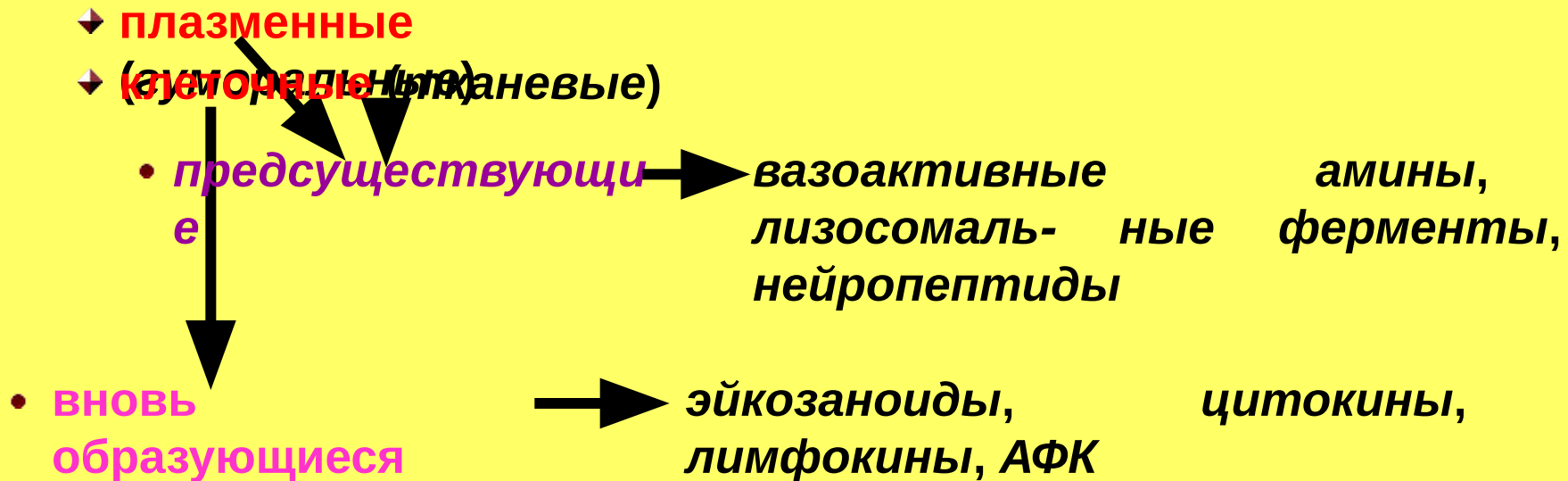




# МЕДИАТОРЫ ВОСПАЛЕНИЯ

**Медиаторное** звено является **основным** в патогенезе воспаления. Оно координирует взаимодействие множества клеток - **эффекторов** воспаления, **смену клеточных фаз** в очаге воспаления. Патогенез воспаления **цепь** множественных межклеточных **взаимодействий**, регулируемых **медиаторами** воспаления

Медиаторы разделены на две группы:



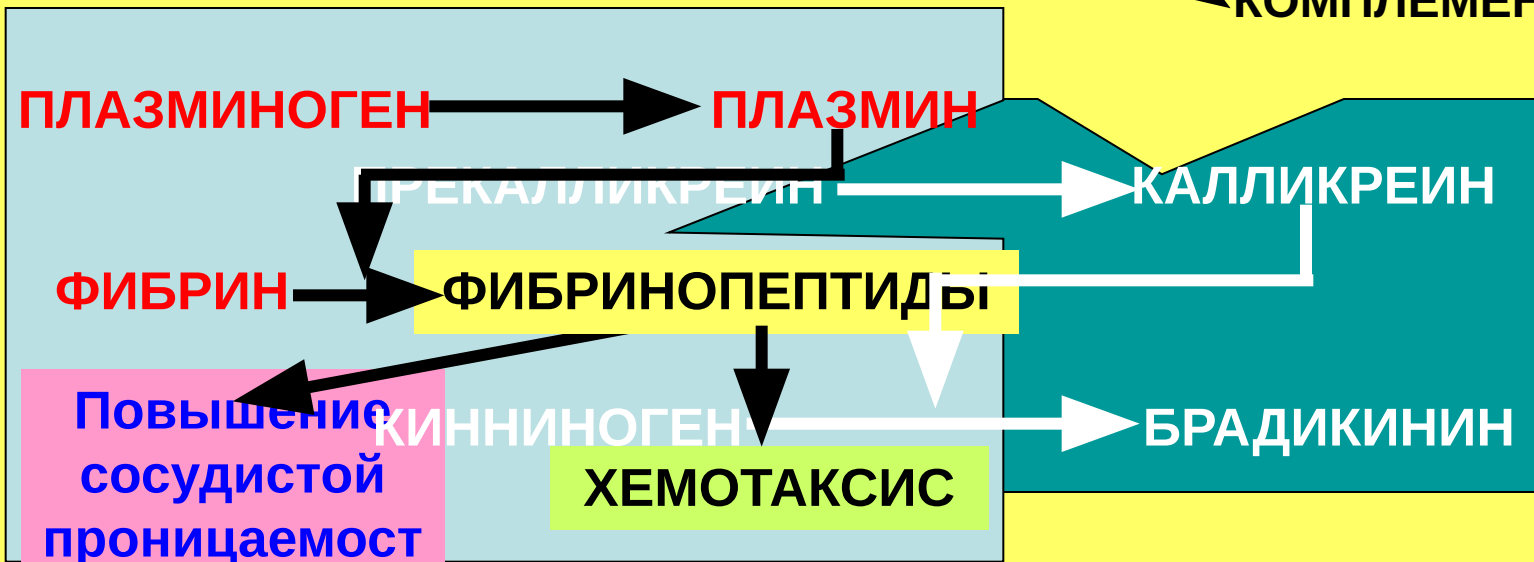
# АКТИВАЦИЯ фактора XII (ХАГЕМАНА)

КОАГУЛЯЦИЯ

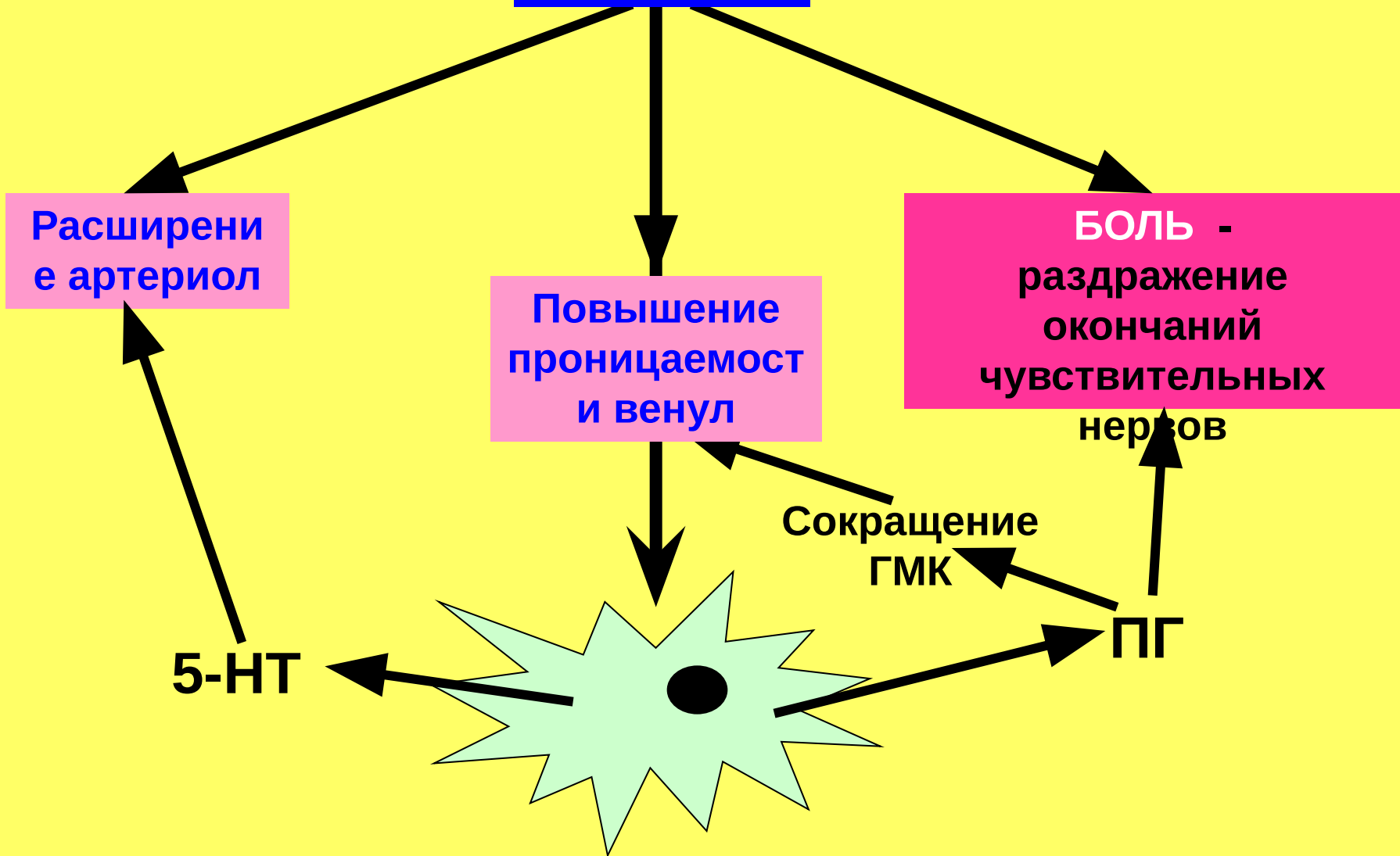
КИНИНОВАЯ  
система

ФИБРИНОЛИЗ  
плазминовая система

КОМПЛЕМЕНТ



# КИНИНЫ

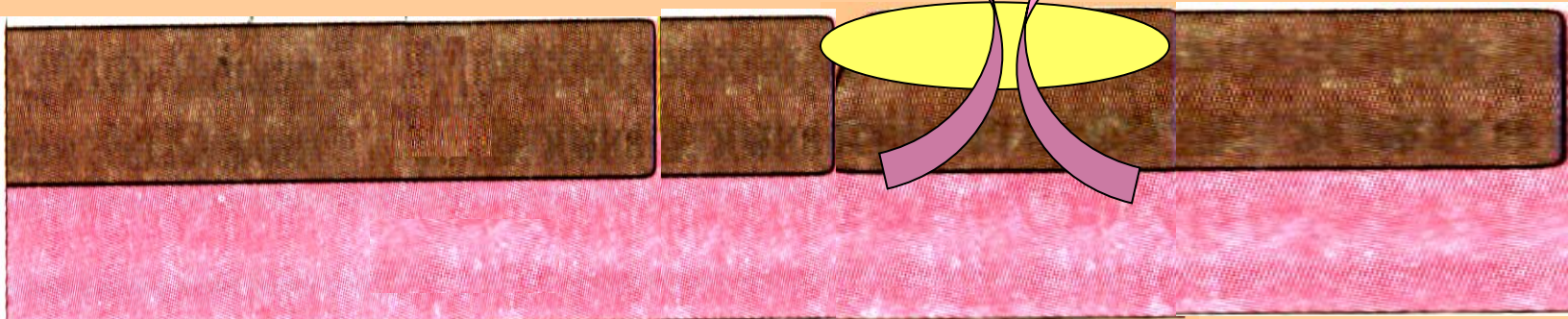
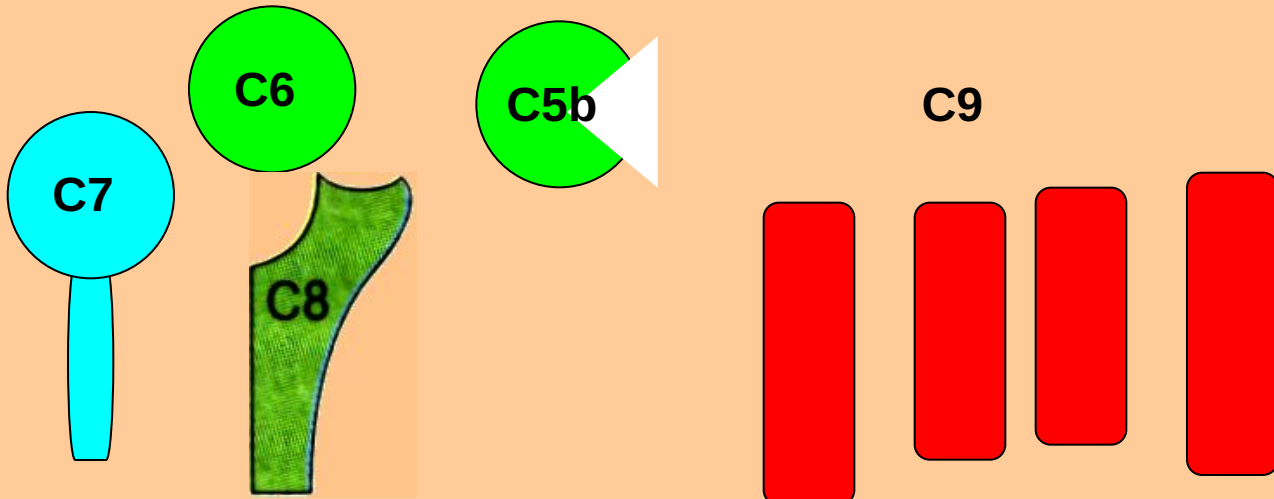


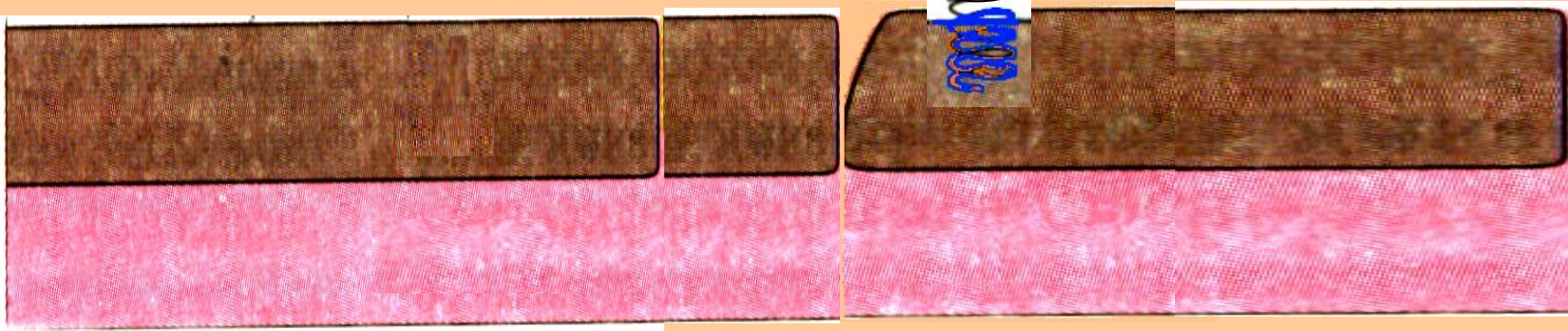
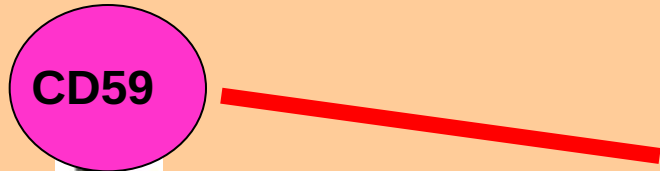
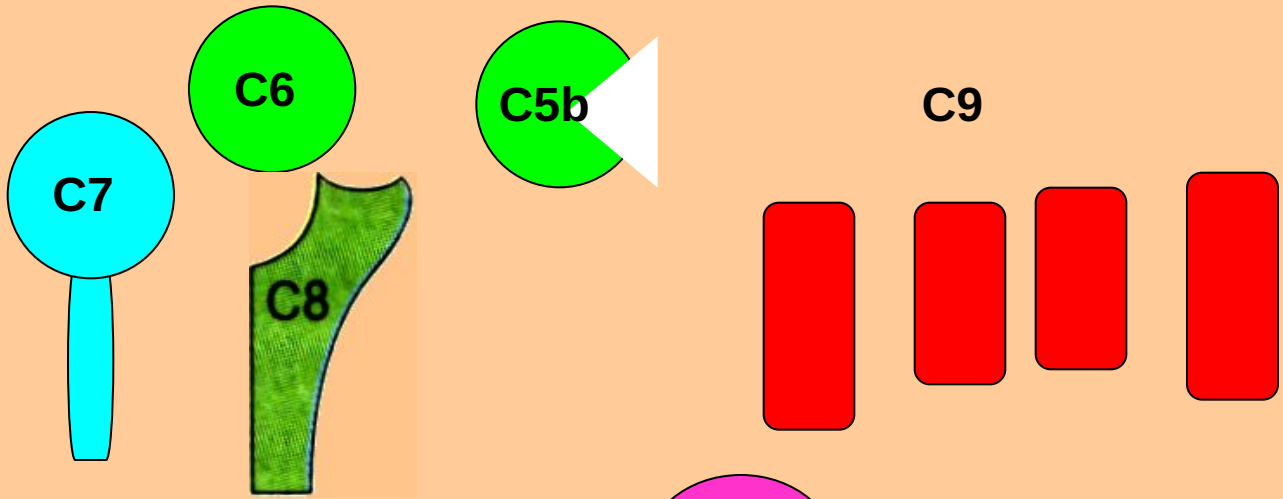
# Метаболизм кининовой системы в очаге воспаления





0902\_Complement\_system.swf







**C1** - усиливает агрегацию тромбоцитов

**C2, C3a, C3b, C3d, C5a** - хемоаттрактанты, опсонины

**C3a, C3b** - увеличивают выход 5-НТ из ТК и ТхА из

**C3a, C3b, C5a** - стимулируют образование ЛТР

**C3, C4e** - увеличивают выход лейкоцитов из костного мозга

**C2, C3, C4-4b** - нейтрализуют вирусы

**C4b** - прикрепляют ИК к Н и МЦ

**C5a** - освобождают лизосомальные ферменты из фагоцитов

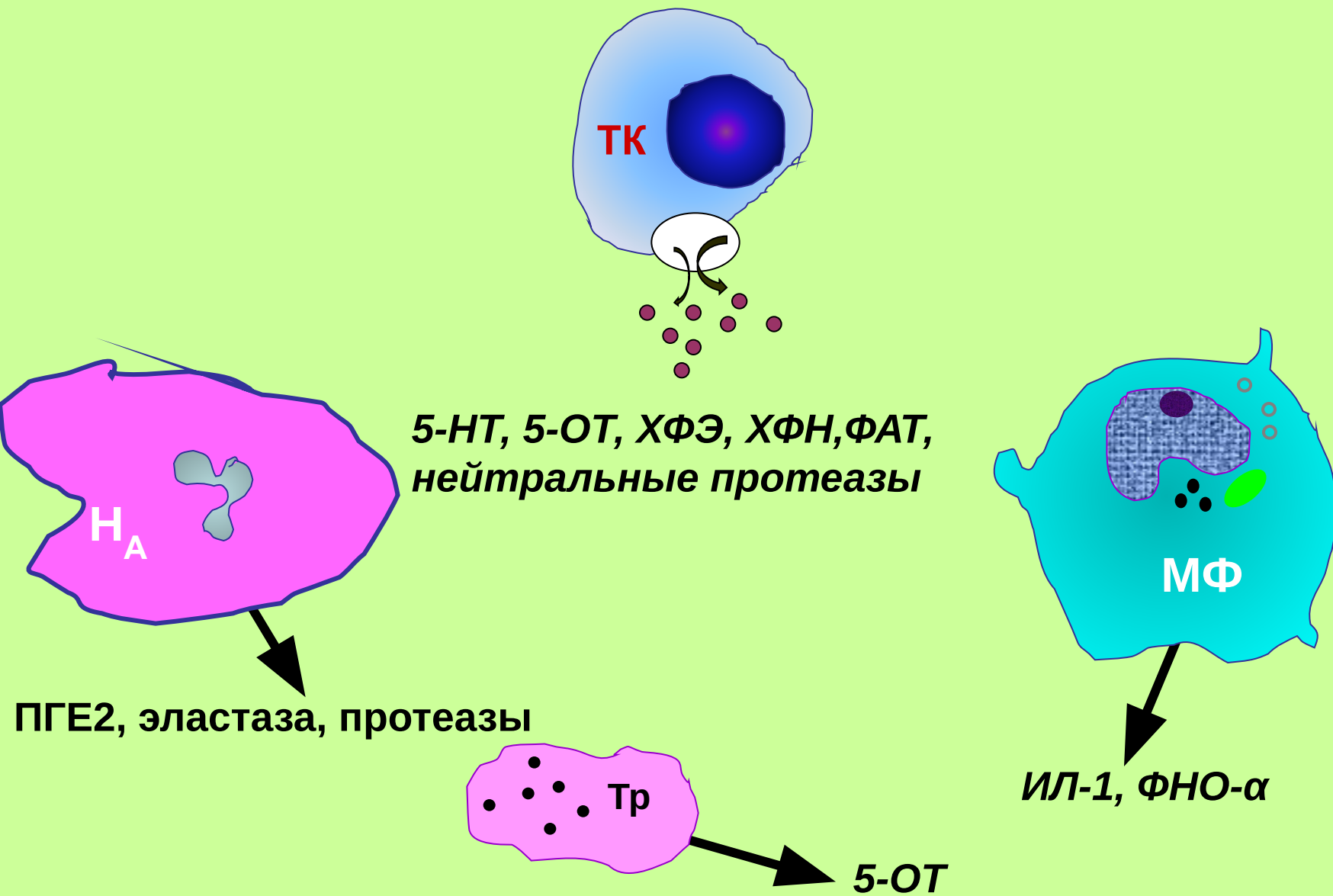
**C4a, C5** - увеличивают выход 5-НТ индуцируют агрегацию Н

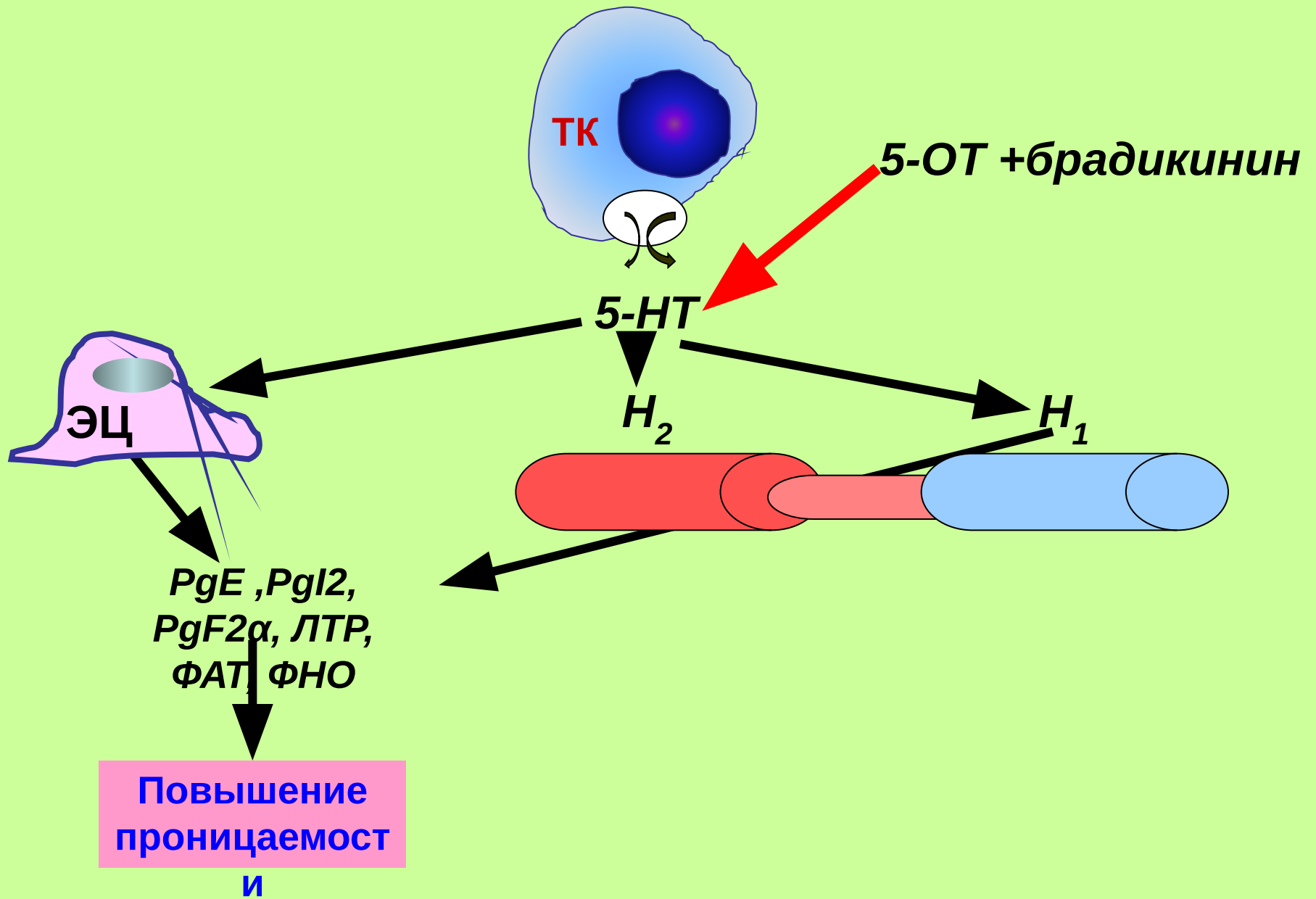
**ф.В, C1q, C3b, C3d, C5, C7, C8** - увеличивают цитотоксичность Лф

**ф.Н** - индуцирует выход биогенных аминов, вазоактивных соединений, активирует фибринолиз

# ЭФФЕРЕНТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СИСТЕМЫ КОМПЛЕМЕНТА

- **опсонизация** микроорганизмов - **фагоцитоз**
- **лизис** микроорганизмов **МАК**
- **х/т** привлечение **лейкоцитов** в очаг воспаления и их **активация**
- **процессинг АТ**
- **индукция продукции АТ**





# Метаболизм гистамина в очаге воспаления



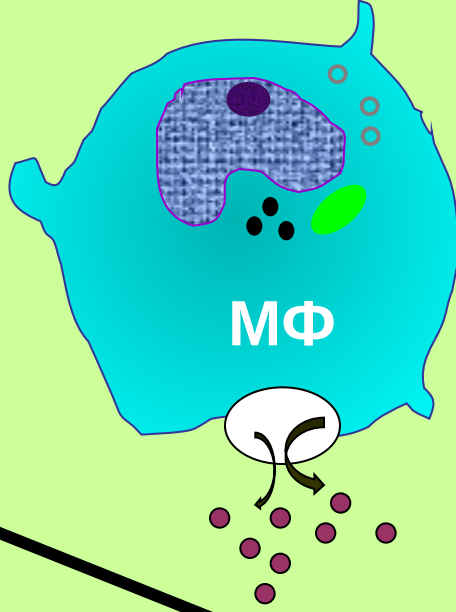
**N-метилтрансфераза,  
диаминооксидаза**

**освобождение  
лабильного**

**5-НТ**

**N-метилимидазолуксусная  
кислота;  
рибозилимидазолуксусная  
кислота**

**БОЛЬ, ВАЗОДИЛАТАЦИЯ, ПОВЫШЕНИЕ СОСУДИСТО –  
ТКАНЕВОЙ  
ПРОНИЦАЕМОСТИ**



Регуляция  
эмиграции и  
дегрануляции  
лейкоцитов

ВАЗОДИЛАТАТОРЫ

$Tx A_2$ ,  $PGI_2$ ,  $PGD_2$ ,  $PGF_{2\alpha}$ ,  
 $PGI_2$ ,  $LTP C4$ ,  $LTP D4$ ,  
 $LTP E4$

ГИПЕРЕМИЯ

ЭКСУДАЦИЯ

БОЛЬ

повышение  
чувствительности  
окончаний чувствительных  
нервов к брадикинину

нервов к брадикинину

ХЕМОАТРАКТАНТЫ

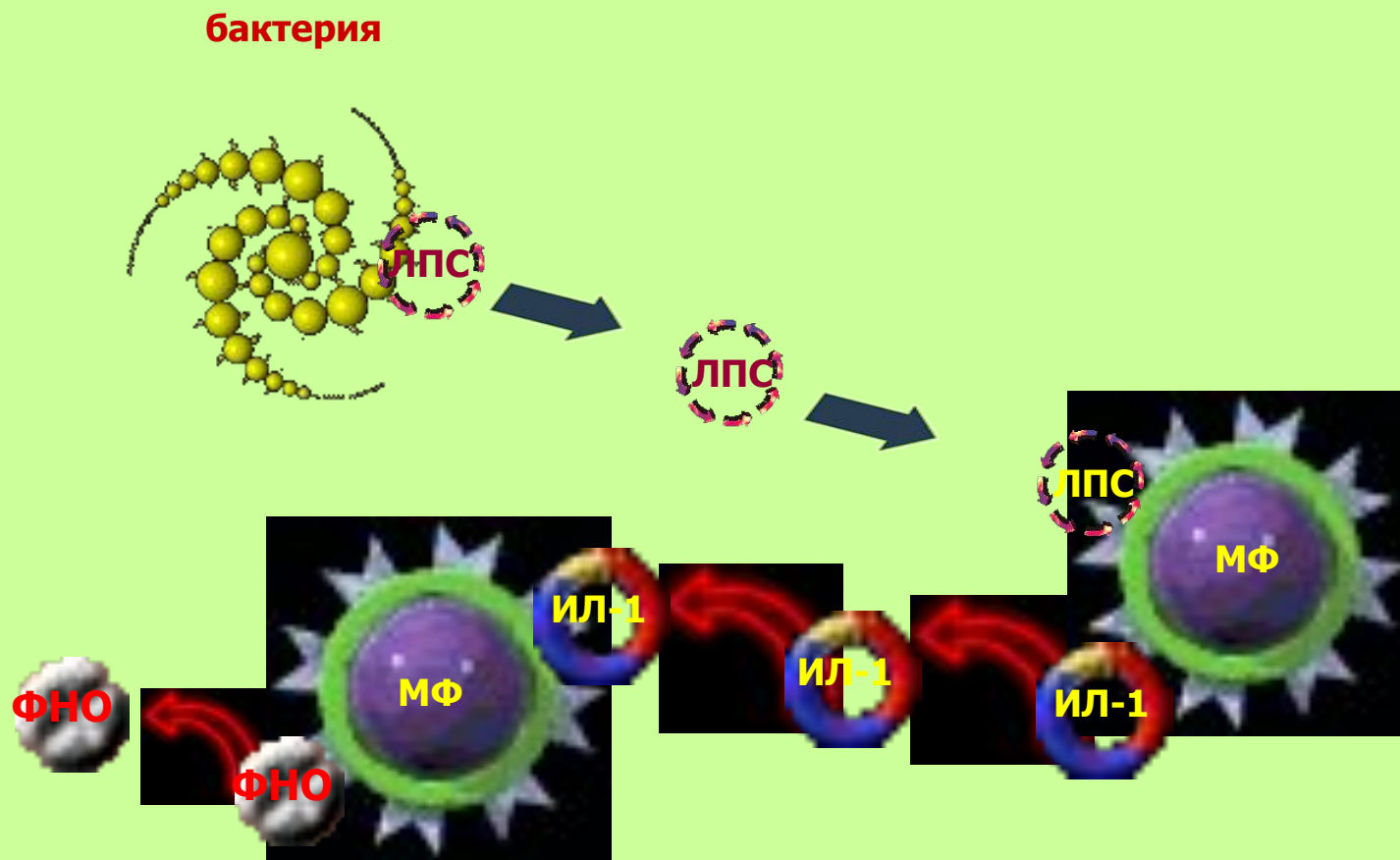
Повышение  
проницаемости  
и

и

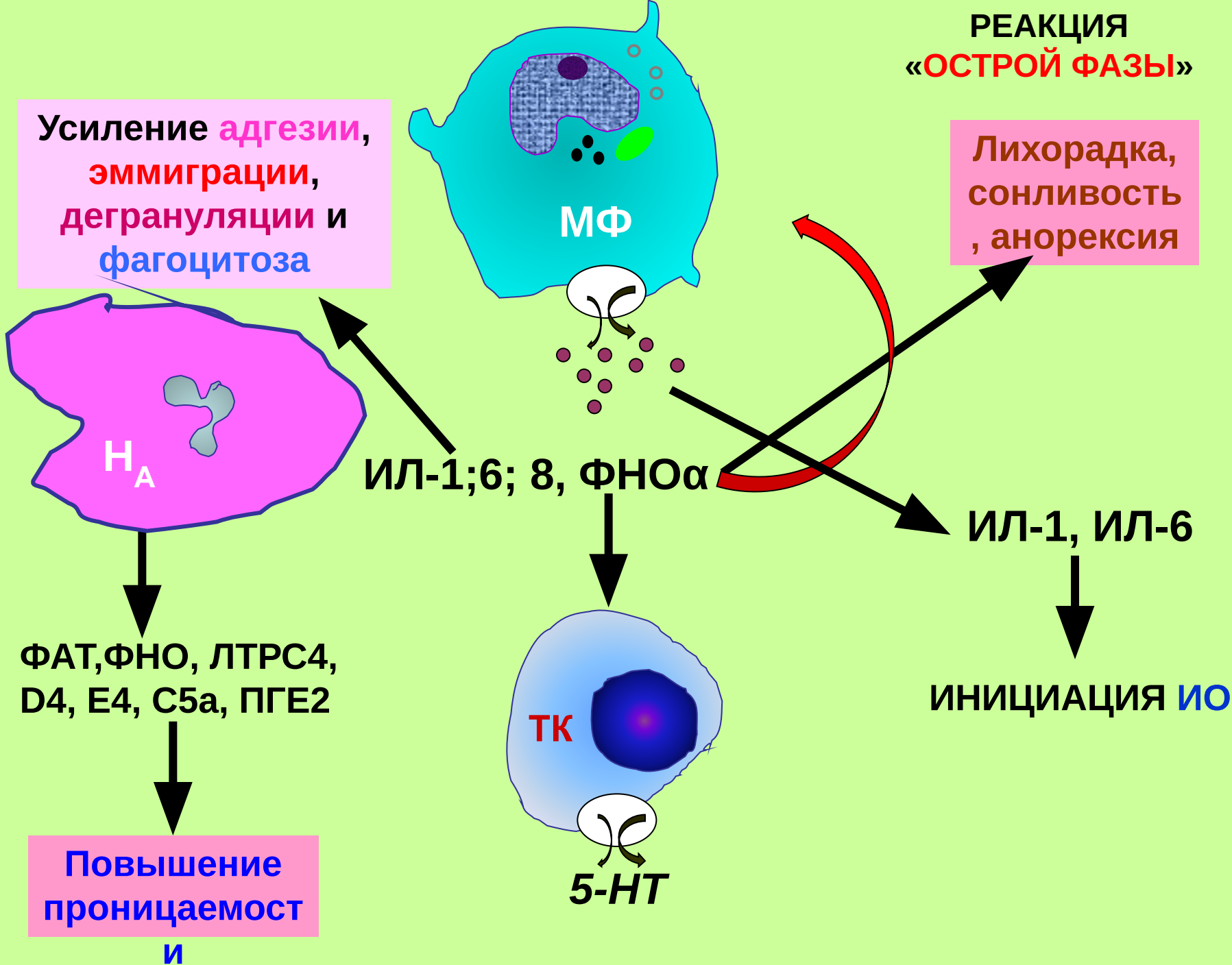


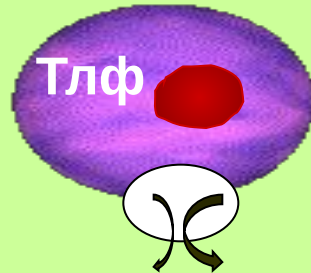
İİÑ.I.swf

# Последовательные механизмы выработки цитокинов в очаге воспаления









**ИЛ-2**

*фактор, угнетающий  
миграцию МФ, МФ  
активирующий фактор,*

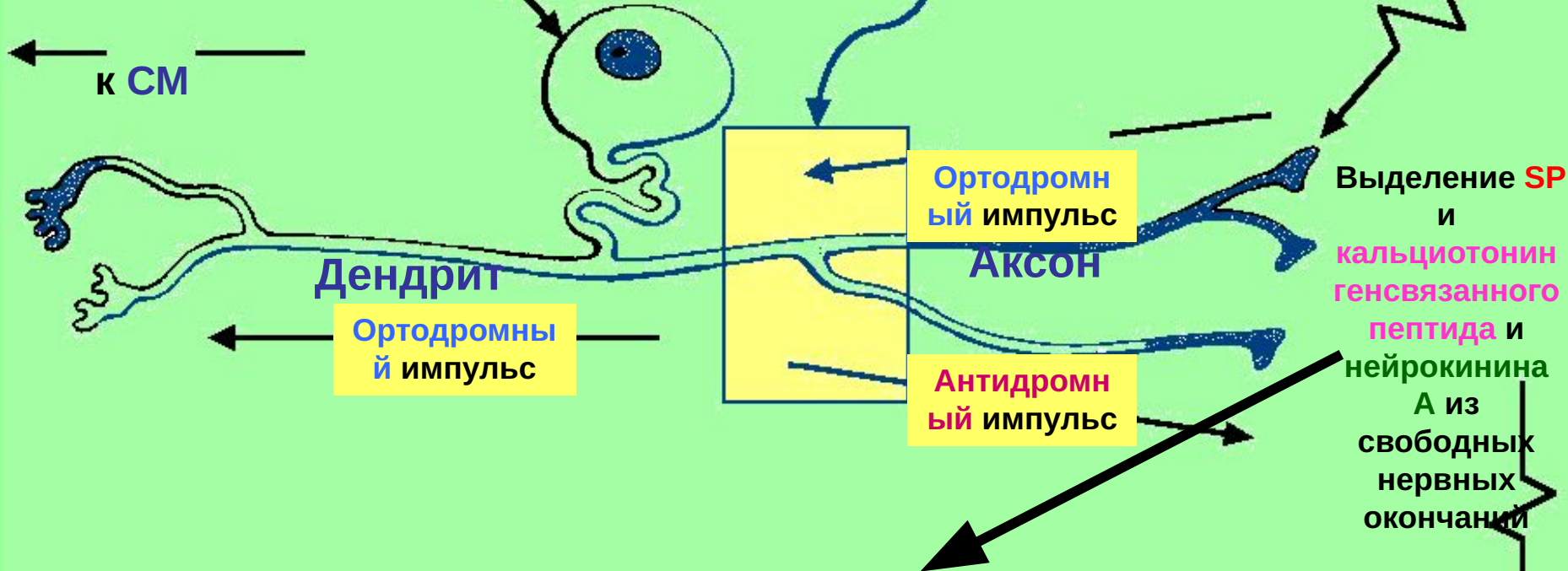
координация взаимодействия **Н**, **МФ** и **Лф** и  
таким образом регуляция **воспаления** в  
целом

Результат распространения ортодромного антидромного импульсов

«Аксон-рефлекс»

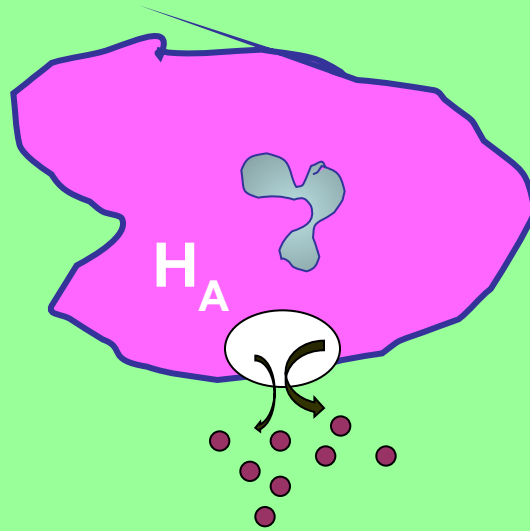
ортодромный импульс «рефлекторно» ковертируется в антидромный импульс на уровне аксона без участия СМ

Ноцицептивный ортодромный вход



повышают проницаемость сосудов, оказывают потенцирующее воздействие на Н, повышают чувствительность ноцицепторов, воссоздавая воспалительную боль. Синергистически взаимодействуют в повышении проницаемости сосудов с 5-НТ, брадикинином, С5а, ФАТ, ЛТР В4

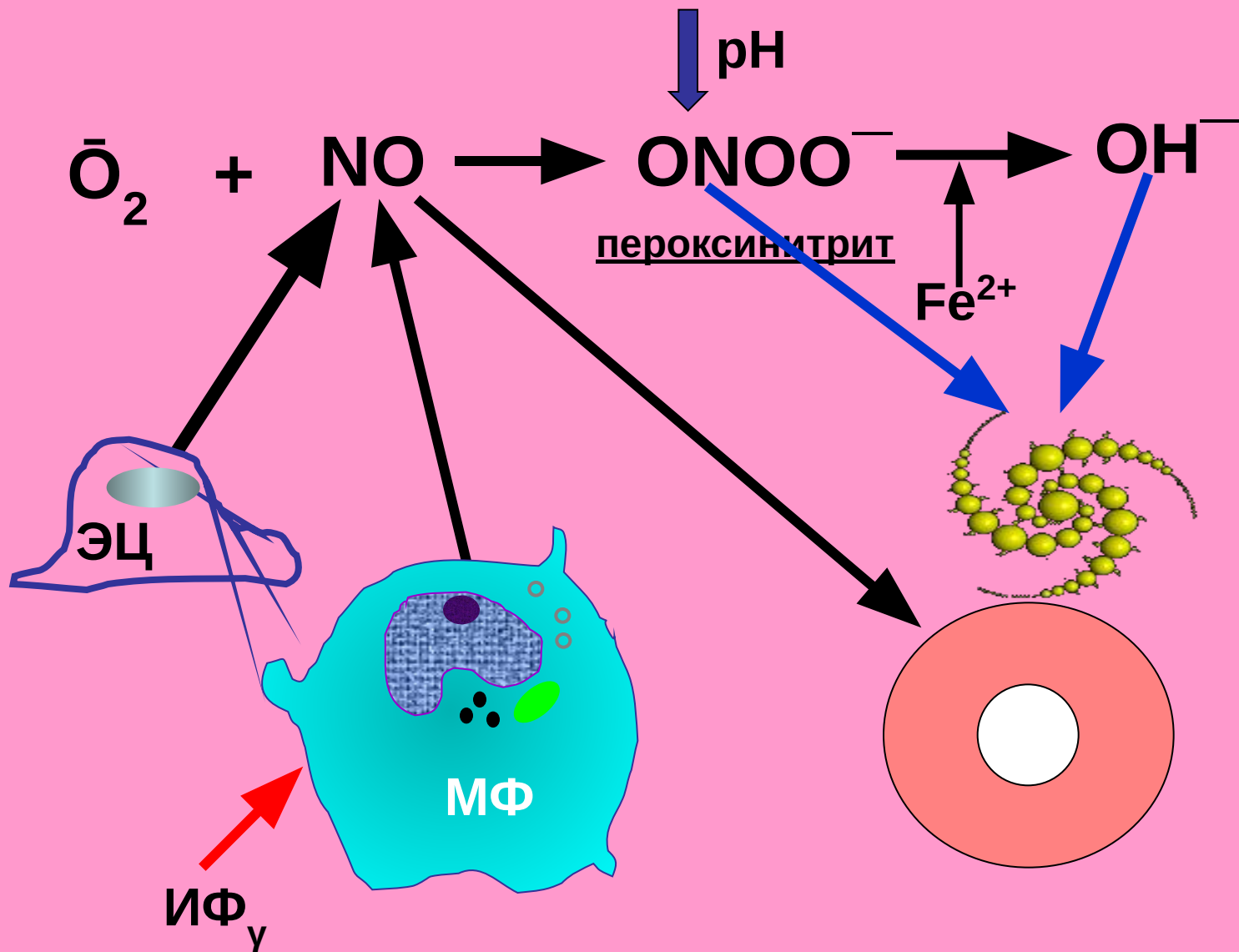
ТК - стимуляция с выделением 5-НТ, гепарина и протеаз



нейтральные протеиназы  
эластаза, катепсин G и  
коллагеназы

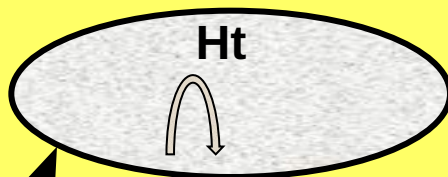
Повышение  
проницаемост

за счет лизиса субэндотелиального матрикса, истончения и фрагментации ЭЦ и сопровождается геморрагией и тромбозом. активируют системы комплемента, калликреин-кининовую, свертывания и фибринолиза, высвобождают цитокины и лимфокины. Воспаление разворачивается и самоподдерживается в течение длительного времени



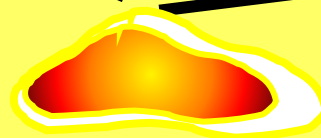
# РЕАКЦИЯ «ОСТРОЙ ФАЗЫ»

Лихорадка,  
сонливость,  
, анорексия



Гипофиз

АКТГ



Надпочечник

кортизол

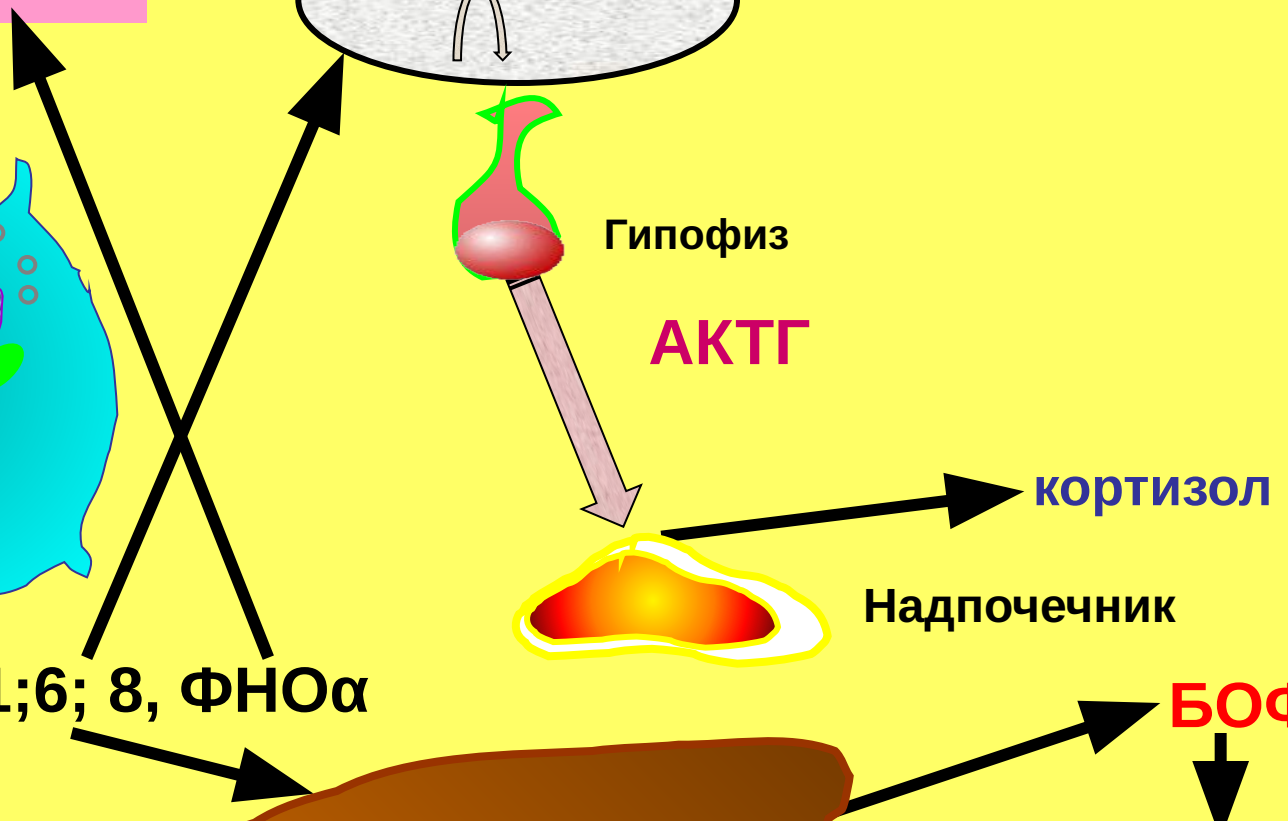
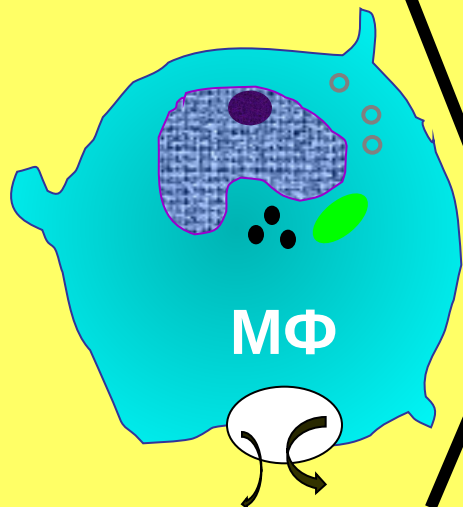
МФ

ИЛ-1;6; 8, ФНО $\alpha$

ПЕЧЕНЬ

БОФ

С-реактивный белок,  
фибриноген, белки  
системы  
комплемента,  
церулоплазмин,  
гаптоглобин

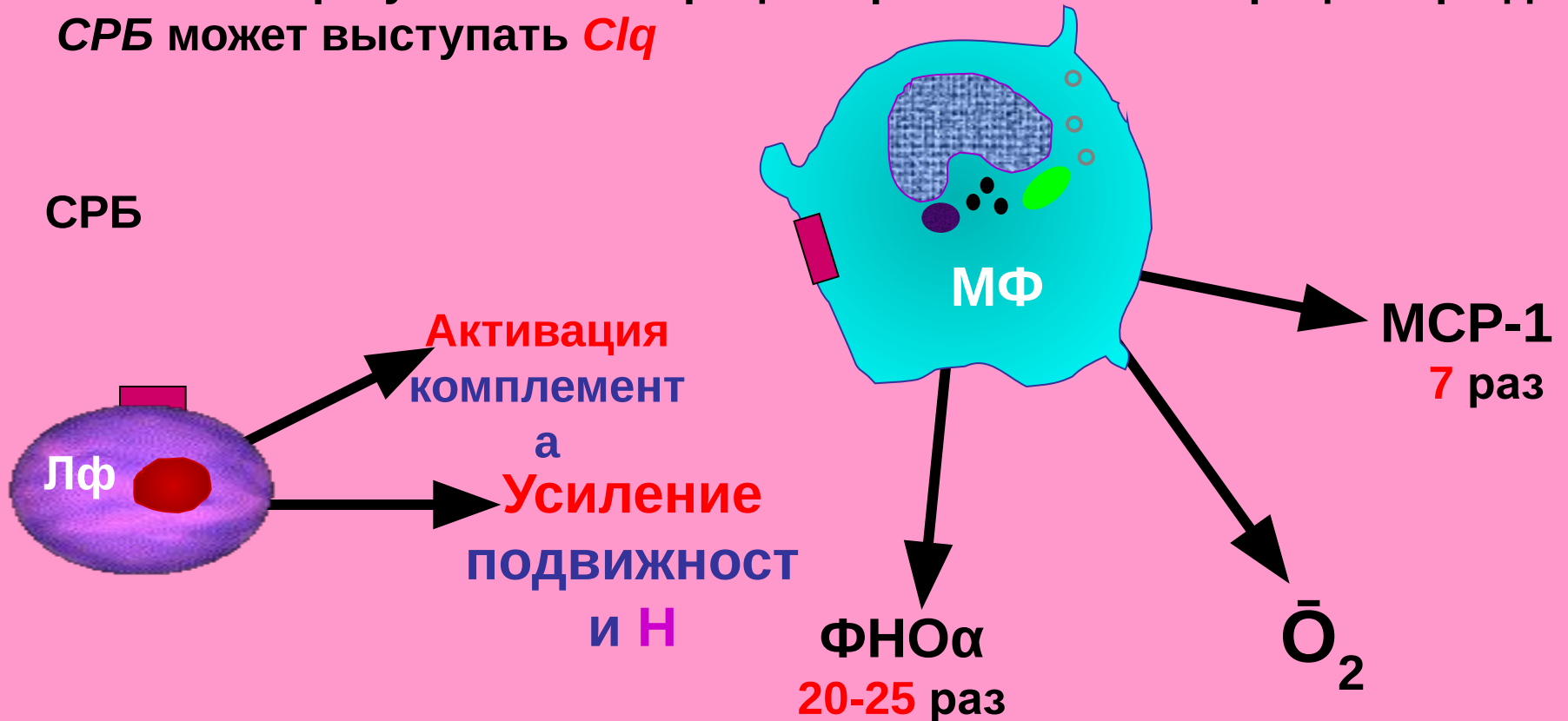




# СРБ

оказывает влияние на функции **H**, **МЦ / МФ**,

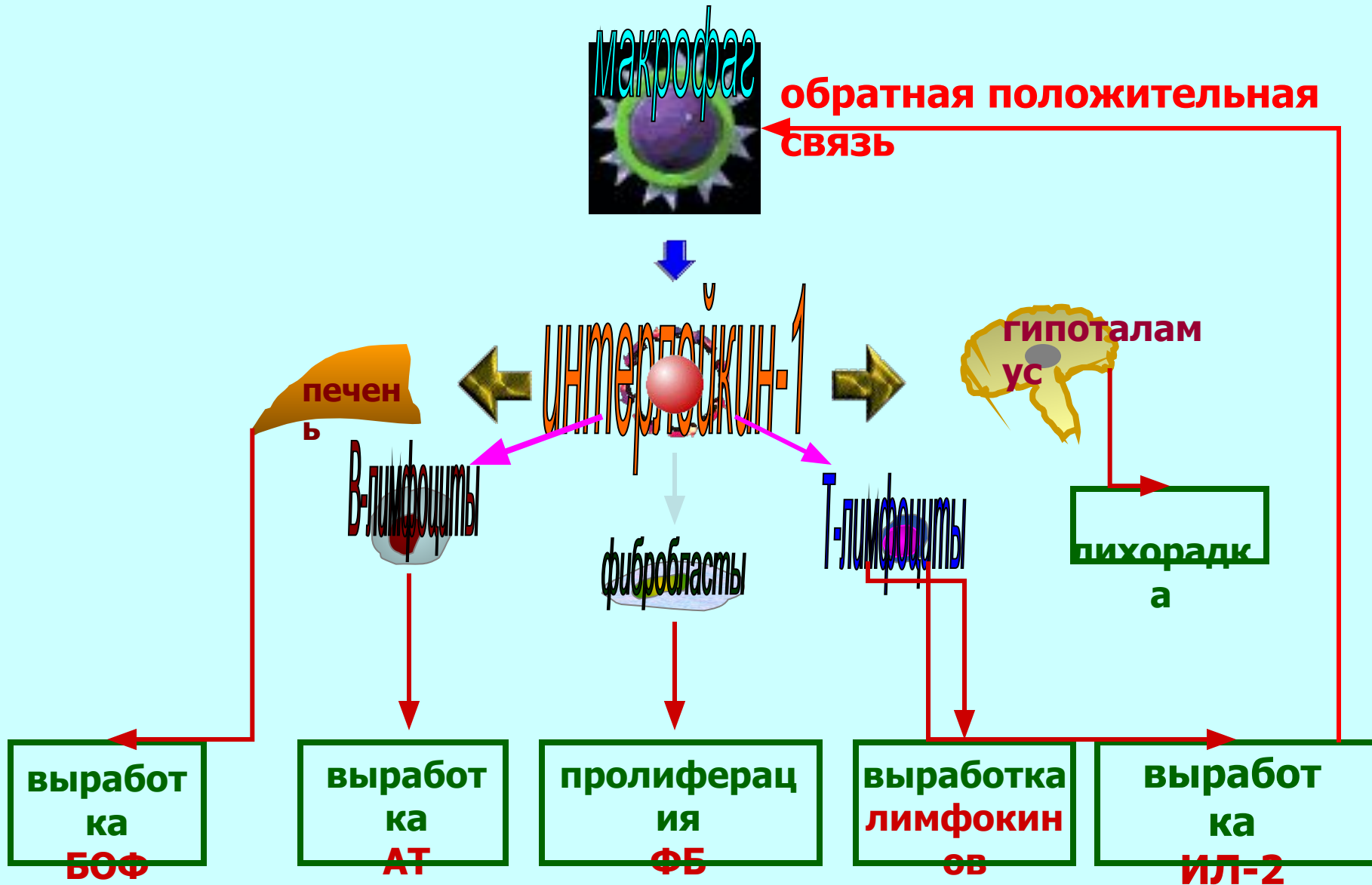
**Лей**коцитарная функция - элиминация патогенных микроорганизмов, "старых" и погибших клеток, нейтрализация бактериальных токсинов  
участвует также в **опсонизации**, связываясь с микробными клетками при участии **Fc** - рецепторов. В качестве рецептора для **СРБ** может выступать **Clq**





- ИЛ-1** - **повышает** сосудистую проницаемость и **увеличивает** прокоагулянтную активность, особенно в присутствии **ФНО**
- **плейотропный медиатор**. Связывание его с рецепторами вызывает повышение  $T^0$  тела, нарушение **сна**, **анорексию**, генерализованную **миалгию**, **артралгию**, **головную боль**, некоторые **гастроинтестинальные** нарушения
  - **увеличивает** уровень **ИЛ-6** и продукцию печенью **БОФ**
  - **увеличивает** выход из костного мозга **Н** вместе с **КСФР**, образующимся в ответ на действие **ИЛ-1** на **МФ**
  - способствует **заживлению ран** и **восстановлению соединительной ткани**
  - действует на **ИС**, включает **Т-клеточную пролиферацию** путем стимулирования продукции **ИЛ-2** и увеличения количества **рецепторов ИЛ-2**

# Эффекты действия ИЛ-1 в очаге воспаления



**ИЛ-6** - **основной** медиатором воспаления

- стимуляции продукции **БОФ** в печени
- включает **увеличение В-клеточной пролиферации** и продукции **АТ**. Способствует созреванию **В-клеток** в **АПК**

**ИЛ-8** - вызывает появление в **ЭЦ рецепторов** с высоким сродством, реагирующих с **МЦ** и **Н** и эти клетки **останавливаются** в **капиллярах**, расположенных в зоне воспаления. **Стимулирует** их к **диапедезу** и **миграции** в очаг воспаления **градиент** для **хемотаксиса** фагоцитирующих клеток. Фагоциты имеют рецепторы к **ИЛ-8**, которые "чувствуют" разницу в его концентрации и направляют свое движение по оси максимального отличия

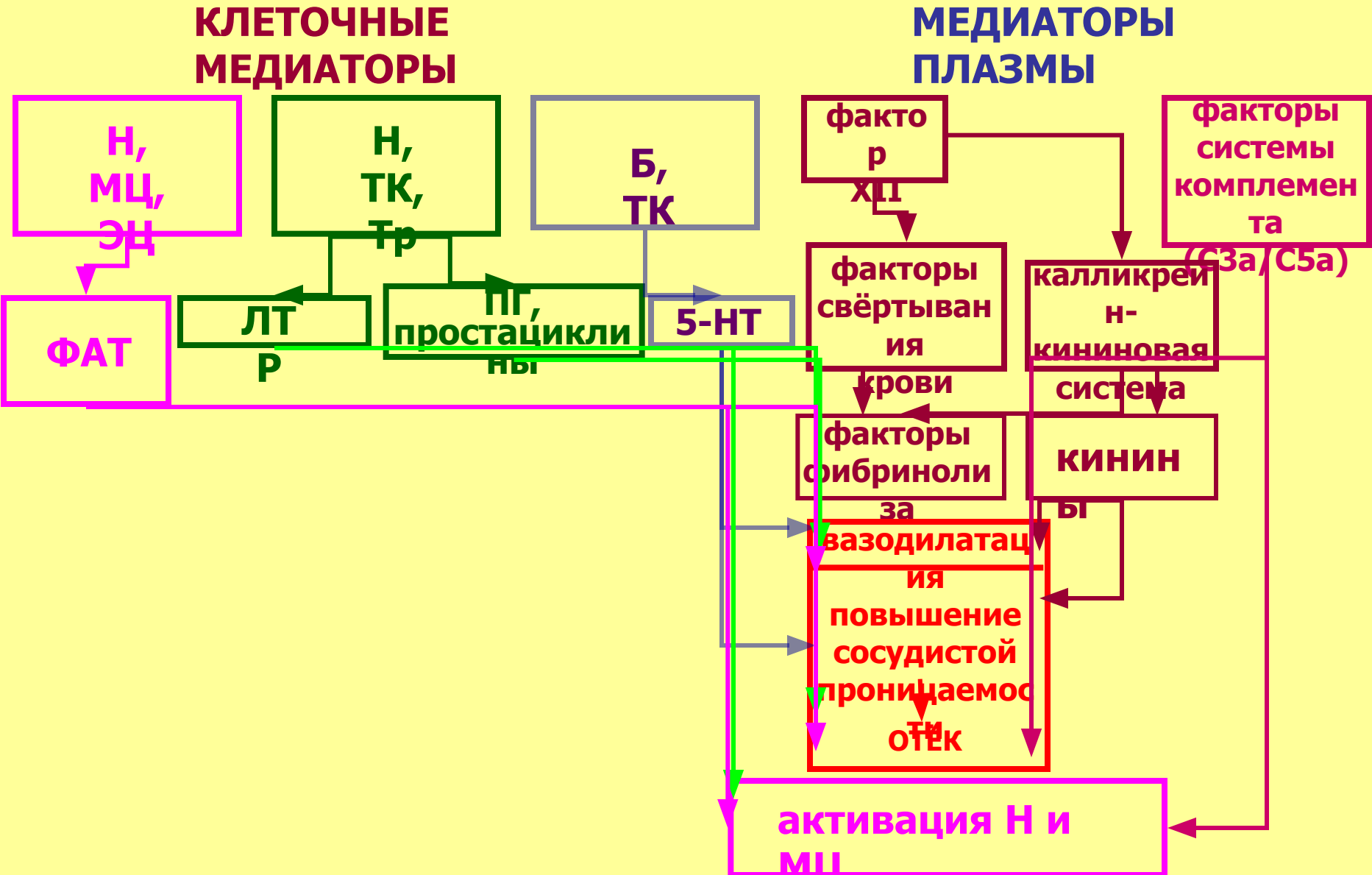
**ФНО** - **стимуляция** выхода **Н** из костного мозга

- **ускорение маргинации** и **активация Н**
- **активация МФ** к выработке **ПГ** и **ЛТР**, а также продукции **ИЛ-1** и **ИЛ-6**

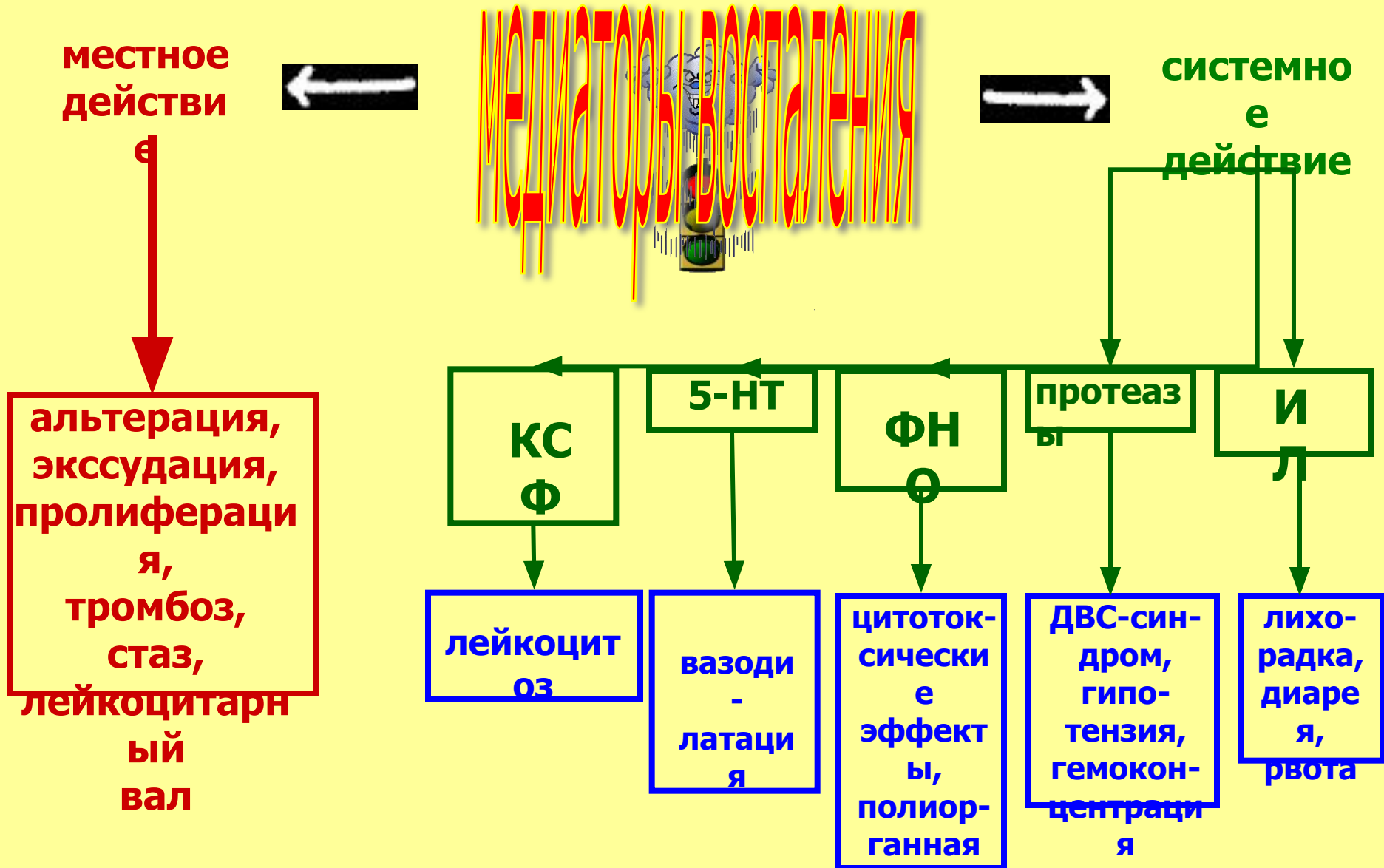
- ИФ-γ - "**многоцелевой**" медиатор воспаления
- обеспечивает **аутоактивацию** МФ и активацию Н

В клетках резко усиливается синтез **протеаз**, они накапливаются в *лизосомах*. В них происходит "**O<sub>2</sub> взрыв**" - продукция **АФК** и **NO**, высокотоксичных для микроорганизмов. Количество **рецепторов** на поверхности фагоцитов резко **увеличивается** она становится "**липкой**", увеличивается и "**ощупывающая**" подвижность цитоплазмы. Когда клетка встречается с бактерией, то она "**прилипает**" к поверхности **фагоцита**, обволакивается его псевдоподиями и оказывается внутри клетки, где и **разрушается** протеазами

# Совместное действие клеточных и плазменных медиаторов при воспалении (по: W.Böcker, H.Denk, Ph.U.Heitz)



# Соотношение системных и местных механизмов воспалительного процесса



# АЛЬТЕРАЦИЯ

повреждение структуры клеток, тканей и органов, сопровождающееся нарушением их жизнедеятельности  
Альтеративно-дистрофические реакции проявляются местным повреждением ткани и расстройством тканевого метаболизма (*дистрофией*)

*Первичная* альтерация возникает в результате **прямого** повреждающего воздействия на клеточные структуры органа. В ответ повышается проницаемость клеточных и субклеточных мембран. **ТК** выделяют медиаторы воспаления (**5-НТ**, **5-ОТ**, **гепарин** и др.). Из различных клеток высвобождаются *лизосомальные* ферменты, активизирующие в ткани реакции гликолиза, липолиза и протеолиза. **БВВ** оказывают воздействие и вызывают дальнейшее разрушение (*вторичную* альтерацию)

*Клеточная* альтерация обусловлена *нарушениями микроциркуляции* - результат действия медиаторов на сосуды микроциркуляторного русла, приводящими к развитию **гипоксии** (главная причина *воспалительной деструкции*) в тканях

Область альтерации может **расширяться** за счет неблагоприятных патогенетических факторов, возникающих в очаге повреждения — *гипоксия, ацидоз, отек*

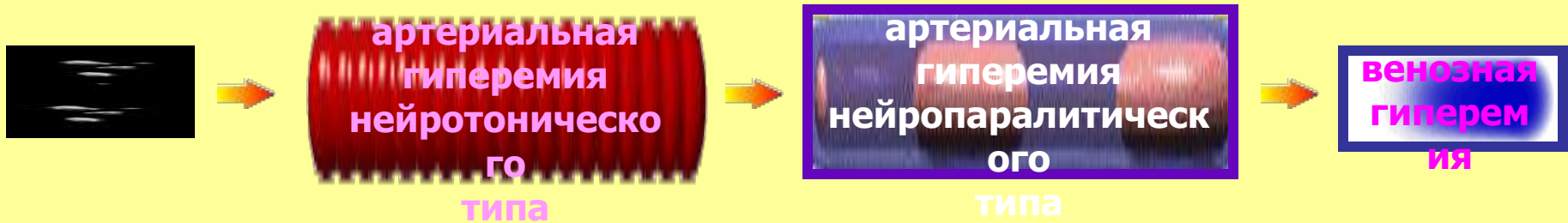




Please wait while the movie loads.

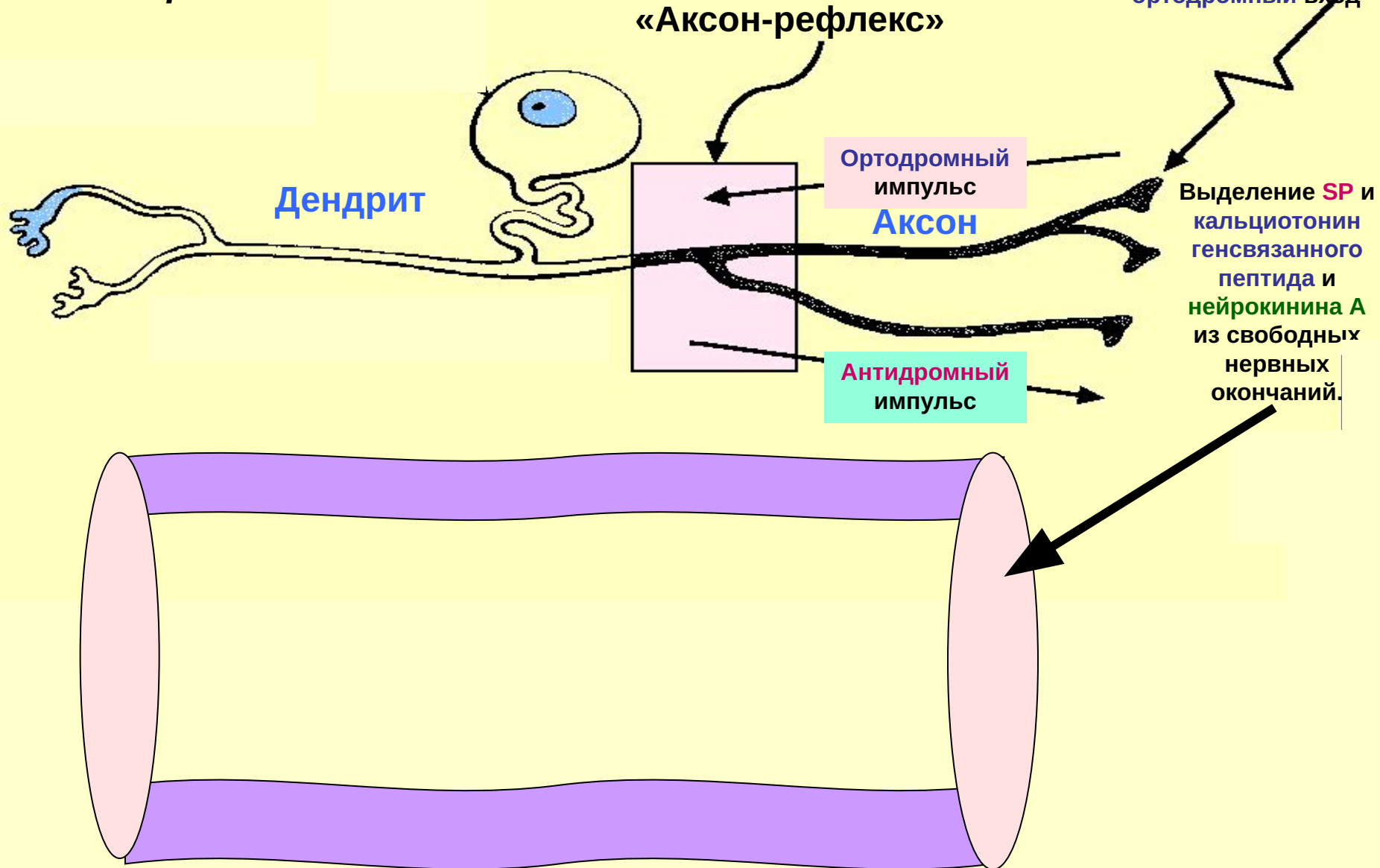


# Динамика сосудистой реакции при воспалении

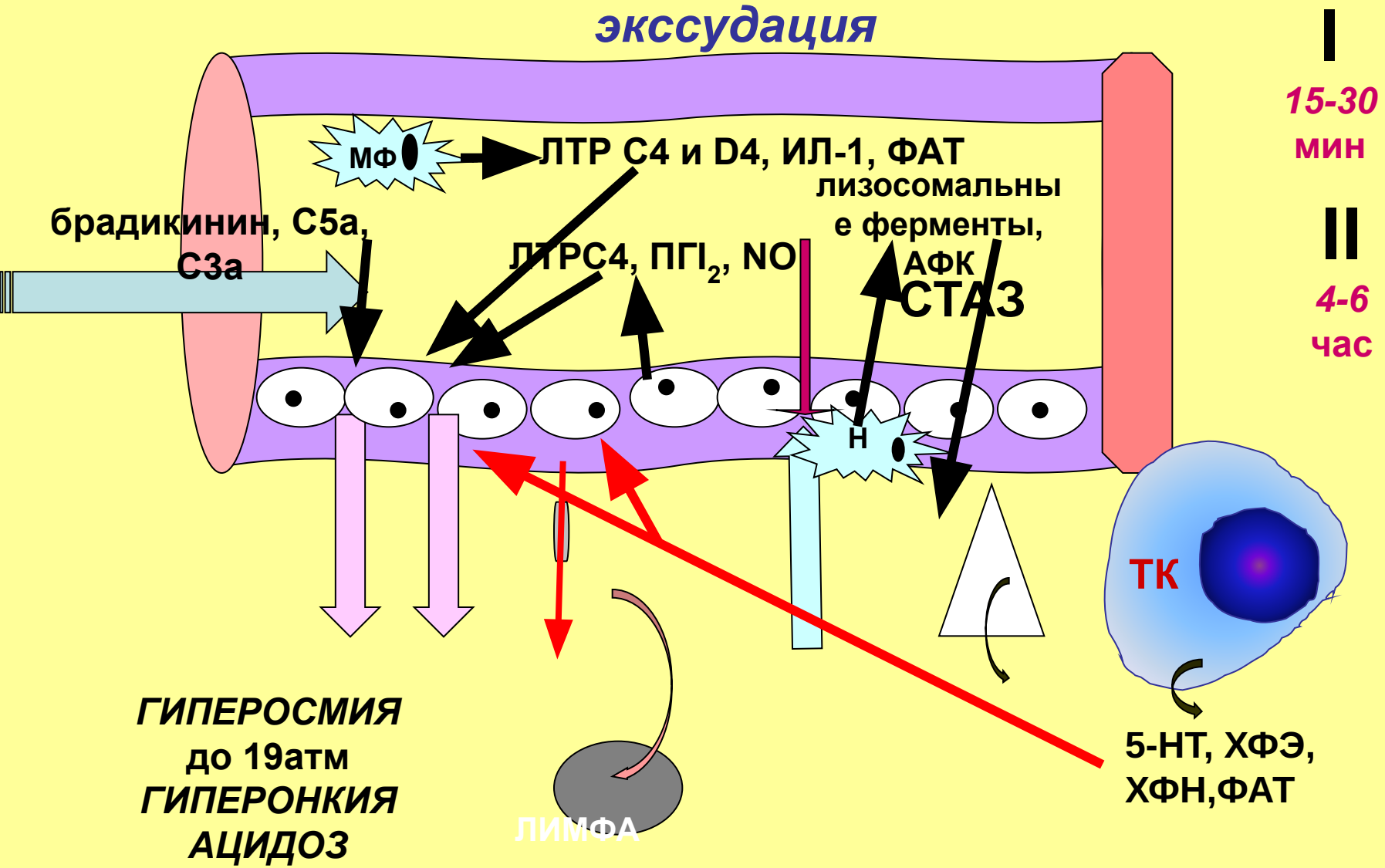


# ЭКСУДАЦИЯ

Реакция микроциркуляторного русла с нарушениями реологических свойств крови



# Повышение сосудистой проницаемости и экссудация



I  
15-30  
мин

II  
4-6  
час

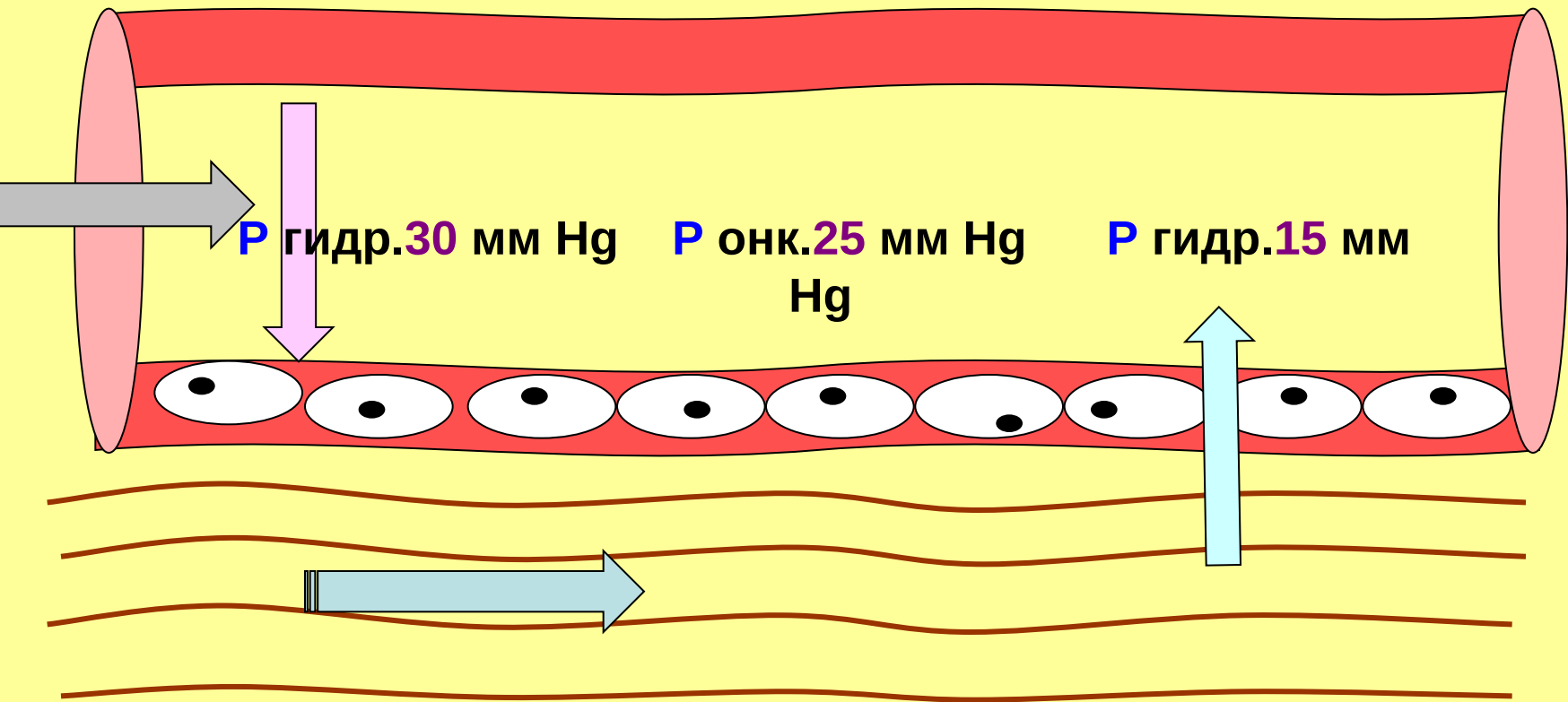
**ГИПЕРОСМИЯ**  
до 19атм  
**ГИПЕРОНИКІЯ**  
**АЦИДОЗ**

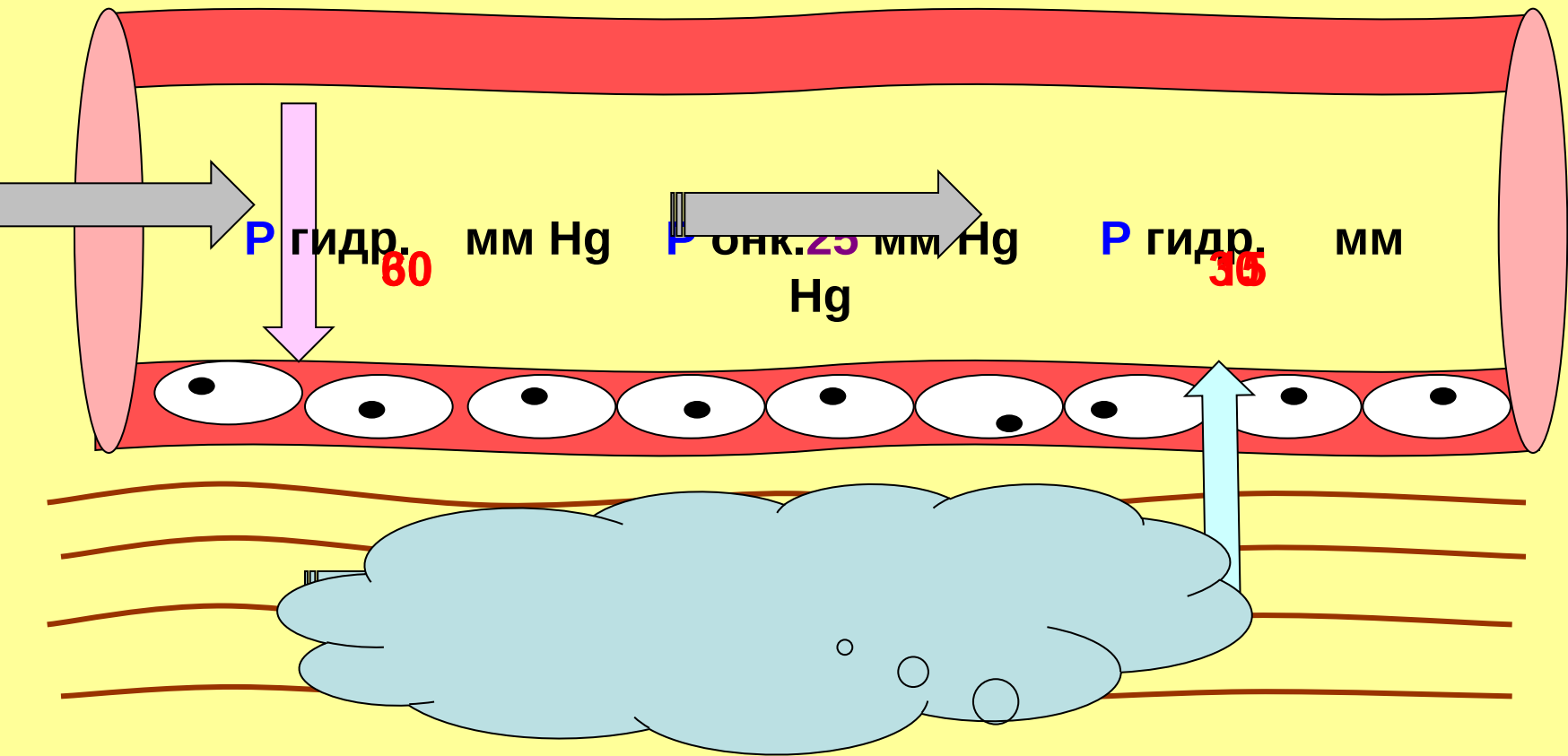
ЛИМФА

ТК

5-НТ, ХФЭ,  
ХФН, ФАТ







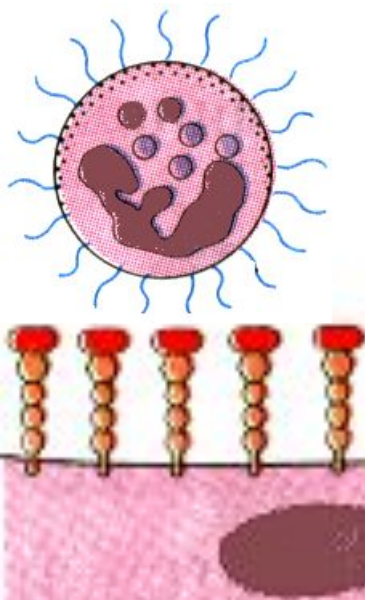
# Эмиграция клеток крови, образование экссудата и воспалительного клеточного инфильтрата

1

Маргинация

βδēùê äëÿ 1002\_Rolling\_Adhesion.Ink

Качение

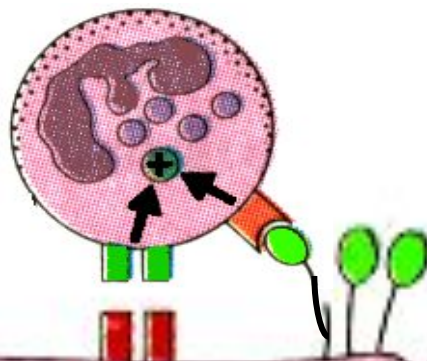


2

Активация

βδēùê äëÿ 0604\_Chemokine\_Signaling.Ink

Остановленный лейкоцит

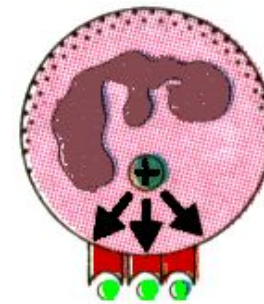


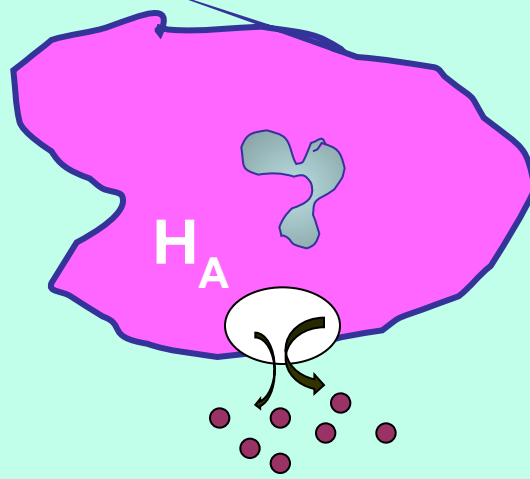
Хемокины

3

Прикрепление

βδēùê äëÿ 1003\_LeukocyteExtravasation.Ink





*протеиназы, катепсины, миелопероксидазы,  
катионные белки, кислые гидролазы,  
коллагеназы, эластазы*

В очаге воспаления **N** – выполняют основные функции:

- **разрушают** и **удаляют** вызвавшие воспаление агенты и поврежденные ткани, образовавшиеся в результате действия этих агентов
- **фагоцитируют** бактерии или иные инородные тела и частицы отмирающих клеточных элементов, параллельно осуществляя внеклеточную **поставку ферментов, катионных белков, АФК** **воздействуют** на **межклеточный матрикс**, приводя к его **деградации**
- **осуществляют антимикробное и цитотоксическое** действие, **внутри- и внеклеточный лизис** поврежденных тканей и **распадающихся N** с **продукцией БАВ**, синтез макромолекул (**ДНК**)



- регулируют поведение клеток, участвующих в воспалении  
влияют на бласттрансформацию Лф, вызывают дегрануляцию ТК, действуют на Тр, активируют систему комплемента, хемотаксис МФ, калликреин-кининовую систему, систему свертывания и фибринолиза. Активируются: адгезия и хемотаксис, респираторный взрыв в лейкоцитах, поглощение поврежденных тканей, дегрануляция клеток, экстрацеллюлярная секреция других медиаторов  
Мигрирующему Н достаточно 3-12 мин, чтобы пройти эндотелий, появление гранулоцитов в очаге может наблюдаться уже к 10 мин от начала воспаления

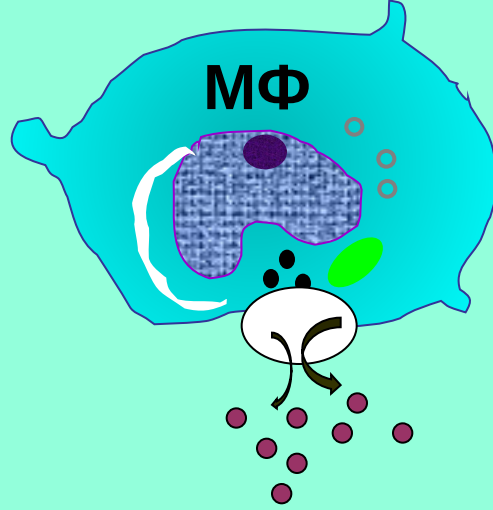
Скорость аккумуляции Н в очаге является наивысшей в первые 2 ч

Количество их достигает максимума через 4-6 ч

В этот период лейкоциты очага представлены Н более чем на 90%

Н остаются преобладающим типом клеток в течение нескольких дней





цитокины, ферменты, АФК

сопрягают **экссудацию**, **пролиферацию**, **регенерацию** и **фиброз**  
выполняют **бактерицидную функцию** (в кооперации с **Н**)  
**очищают** ткань путем **фагоцитоза**, **внеклеточного лизиса** (**ферментами**: коллагеназой, эластазой, нейтральными протеиназами, кислыми гидролазами)  
**обеспечивают** **отграничение** очага воспаления, формируя **барьеры** (**Н-МФ**, **МФ-ФБ**)

управляют **пролиферацией** и **дифференцировкой** **Н** и **МЦ**

вливают на **дифференцировку** **СК**

индуцируют **рост** **ФБ** и **синтез коллагена**

обеспечивают руководство клеточными реакциями при воспалении, влияя на миграцию, функции МЦ, Н, Лф

Фагоцитирующие МФ появляются в очаге воспаления после первых 24-48 часов с иммунологически активными клетками типа Лф и плазматических клеток

миграция МЦ из крови в ткань начинается одновременно с миграцией Н

МЦ обычно преобладают в очаге острого воспаления спустя 16-24 ч и достигают пика, как правило, на 3 сутки

МФ имеют преимущественное значение в фагоцитозе останков погибших клеток, в частности Н. Аккумуляция МЦ связана с торможением хемотаксиса МЦ под влиянием продуктов жизнедеятельности Н до определенного времени. Поэтому понятна зависимость аккумуляции МЦ от предыдущего выхода Н. С другой стороны, аккумуляция Н во многом зависит от МЦ

# ПРОЛИФЕРАЦИЯ

**размножение** местных клеточных **элементов** в очаге воспаления за счет **мезенхимальных** элементов стромы, а также элементов паренхимы органов. В ней участвуют **камбиальные, адвентициальные, эндотелиальные** клетки. В результате дифференцировки **СК** соединительной ткани в очаге появляются **эпителиоидные** клетки, **ФБ** и **ФЦ**. **Основными** клеточными элементами, ответственными за репаративные процессы в очаге воспаления, являются **ФБ**. Они продуцируют основное межклеточное вещество - **гликозаминогликаны**, а также синтезируют и секретируют волокнистые структуры - **коллаген, эластин, ретикулин**. В свою очередь, коллаген является **главным компонентом рубцовой ткани**.

**гуморальном контроле** над пролиферацией решающее значение имеют **МФ** - основной источник **ФРФ**, стимулирующего пролиферацию **ФБ** и синтез **коллагена**. За счет **фибронектина** и **ИЛ-1** **МФ** усиливают привлечение **ФБ** в очаг воспаления. Стимулируют образование **микрососудов**, усиливая пролиферацию **ЭЦ** и **ГМК**. **МФ** опосредуют регуляторное влияние на **ФБ** и **Т-лф**, которые активируются протеиназами, образующимися в очаге воспаления в результате распада ткани

**ФБ** зависят от **ТрФР**. В качестве других **ФР** для **ФБ** называют **соматотропин, соматомедины, ЭпФР, инсулиноподобные пептиды, инсулин, глюкагон**

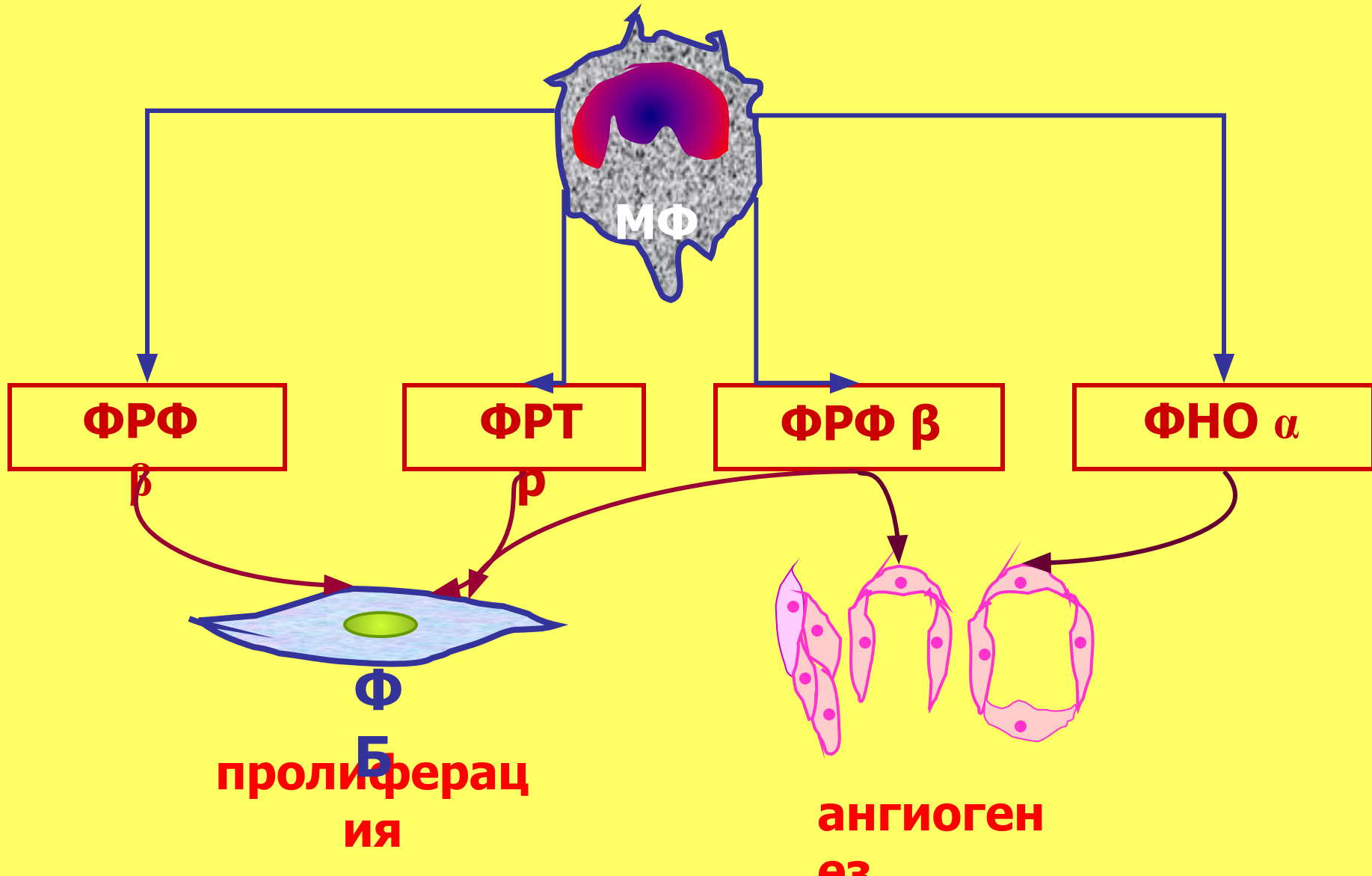
Важнейшим условием **прогрессирования** пролиферации является эффективность **очищения** очага воспаления от микроорганизмов, продуктов альтерации тканей, погибших лейкоцитов. Ведущая роль в этом принадлежит **МФ**

**Очищение** происходит путем **внеклеточной деградаци** поврежденной ткани и за счет **фагоцитоза**. Осуществляется под регуляторным влиянием цитокинов и с помощью ферментов: **протеогликаназы, коллагеназы, желатиназы**

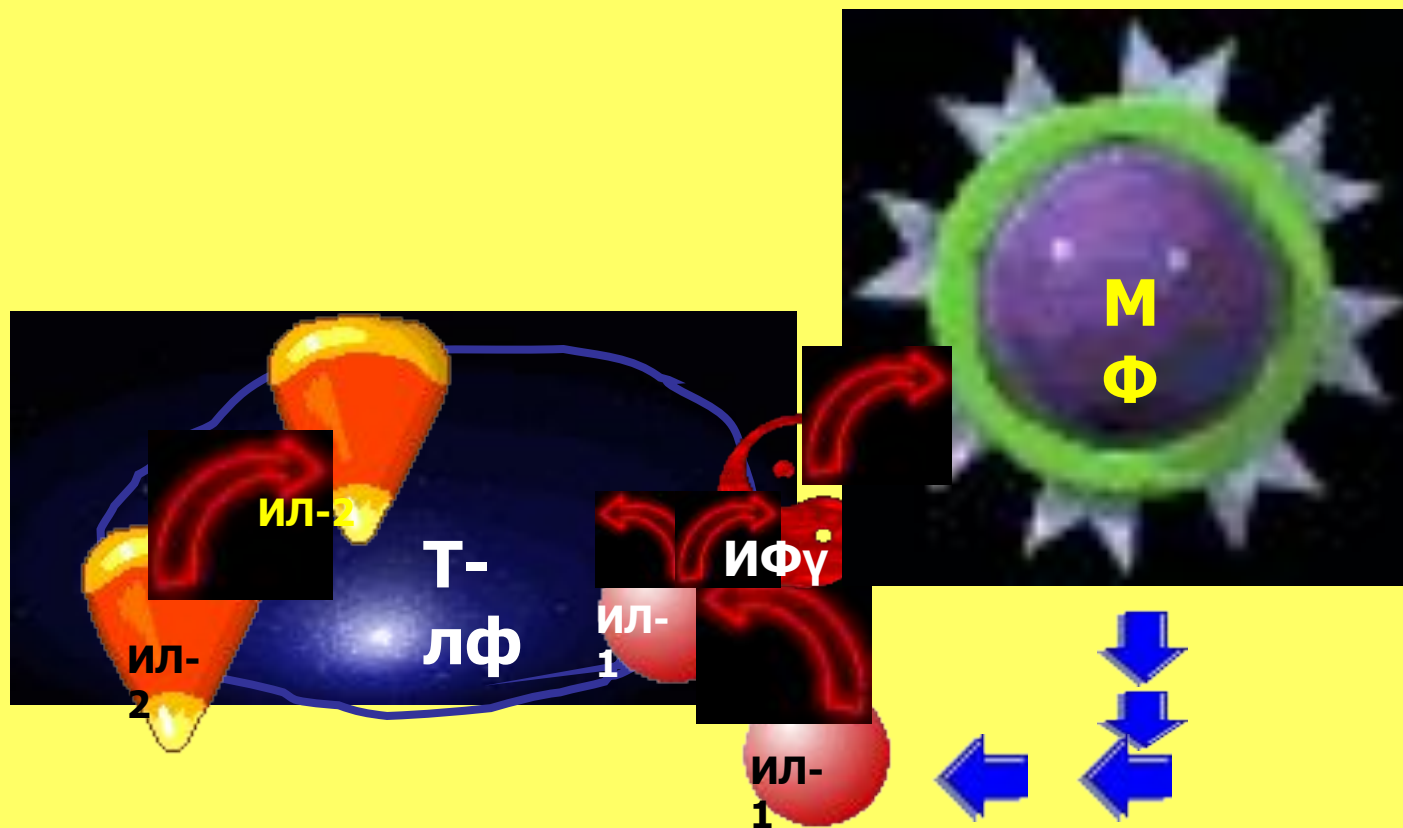
**Элиминируя** остатки лейкоцитов и разрушенных тканей, **МФ** **устраняют** один из важнейших **источников** собственной **хемотаксической стимуляции**. По мере очищения очага воспаления количество **МФ** убывает. **Лф** частью погибают, частью превращаются в **АПК**, продуцирующие **АТ**

# Пролиферативные процессы при воспалении

(по: W.Böcker, H.Denk, Ph.U.Heitz)

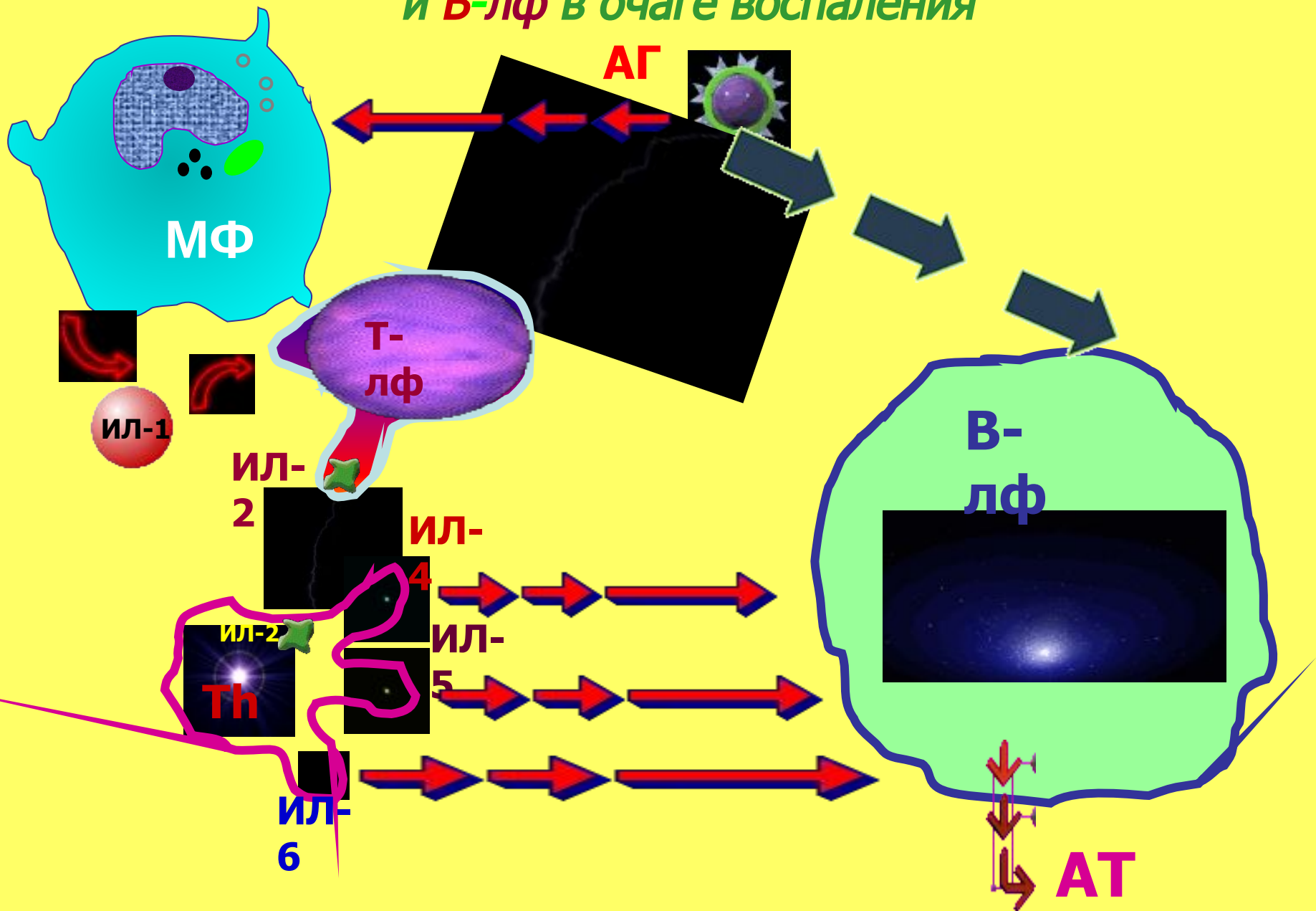


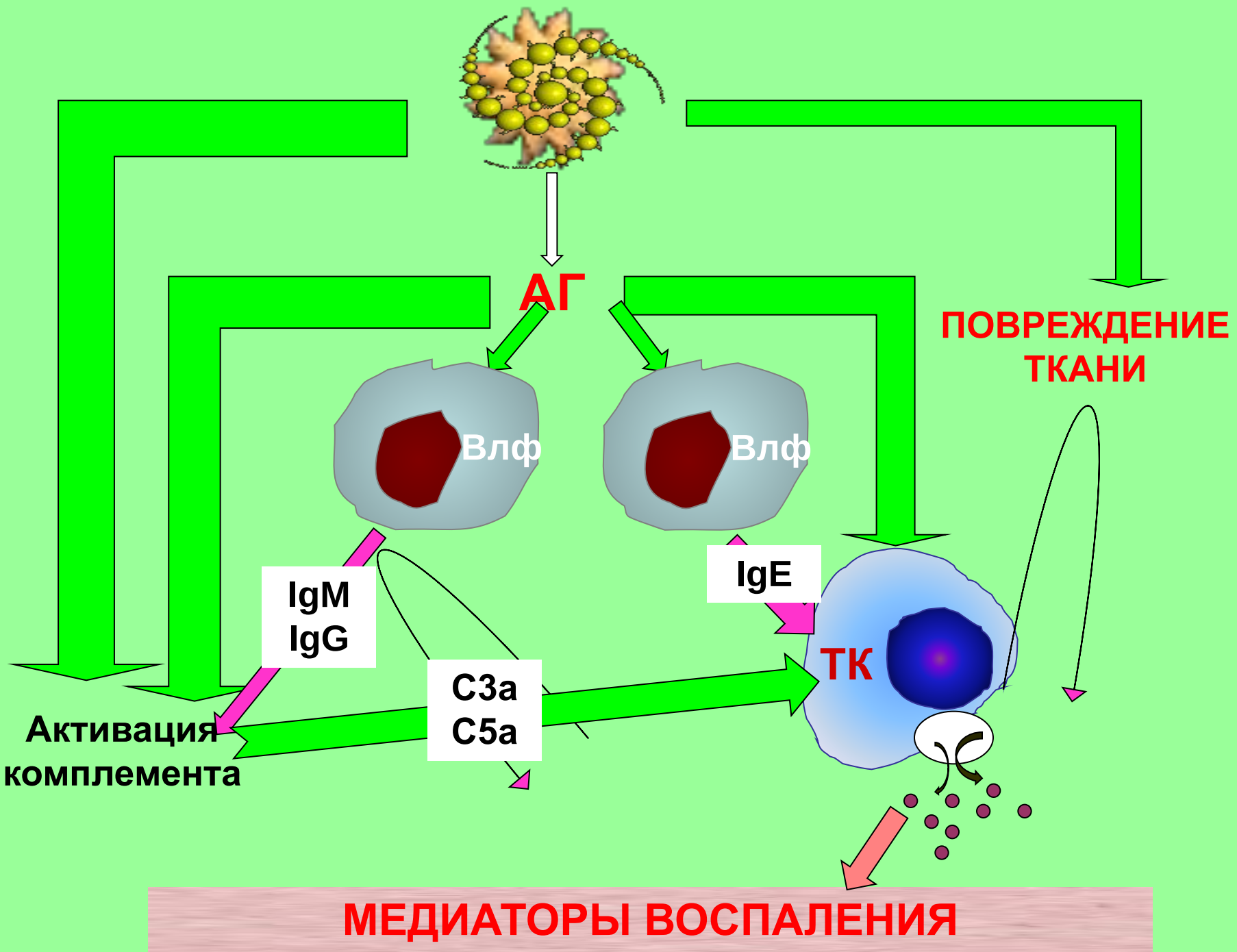
# Роль цитокинов в обеспечении взаимодействия Т-лф и МФ в очаге воспаления





# «Каскад цитокинов», обеспечивающий взаимодействие Т- и В-лф в очаге воспаления





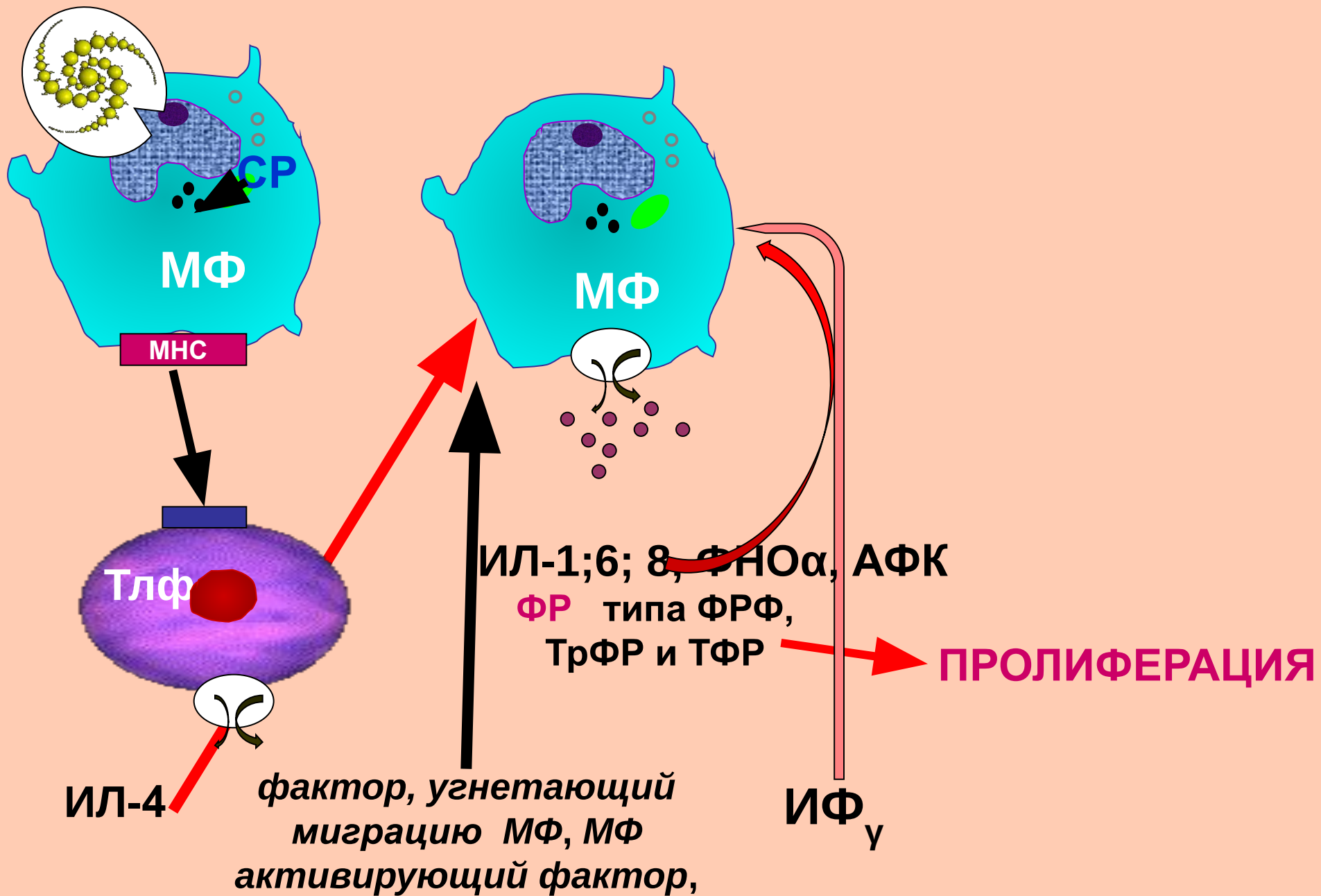
# ХРОНИЧЕСКОЕ ВОСПАЛЕНИЕ

это **патологический процесс**, характеризующийся **персистенцией** патогенного агента, развитием в связи с этим **дисфункции ИС** и иммунологической недостаточности, что обуславливает **своеобразие морфологических** изменений тканей в области воспаления и течение процесса по принципу **порочного круга**, чрезвычайно **затрудняющее репарацию** поврежденных тканей и **является проявлением** возникшего **дефекта** в системе защиты и **восстановление гомеостаза** приспособления организма к меняющимся условиям существования. При этом теряется биологическая целесообразность как защитно-приспособительной реакции организма, ибо **утрачивает** способность **уничтожения** и **постоянное повреждение** тканей создается **АГ** агентом, что ведет к **активации иммунитета**

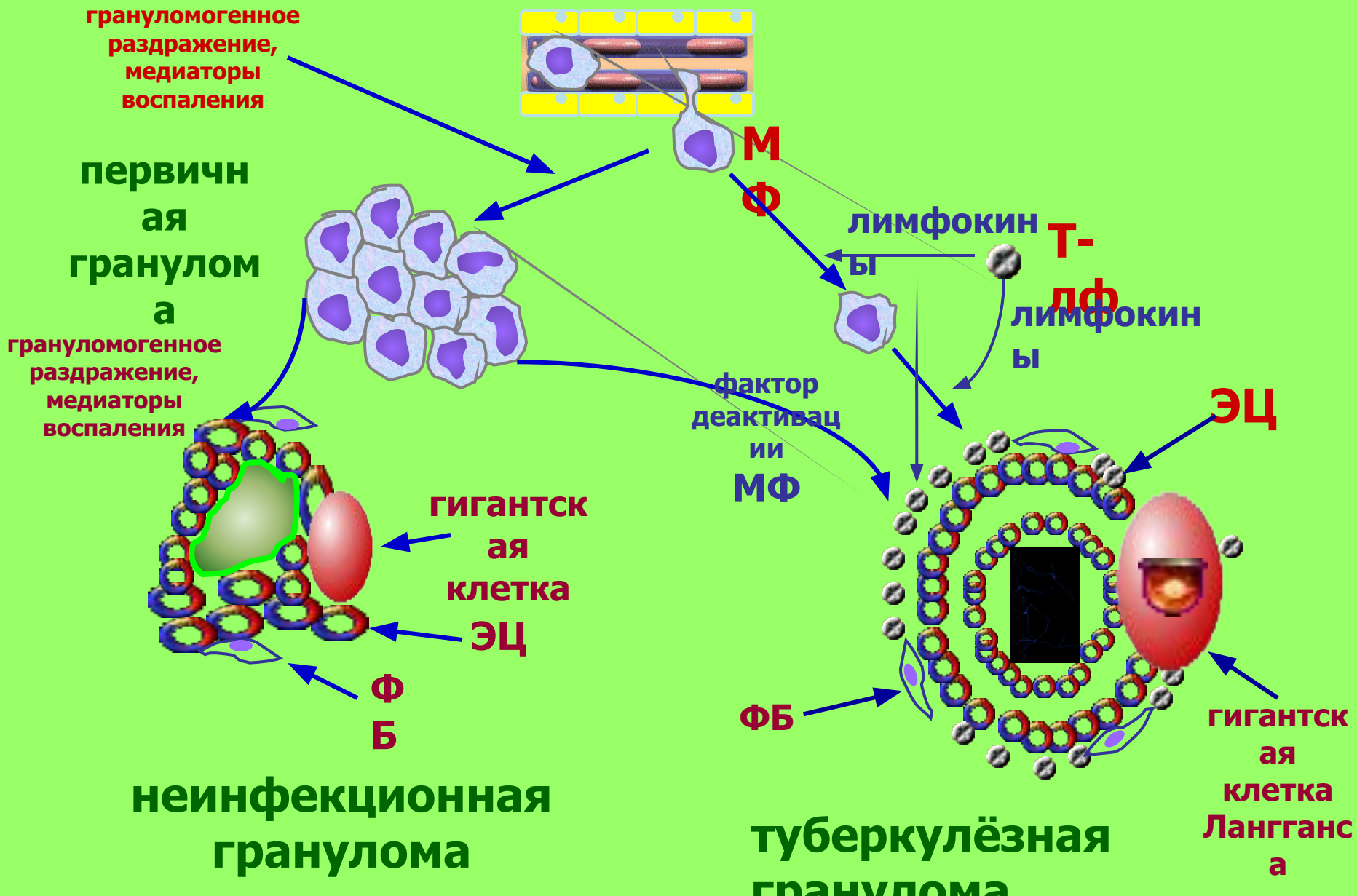
**Основные параметры**, обуславливающие развитие хронического воспаления:

- **персистенция** повреждающего фактора
- развитие **иммунологической недостаточности**
- характерные **морфологические** изменения

**длится** достаточно долго для того, чтобы возникли **ИО** и **регенерация**



# Схема развития пролиферативного воспаления (по: W. Böcker, H. Denk, Ph. U. Heitz)



# ОСОБЕННОСТИ ВОСПАЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ

- отсутствует **нейрогенный** (**сужение**) компонент сосудистой реакции
- более значительно выражен **альтеративно-дегенеративный**
- невелико значение **медиаторов** воспаления
- слабо выражена **эмиграция** лейкоцитов
- имеются **дефекты фагоцитоза** - «**незавершенный фагоцитоз**»:

- **дефицит C3 и C5** ухудшает **хемотаксис**
- **N** плохо деформируются из-за **жесткости мембраны**
- **низкая активность** бактерицидной системы фагоцитов
- **больше** образуется  $\bar{O}_2$
- **слабо инактивируется**  $H_2O_2$  – ведет к аутокаталитическому (**снижается активность**) **бактерицидной системы**

- **слабо** протекает **пролиферация**
- имеется склонность к **генерализации В**
- недостаток **vit E** ведет к повреждению мембран и снижает активность **антиоксидантной системы**