

Защита от антигенов

Иммунитет

- Организм человека имеет множество механизмов защиты
- от различных возбудителей,
- и в первую очередь от возбудителей инфекционных болезней:
  - вирусов
  - бактерий,
  - грибов
  - простейших,
  - гельминтов.

# Защитные механизмы от антигенов

барьеры,  
рефлексы  
поведение

неспецифическая  
защита

Клеточные  
факторы:  
эозинофилы,  
базофилы,  
нейтрофилы,  
МОНОЦИТЫ,  
макрофаги

Гуморальные  
факторы  
внутренней  
среды:  
ЛИЗОЦИМ,  
интерферон,  
фракции  
КОМПЛЕМЕНТА

# специфическая защита

```
graph TD; A[специфическая защита] --> B[клеточная: Т-лимфоциты В-лимфоциты макрофаги]; A --> C[гуморальная: иммуноглобулины];
```

клеточная:

Т-лимфоциты

В-лимфоциты

макрофаги

гуморальная:

иммуноглобулины

# Характеристика неспецифических защитных механизмов.

Барьеры.  
Рефлексы. Поведение

# барьеры

```
graph TD; A[барьеры] --> B[КОЖНЫЙ]; A --> C[слизистые оболочки];
```

КОЖНЫЙ

слизистые  
оболочки

- Механически препятствуют попаданию веществ.
- Выделяют химические вещества бактерицидного действия.

# барьеры внутренней среды

мембраны клеток и органелл

гистогематический барьер  
(стенка капилляров)

гематоэнцефалический барьер  
(стенка сосудов мозга)

межклеточные пространства

# Защитные реакции

1. кашель,  
чихание

изгнание попавших  
веществ из альвеол и  
bronхов

2. спазм  
голосовой  
щели

предохранение от  
попадания частиц  
в дыхательные пути



**3. работа  
реснично-слизистого  
эскалатора**



**мерцательный эпителий  
удаляет из верхних  
дыхательных  
путей частицы пыли, микробов,  
остатки клеток**

4.

Сознательное  
поведение

Сознательное  
избегание  
контактов  
с чужеродными  
агентами

Проявляется в виде соблюдения  
правил асептики, антисептики,  
изолирование заразных больных,  
соблюдение правил контакта с  
больным человеком.

Общие свойства  
клеточных факторов  
неспецифической  
защиты

# 1) Обладают хемотаксисом,

- т. е. способны двигаться в сторону бактериальных ТОКСИНОВ,
- продуктов распада бактерий или клеток организма,
- комплексам антиген + антитело.

- 2) Способны к амебовидному движению через стенку сосудов.
- Больше 50% лейкоцитов находятся за пределами сосудистого русла.

- 2) Способны связывать антиген.
- 3) Обладают фагоцитозом с последующим разрушением захваченных веществ.

# Функции гранулоцитов

## Базофилы

- **Составляют 0,2 – 1% от всех лейкоцитов.**
- **Это клетки крови и тканей. К ним относятся и тучные клетки.**



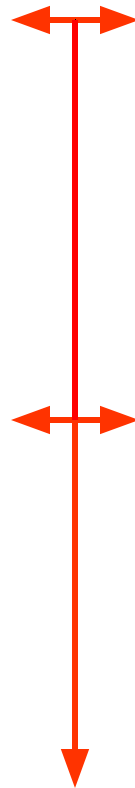
**выделяют  
гепарин  
и гистамин**

**поддерживают  
кровоток  
в мелких сосудах  
в очаге  
воспаления**

**обеспечивают  
рост  
НОВЫХ  
капилляров**

**обеспечивают  
миграцию других  
лейкоцитов в  
ткани  
( эозинофилов)**

**формируют аллергическую  
реакцию немедленного типа**



- Базофилы (Б) и тучные клетки (ТК) окружают мелкие сосуды печени и легких.
- Секретируют гепарин
- (препятствует свертыванию крови в очаге воспаления) и гистамин(расширяет МЦР в очаге воспаления).

# Эозинофилы

- **2 – 4% от общего количества лейкоцитов.**
- **Нейтрализуют, связывают и фагоцитируют аллергены, токсины, выделяемые**
- **паразитами, находящимися в организме.**
- **Выделяют гистаминазу, которая разрушает гистамин.**

Нейтрофилы  
(55 - 70%  
всех  
лейкоцитов)

Юные  
0 – 1%

Палочкоядерные  
1 – 5 %

Сегментоядерные  
52 – 68%

# Функции нейтрофилов

Уничтожают проникших в организм  
инфекционных агентов

Синтезируют бактерицидные  
вещества:  
супероксидный ион  $O_2^-$ ,  
перекись водорода  
 $H_2O_2$

Тесно взаимодействуют с Т и В  
лимфоцитами, макрофагами

Удаляют поврежденные клетки  
выделяют вещества, стимулирующие  
регенерацию тканей

Выделяют лизоцим,  
лактоферрин,  
катионные белки



# Моноциты

4 – 8% от общего  
количества лейкоцитов.

- Являются агранулоцитами.
- Фагоцитируют в кислой среде.
- Приходят на смену нейтрофилам.
- Участвуют в формировании специфической защиты.

# Фиксированные макрофаги

- Вид клеток, которые в тканях выполняют функцию связывания чужеродных веществ.
- Фагоцитируют и формируют специфическую защиту – иммунный ответ.

Гуморальные факторы  
неспецифической защиты.

# 1. Лизоцим

- – группа ферментов,
- подавляющая рост и развитие бактерий и вирусов путем разрушения их мембран.
- *Выделяется макрофагами.*
- Содержится в слезной жидкости, отделяемом носа, в крови, слюне, ликворе, на поверхности слизистых.

## 2.Интерферон

- **Растворимый белок.**
- **Вырабатывается многими клетками после попадания в них живых или мертвых вирусов.**
- **Препятствует размножению вирусов.**
- **Не обладает специфичностью действия.**

# 3.Комплемент

- Ферментная группа плазмы из 9 - 11 белковых фракций.
- Компоненты комплемента образуются в разных органах.
- Увеличивает восприимчивость клеток к фагоцитозу, создает
- условия для действия лизоцима.

- К гуморальным факторам
- неспецифической  
защиты
- относятся вещества  
плазмы и тканевой  
жидкости:



- лейкины (выделяются лейкоцитами),
- плакины (выделяются тромбоцитами).
- $\beta$  – лизины - литически действуют на стафилококки и анаэробные микроорганизмы.

- Таким образом, клеточные и гуморальные факторы неспецифической защиты
- содержатся в водных секторах тела.
- а) Задерживают развитие микроорганизмов.
- б) Фагоцитируют отмершие клетки.
- в) Инактивируют токсины.
- Но не обеспечивают генетическое постоянство организма.
- Не всегда эффективны

- Эту функцию выполняют факторы специфической защиты.

# Специфическая защита

- Основана на строго избирательных химических реакциях – иммунных ответах.

- При контакте с определенным болезнетворным агентом (антигеном)
- в организме вырабатываются специфические защитные вещества – антитела.

- Они связываются с антигенами, образуется комплекс антиген-антитело.
- При этом антиген теряет свои патогенные свойства.

# Антигены

- К ним относят белки, полисахариды, липополисахариды, нуклеиновые кислоты.
- Обычно это молекулы с большой массой.

- На поверхности молекулы сложного антигена
- имеются функциональные группы,
- которые определяют особенность и специфичность данного вещества.
- Они называются антигенными детерминантами



# Антитела - иммуноглобулины

- Продуцируются плазматической клеткой.
- Представляют собой гликопротеиды.
- Выделяют 5 классов иммуноглобулинов:
- IgA, IgD, IgE, IgG , IgM,

# Функции Ig:

- **1.распознавание и связывание соответствующих антигенов;**
- **2.стимулирование процессов уничтожения антигена**

# специфическая защита (иммунитет)



клеточная  
осуществляют:  
Т-лимфоциты  
В-лимфоциты  
макрофаги



гуморальная  
осуществляют:  
иммуноглобулины

# Иммунитет

- – способность организма
- защищаться от живых тел и веществ,
- наделенных признаками чужеродной генетической информации,
- т. е. от антигенов.

# Иммунологический надзор

- **В организме постоянно стареют, повреждаются. погибают различные клетки.**
- **Непрерывно образуются опухолевые клетки.**
- **Все эти клетки становятся чужеродными в генетическом отношении.**

- Они на поверхности имеют новые антигенные детерминанты,
- служащие сигналом к их уничтожению.
- Поэтому необходим постоянный иммунный надзор за организмом.
- Его выполняет специфическая защита.

# Роль клеточных факторов в специфической защите.

Т-лимфоцитов

В-лимфоцитов

Макрофагов



# Лимфоидные органы

- **Продукция, дифференцировка и функционирование лимфоцитов**
- **происходит в лимфоидных органах,**
- **которые условно можно разбить**
- **на 3 основных отдела:**

- - КОСТНЫЙ МОЗГ (пул стволовых клеток);
- - центральные лимфоидные органы (тимус, лимфоидная ткань по ходу пищеварительного тракта);
- - периферические лимфоидные органы и структуры (лимфатические узлы, селезенка, аппендикс, миндалины).

# Характеристика лимфоцитов.

- Лимфоциты являются основным звеном иммунной системы организма.

**Из  
НИХ:**

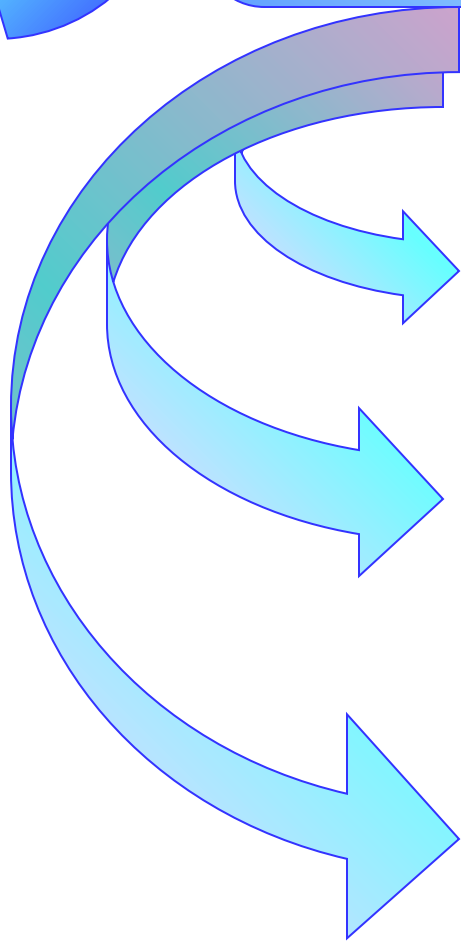
**Количество  
лимфоцитов  
25-37% от общего  
числа**

**лейкоцитов**

**T – лимфоцитов  
40-60 %**

**B-лимфоцитов  
20 – 30%**

**0-лимфоцитов  
10 -20%**



# T- лимфоциты

- Образуются из стволовой клетки.
- С током крови попадают в тимус,
- где под влиянием тимозина
- пролиферируют и дифференцируются
- на 2 популяции:

- одни приобретают рецепторы к чужеродным антителам,
- другие – к собственным.
- Произошла антигеннезависимая дифференцировка Тл.

- Образовавшиеся Т – лимфоциты
- заселяют Т – зоны
- в периферических лимфоидных органах.

- Здесь происходит антигензависимая дифференцировка Тл.
- Под влиянием антигена Тл превращаются в Т – бласты,
- пролиферируют и дифференцируются в эффекторные клетки:
- Т – киллеры, Т – хелперы,
- Т – супрессоры, Т – памяти.



# Функции эффекторных клеток

# T-киллеры

- Осуществляют иммунный лизис антигена
- (возбудителей инфекционных заболеваний, актиномицетов, микобактерий, опухолевых клеток).
- Обеспечивают отторжение трансплантата.

# T-хелперы

- Передают информацию об антигене В – лимфоцитам.

# T-супрессоры

- Обеспечивают саморегуляцию
- иммунной системы.
- Выполняют 2 функции:
- 1) подавляют иммунный ответ на антигены;
- 2) подавляют аутоиммунные реакции.

## T- памяти

- Хранят информацию обо всех встречающихся антигенах.

# **В– лимфоциты**

- **Образуются из стволовой клетки в костном мозге.**
- **Здесь же происходит дифференцировка,**
- **характеризующаяся появлением у клеток**
- **иммуноглобулиновых рецепторов к антигенам.**

- **Затем клетки поступают в периферические лимфоидные органы:**
- **пейеровы бляшки, селезенку, лимфатические узлы.**

- **Здесь под влиянием антигена происходит**
- **пролиферация и**
- **дальнейшая специализация В – лимфоцитов.**
- **Образуются эффекторные клетки – плазматические и клетки памяти.**



# **Роль макрофагов в иммунитете**

- 1. В эмбриональном периоде закладывается
- столько лимфоцитов (или больше), сколько есть в среде антигенов.

- Каждый лимфоцит в небольшом количестве
- выделяет на свою поверхность
- **антитела** против одного вида антигена.
- Они выполняют роль рецептора антигена.

- Появившийся антиген
- взаимодействует только с тем видом лимфоцитов,
- который соответствует ему по рецепторам-антителам.

- В результате начинается пролиферация этого вида лимфоцитов,
- выработка ими соответствующего количества антител.
- Антитело элиминирует антиген либо путем связывания его, либо за счет цитотоксического повреждения клетки-антигена.

- Лимфоциты, имеющие рецепторы к собственным (нечужеродным) антигенам
- и бывшие с ними в контакте в эмбриональном периоде,
- не способны к пролиферации,
- так как это им запрещено соответствующими Т-супрессорами.

**М  
А  
К  
Р  
О  
Ф  
Г  
И**

**Фагоцитируют  
антигены**

**Выделяют на своей  
поверхности  
антигенрецепторные  
комплексы  
детерминантными  
группами наружу**

**Секретируют комплемент,  
интерферон, лизоцим**

# Формирование иммунного ответа

**Происходит на основе  
кооперации макрофага + Т-л  
+ В-л**



- Макрофаг за счет иммуноглобулиновых рецепторов, узнающих антиген, захватывает антиген.
- 90% антигенов переваривается, а 10% идет на поверхность макрофага детерминантными группами наружу.

- Происходит концентрация антигенных детерминант.
- В результате слабый антиген повышает свою антигенность в 1000 раз, а сильный – в 10 раз.

- Антигенные группировки узнает соответствующий Т-л,
- превращается в Т-бласт,
- который пролиферирует и
- образуются дочерние клетки:
- Тк, Тх, Тп, Тс.

- В-лимфоцит узнает детерминанту антигена.
- Одновременно Т-х с помощью своих рецепторов
- опознает макрофаг,
- который представляет антиген и сам антиген,
- находящийся на макрофаге.

- Затем Т-х продуцирует интерлейкин II,
- который вызывает превращение В-л в плазматическую клетку.
- Плазматическая клетка продуцирует антитела
- против данного антигена.

- Макрофаг в ответ на данное взаимодействие
- начинает продуцировать интерлейкин I ,
- который активирует выработку В-л из стволовой кроветворной клетки

# Механизм действия антител

- 1. Антитело распознает антиген, связывается с ним.
- 2. Если антиген – клетка, то антитело совместно с комплементом образует отверстие в мембране клетки-мишени.
- 3. Внутрь клетки проникают лизосомальные ферменты и клетка-антиген гибнет.



- Или же антитело склеивает антигены между собой,
- (агглютинируют), они выпадают в осадок.
- 4. Если антиген растворимое вещество,
- то антитело его осаждает,
- переводит в нерастворимое состояние

# Регуляция иммунного ответа

# Регулирующие влияния направлены

- 1. На изменение дифференцировки стволовой кроветворной клетки.
- 2. На изменение качества выполнения клетками своих функций.
- 3. На процесс созревания лимфоцитов,
- 4) На процесс образования дочерних клеток из Т- и В- лимфоцитов.

# Регулирующие факторы

# 1. Лимфокины.

- Образуются разными клетками.
- Могут влиять на хемотаксис, фагоцитоз.
- Являться медиатором между клетками иммунной системы.

## 2. Интерлейкины

- рост колоний всех клеток.

## 3. Монокины

- образование моноцитов и
- гранулоцитов.

# 4.Гормоны.

- Тимозин
- стимулирует лимфопоэз,
- ускоряет созревание Т и В лимфоцитов.

# Тироксин

- вызывает гиперплазию лимфоидной ткани,
- повышение активности Т-хелперов и снижение Т-супрессоров.



- **Глюкокортикоиды** стимулируют лимфопоэз, активность Т-хелперов, выработку антител.
- **Кортикостероиды** в больших дозах угнетают фагоцитарную активность.  
**Эстрогены** – снижают иммунитет во время овуляции
- **Андрогены** – увеличивают активность Т-лимфоцитов

- **Глюкагон** – высокоспецифичный иммунодепрессант, активирует Т-супрессоры.
- **Инсулин** – увеличивает фагоцитоз, активность Т-хелперов.
- **ВИЧ** – подавляет активность Т-хелперов.

# Иммунитет и возраст

- До 40 лет повышена активность Т-х,
- затем повышается активность Т-с.
- При этом иммунитет ослабляется..

**Роль поведения в  
формировании защитных  
сил организма.**

- 1. Иммунная система должна иметь
- память о всех возможных антигенах,
- т.е. нельзя жить или содержать ребенка изолированно от окружающих.

- 2. Не жить в экологически опасной обстановке.
- 3. Не есть пищу нитратную, пестицидную,
- с микробами и токсинами.

- 4.Использовать принцип рационального питания:
- идеальная пища – сложные углеводы ( а не моносахариды),
- белки и жиры растительные и животные (очень хорошо рыба)
- 5. Регулярная двигательная активность



# Двигательные режимы и иммунитет

Ограничение активности

- 1. Повышается патогенность стафилококков и резко возрастает их носительство.
- 2. Снижается бактерицидность кожи, активность лизоцима и фагоцитарная активность клеток крови.
- 3. Во время вспышек гриппа заболевает 80% не занимающихся физическими нагрузками ( у спортсменов – 13%)

## Аэробные умеренные двигательные нагрузки.

- 1. Повышается количество Т и В-лимфоцитов, возрастает синтез иммуноглобулинов.
- 2. Повышается бактерицидность кожи.
- 3. Уменьшается интенсивность проявления аллергических реакций.

# При чрезмерных физических нагрузках

- подавляются реакции иммунитета. Большие физические нагрузки сопровождаются дефицитом  $O_2$ ,
- выработкой эритроцитов, а они угнетают продукцию антител, ослабляя защитные силы организма.
- Связывают с повышением активности супрессоров.

# При развитии стресса в фазу напряжения

- 1.наблюдается  
противовоспалительный  
эффект.
- 2. активация Т-киллеров,
- 3.торможение Т-супрессоров

# В фазу истощения

- 1.увеличивается проницаемость ГЭБ для токсинов и веществ;
- 2. тормозится выработка интерферона и интерлейкинов;
- 3. инволюция лимфатического аппарата;
- 4.снижается активность Т-киллеров

# Коррекция иммунитета

# Активные способы

- 1. Регулярные физические нагрузки.
- 2. Закаливание.
- 3. Нормальная психо-эмоциональная нагрузка.



# 1. Пассивные способы.

- 1. Повышение неспецифической резистентности
- ( прием адаптогенов, витаминов в зависимости от сезона года).
- 2. Лечение с помощью иммунодепрессантов или иммуностимуляторов.

# Оценка состояния иммунного надзора

# Интегральные показатели

- 1.Общее количество лейкоцитов
- (4 -  $9 \cdot 10^9$ /л ).
- Изменение количества лейкоцитов:
- Лейкоцитоз – повышение кол-ва лейкоцитов.
- Лейкоз, лейкемия – резко выраженная пролиферация гранулоцитов.

# Лейкопения

- Снижение общего числа лейкоцитов.
- Причины:
- угнетение функций костного мозга под влиянием рентгеновского излучения или токсических веществ.

## 2. По лейкоцитарной формуле

| Гранулоциты |                 |                 | Агранулоциты |            |          |           |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|----------|-----------|
| Нейтрофилы  |                 |                 | Базофилы     | Эозинофилы | Моноциты | Лимфоциты |
| юные        | палочкообразные | сегментоядерные |              |            |          |           |
| 0 - 1       | 1 - 5           | 52-68           | 0 - 1        | 2 - 4      | 4 - 8    | 25-37     |

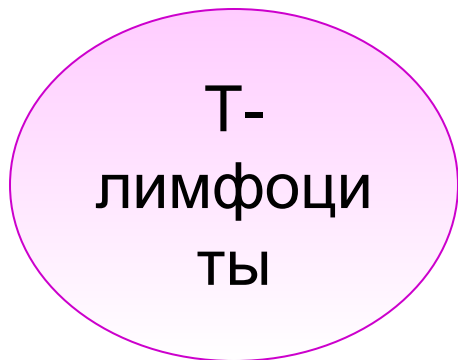
- **Если потребность в лейкоцитах велика,**
- **то увеличивается кол-во**
- **Ю и П нейтрофилов (сдвиг влево)**

- **3. По активности факторов неспецифической защиты:**
- **хемотаксису, фагоцитозу, активности комплемента.**
- **4. По иммунограмме оценивают специфическую защиту.**

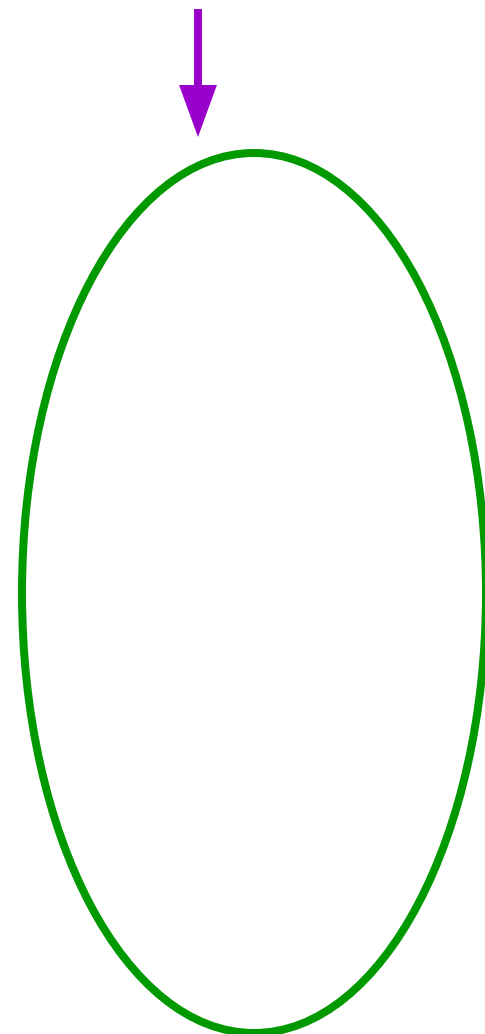
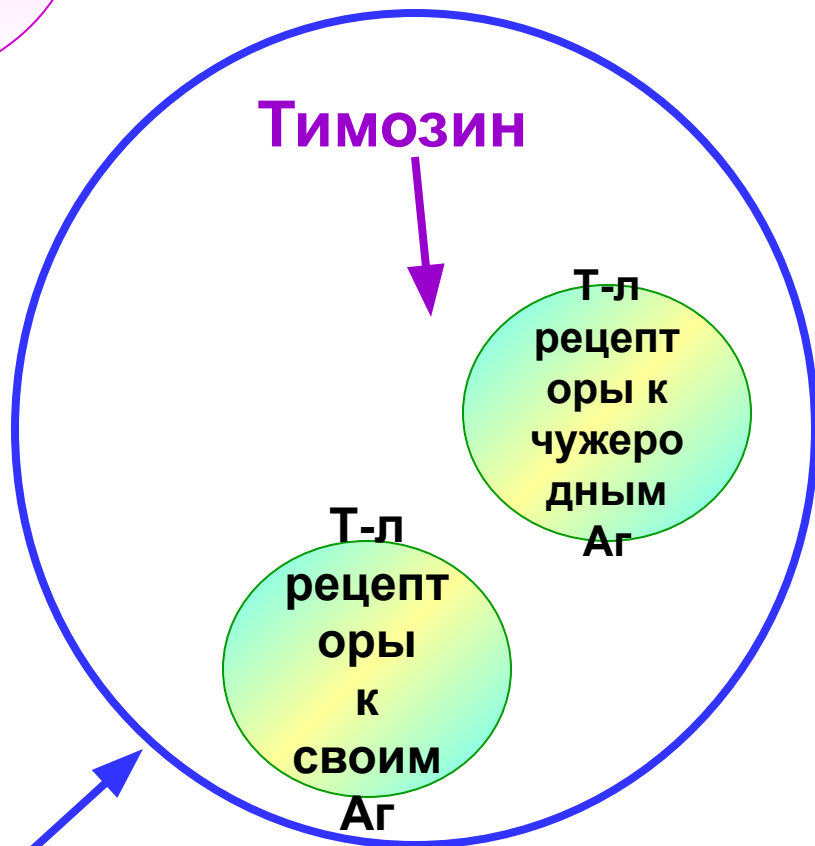
Уровень здоровья иммунной  
системы оценивают по  
сопротивляемости инфекциям.



- а. Мелкие ранки не должны нагнаиваться.
- б. На коже не должно быть гнойничков.
- в. Респираторные заболевания должны быть не более 2 раз в год.
- Должен быть нормальный анализ крови.



Периферические  
органы лимфоидные



Тимус

# Антигензависимая дифференцировка Т-лимфоцитов

Периферические  
органы лимфоидные

Антиген

