

## **3.2.2 Воздействие ИИ на органы иммунной системы и иммунитет**

### 3.3.1 Органы иммунной системы. Гуморальный и клеточный иммунитет



Иммунная система - это защита организма от повреждающих факторов микробов Иммунная система - это защита организма от повреждающих факторов микробов, вирусов Иммунная система - это защита организма от повреждающих факторов микробов, вирусов, грибков и даже собственных клеток и тканей, если они под действием факторов окружающей среды изменяются и становятся чужеродными. К ним



Иммунная система - высоко -специализированной система, состоящая из органов и систем:

**а) из центральных** – красный костный мозг и тимус (вилочковая железа), групповые лимфатические фолликулы у млекопитающих (пейеровы бляшки тонкого отдела кишечника), сумка Фабрициуса у птиц (бурса);

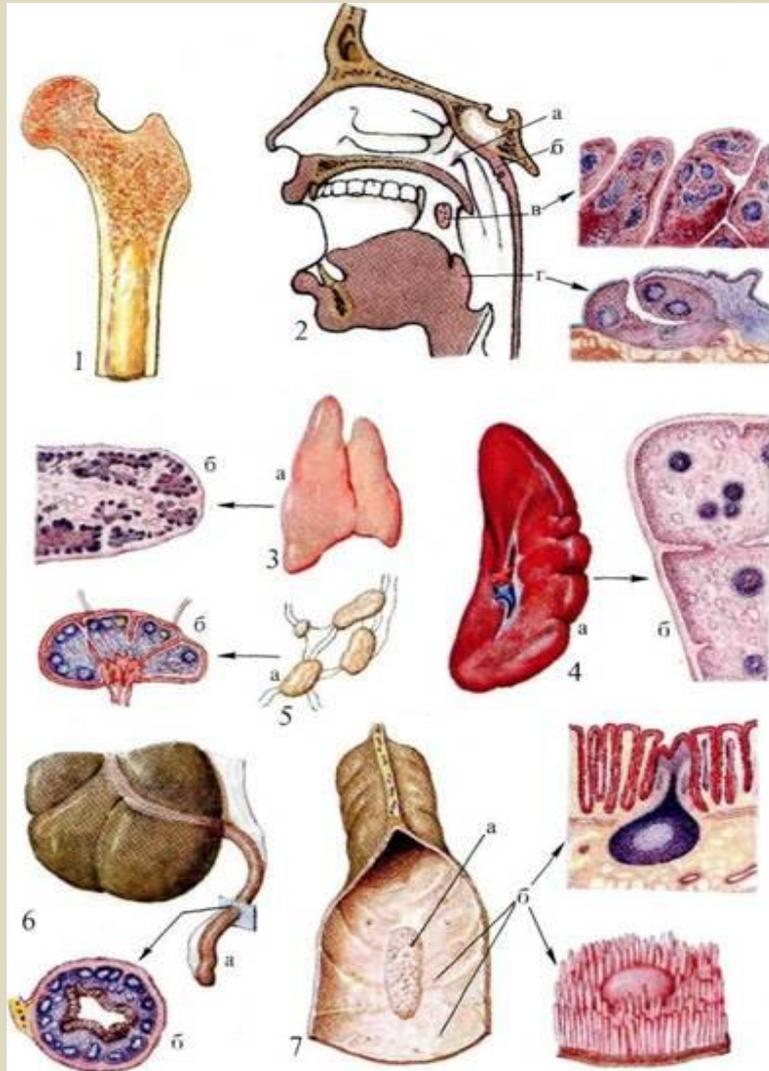
**б) периферических** – селезенка, лимфатические узлы, скопления лимфоидной ткани (кроме пейеровых бляшек у млекопитающих и бурсы у птиц);

**в) из крови и ее иммунокомпетентных клеток**  
– лимфоциты Т и В, стволовые кроветворные клетки, циркулирующие в крови, моноциты и нейтрофилы, участвующие в иммунных реакциях;

**г) из системы комплемента.**

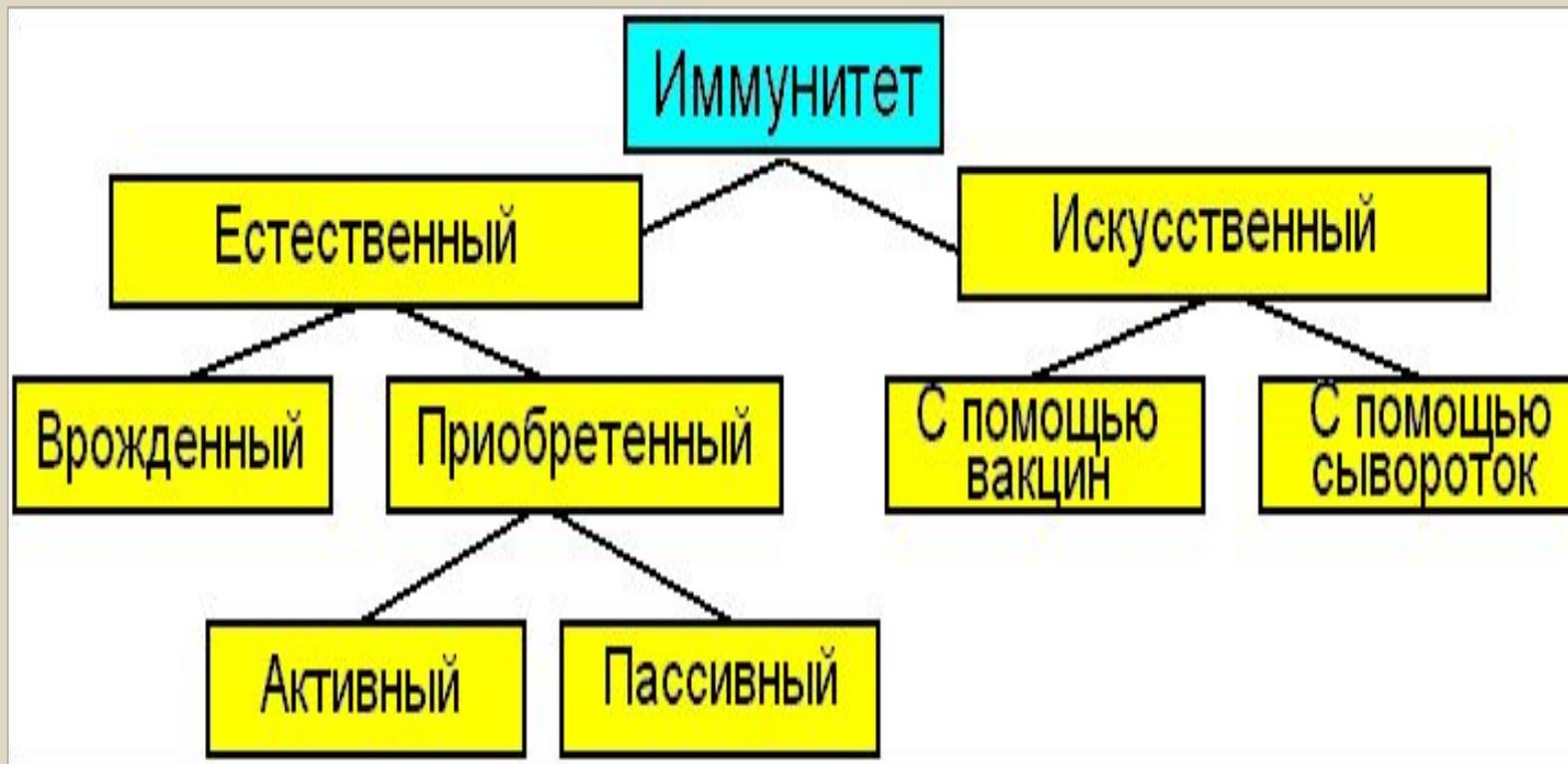


# Органы кроветворной и иммунной систем человека



- 1— бедренная кость, содержащая костный мозг;
- 2— распил головы: а,б,в,г — миндалины,
- 3 — тимус;
- 4— селезенка;
- 5— лимфатические узлы;
- 6— червеобразный отросток;
- 7 — отрезок подвздошной кишки с лимфатическими фолликулами,

# Виды иммунитета



**Естественный иммунитет** может быть *врожденным* и *приобретенным*.

*Естественный врожденный* иммунитет организм получает по наследству;

*Естественный приобретенный* может быть *пассивным* (получение антител с молоком матери или через плаценту) и *активным* — полученным после болезни, когда образуются собственные антитела и клетки иммунологической памяти на данные антигены.

**Искусственный иммунитет** также может быть активным и пассивным:

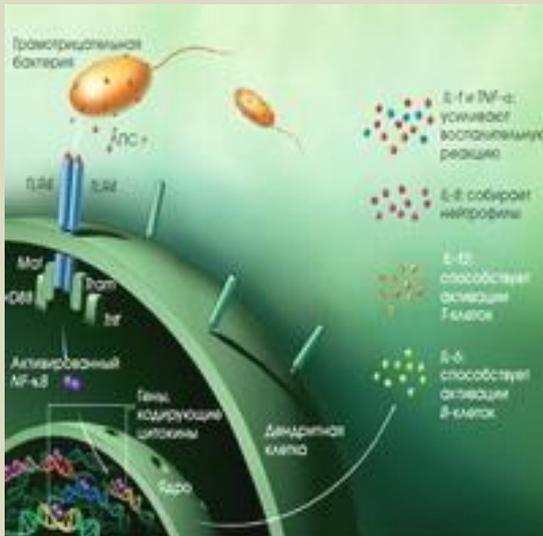
- *активный иммунитет* развивается после введения в организм *вакцины* — ослабленных или убитых формы микробов или их токсинов, при этом в организме осуществляется иммунный ответ на введенные антигены;
- *пассивный иммунитет* осуществляется за счет введения в организм *сывороток* с готовыми антителами.

**Гуморальный иммунитет** обеспечивается за счет антител – иммуноглобулинов. Антитела активно вырабатываются специализированными клетками костного мозга, известными как В-клетки, в ответ на стимуляцию антигеном.

**Иммунный ответ**  
**подразделяется на**  
**клеточный и**  
**гуморальный.**

Существует несколько типов иммуноглобулинов:

- в начальной (острой) фазе заболевания вырабатываются иммуноглобулины класса М (IgM, их роль - связывание микроорганизмов в сосудистом русле);
- по мере развития инфекции уровень IgM падает, они уступают место иммуноглобулинам G (IgG). Молекулы IgG легко проникают в ткани, например материнские IgG преодолевают плацентарный барьер, обеспечивая защиту плода от инфекций (колостральный – молозивный иммунитет);
- иммуноглобулины класса А (IgA) являются секреторными антителами слизистых оболочек и присутствуют в отделяемом бронхов и кишечника. (IgA связывают инфекционные агенты, проникающие через слизистые оболочки).



## Классификация лимфоцитов

Клеточный иммунитет зависит от функции вилочковой железы (тимуса), отсюда основным компонентом клеточного иммунитета являются Т-лимфоциты.

**Т-клетки – ( $T_{цит}$ ). цитотоксические** – разрушают (лизуют) клетки, содержащие чужеродные антигены;

**Т хелперы (помощники)** - выделяют биологически активные растворимые вещества (цитокины), которые опосредуют защитную воспалительную реакцию;

**Т супрессоры ( $T_{суп}$ )** - уравнивают эффект лимфоцитов, подавляют иммунный ответ на чужеродный белок, а также выделяют растворимые факторы, угнетающие воспаление.

Иммунный ответ осуществляется согласованно двумя звеньями – клеточным и гуморальным, которые действуют согласованно и являются специфическими, т. к. направлены на определенный антиген.

# Схема иммунного ответа

Антиген

Попадает в организм - естественные барьеры (кожа, слизистая)

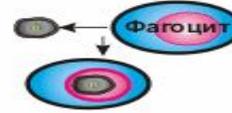
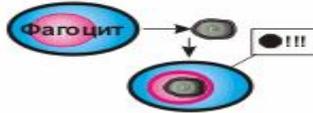
Вторжение

Вторжение не происходит

Встречается с фагоцитами

Фагоцит не справляется и представляет на своей поверхности информацию об антигене

Макрофаг (фагоцит) пожирает антиген

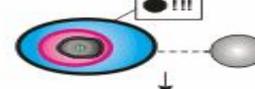
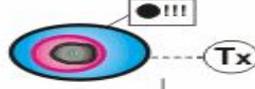
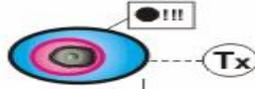


Сигнал для Т или В - лимфоцитов (в зависимости от антигена)

**Иммунный ответ по клеточному типу**  
(информация передается Т-хелперу (Тх))

**Иммунный ответ по гуморальному типу с помощью Т-хелперов**

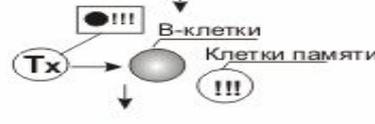
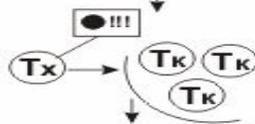
**Иммунный ответ по гуморальному типу без помощи Т-клеток**



Т-хелпер способствует формированию других популяций лимфоцитов, в частности, клон Т-киллеров (Тк)

Т-хелпер способствует активации В-клеток. Образуются клетки памяти

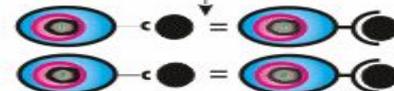
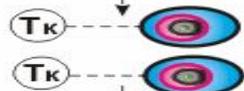
В-клетки превращаются в плазматические клетки, вырабатывающие антитела



Т-киллеры разрушают чужие клетки и клетки, зараженные вирусом

В-клетки превращаются в плазматические клетки, способные к синтезу антител

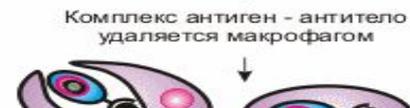
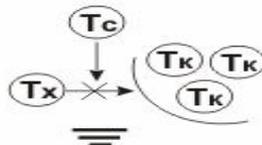
Антитела связывают антигены



Завершение реакции с участием Т-супрессоров (Тс)

Комплекс антиген - антитело захватывается макрофагом и разрушается

Иммунный комплекс

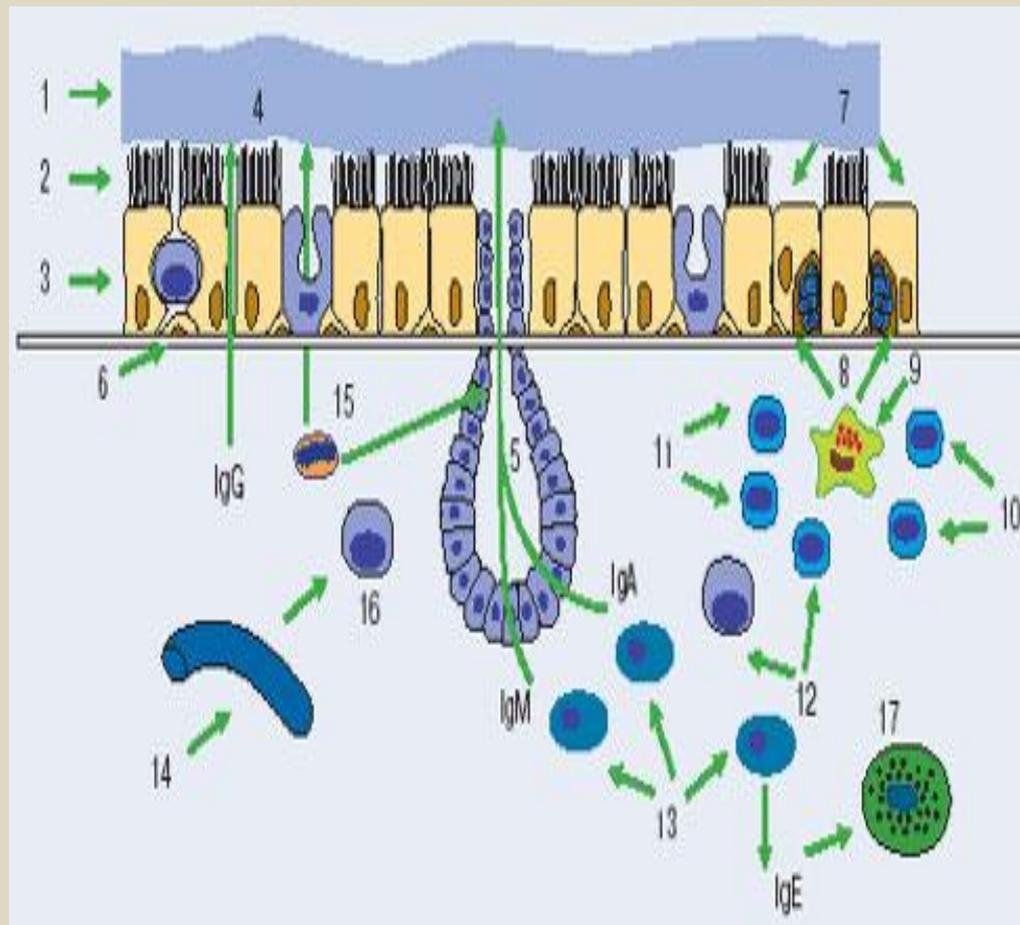


Макрофаг

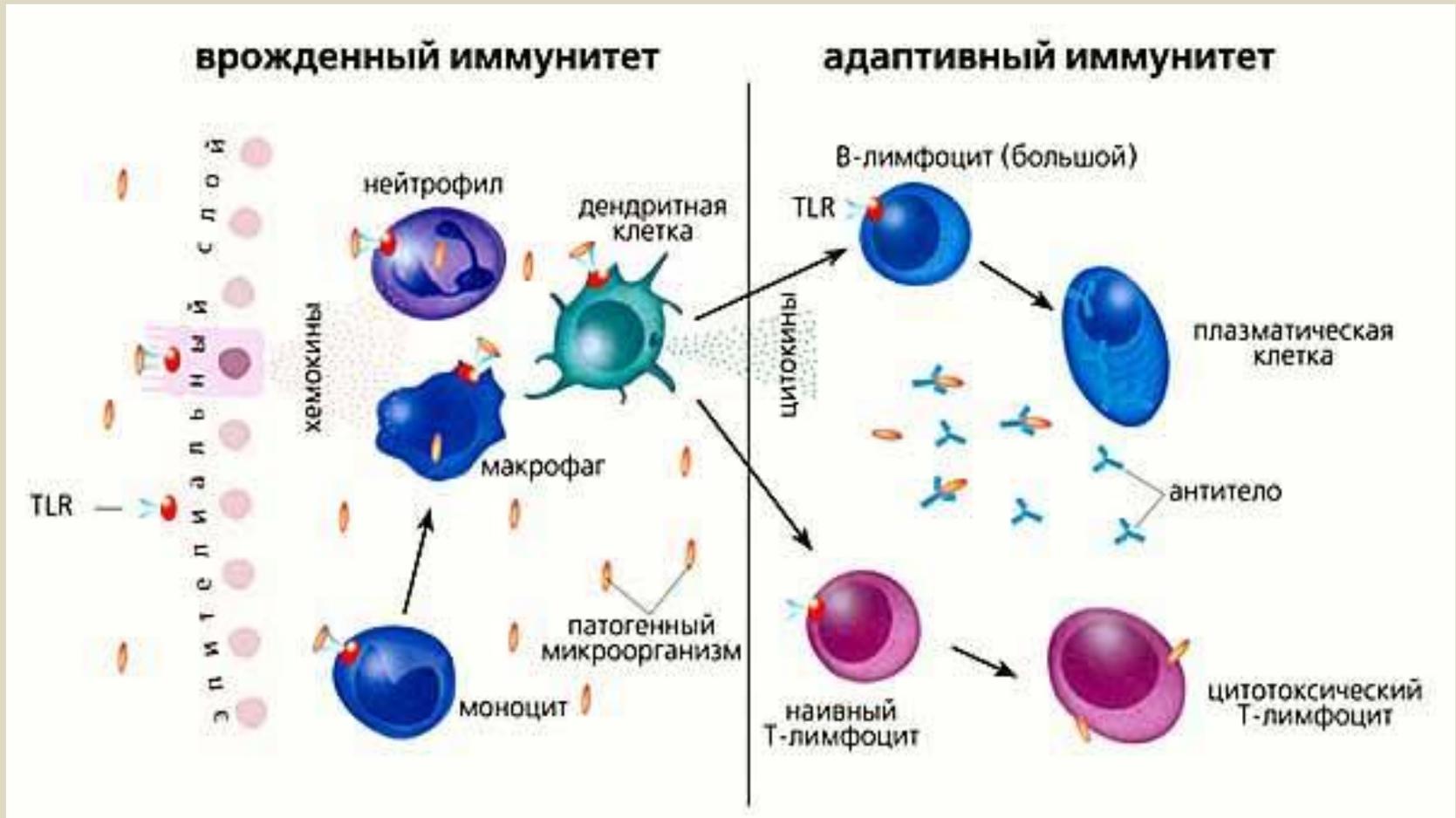
Важную роль в защите организмов несут слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта и др.

## Общая схема защитных реакций слизистых оболочек

Обозначения: 1 - слой слизи; 2 - реснички; 3 - эпителиоциты; 4 - бокаловидные клетки; 5 - мелкие железы слизистой оболочки; 6 - антиген-презентирующие клетки в пределах эпителиального пласта; 7 - клетки, переносящие антиген с поверхности слизистой оболочки; 8 - лимфатические фолликулы в пределах эпителиального пласта; 9 - дендритная клетка; 10 - цитотоксические лимфоциты; 11 - Т-хелперы; 12 - активированные и неактивированные В-лимфоциты; 13 - плазматические клетки, секретирующие антитела; 14 - кровеносный сосуд; 15 - мигрирующие из сосуда нейтрофилы; 16 - мигрирующие из сосуда моноциты/макрофаги; 17 - тучная клетка.

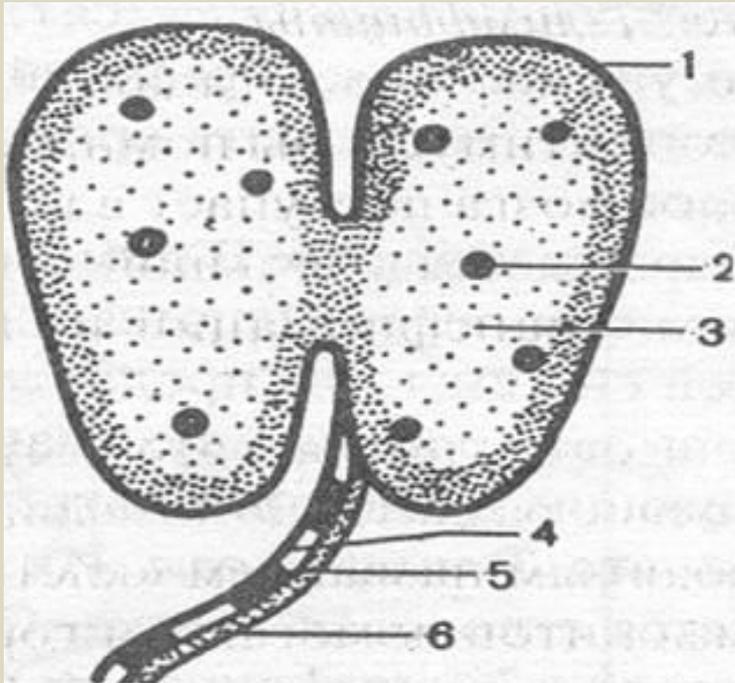


# Схема иммунного ответа на внедрение патогенных микроорганизмов



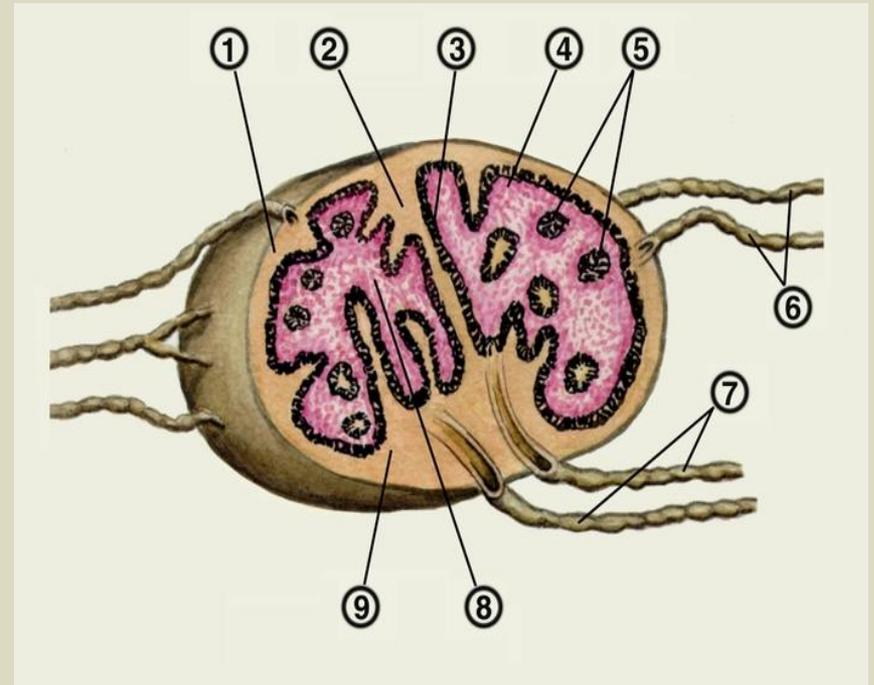
# Центральные органы иммунной системы

## Схема строения вилочковой железы



- 1 - кора;
- 2 - тельце вилочковой железы;
- 3 - мозговое вещество;
- 4 - лимфатический проток;
- 5 - вена; 6 - артерия

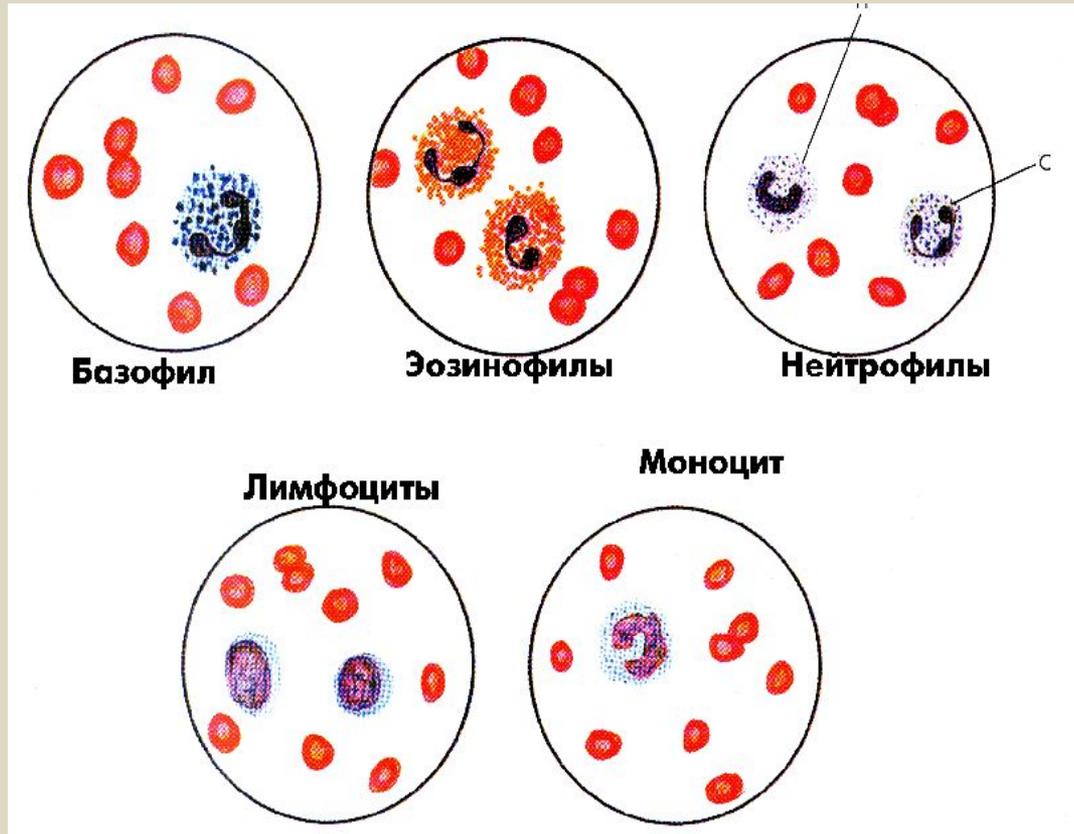
## Схема строения лимфатического узла (на разрезе):



- 1 — капсула; 2 — трабекула; 3 — синус;
- 4 — корковое вещество; 5 — фолликулы;
- 6 — приносящие лимфатические сосуды;
- 7 — выносящие лимфатические сосуды;
- 8 — мозговое вещество; 9 — ворота лимфатического узла.

# Иммунокомпетентные клетки

*Лейкоциты* — это клетки крови, отличающиеся сложной структурной организацией, богатым набором ферментов и высокой специализацией. В норме и при большинстве патологических состояний в периферической крови можно обнаружить пять видов лейкоцитов: нейтрофилы, эозинофилы и базофилы, относящиеся к так называемым *гранулоцитам*, а также моноциты и лимфоциты



# Функции лейкоцитов

В организме они выполняют многочисленные *защитные функции*:

**1. Функция фагоцитоза**, свойственная преимущественно зрелым нейтрофилам и моноцитам. **Нейтрофилы** активно движутся к участкам воспаления и тканевого распада, микробным телам, вирусам, а также другим мелким частицам, выделяя при этом гидролитические и другие ферменты и некоторые вещества пероксидазной природы, и оказывают мощное бактерицидное действие, способствуя разрушению микробов и вирусов.

**2. Моноциты**, быстро накапливающиеся в очаге воспаления и деструкции тканей, осуществляют функции макрофагов, устраняя путем эндоцитоза безжизненные клетки и клеточные детриты. Моноциты обеспечивают, например, освобождение области воспаления от продуктов распада клеток, что является важной предпосылкой для последующего развития пролиферативной фазы воспаления (фазы репарации).

**3. Эозинофилы** оказывают детоксицирующее действие, адсорбируя на себе иммунные комплексы, фибрин, гистаминовые продукты и т. п. Роль эозинофилов заключается, прежде всего, в ограничении поражений, вызванных иммунными комплексами.

**4. Базофилы** вместе с другими лейкоцитами активно участвуют в воспалительном процессе, выделяя гепарин, гистамин, серотонин. Два последних вещества оказывают влияние на сосудистую проницаемость и тонус гладкой мускулатуры, резко изменяющийся в очаге воспаления. Гепарин связывает белки, вышедшие из клеток в межклеточное вещество, и ослабляет их неблагоприятное влияние на цитоплазматические мембраны.

**5. Лимфоциты** играют важную роль в процессах клеточного (Т-лимфоциты) и гуморального (В-лимфоциты) иммунитета, участвуя в формировании круглоклеточной инфильтрации и образовании антител.

## 3.3.2 Влияние ИИ на иммунобиологическую реактивность

**Малые дозы** ионизирующего излучения повышают иммунобиологическую реактивность, неспецифическую систему защиты организма.

**Сублетальные и летальные дозы** приводят к ослаблению и угнетению иммунологической реактивности животных за счет: подавления кроветворения и уменьшения числа иммунокомпетентных клеток;

- из-за угнетения продукции антител вследствие гибели В-лимфоцитов, как наиболее радиочувствительных по сравнению с популяцией Т-лимфоцитов и снижения их миграционной и рециркуляционной активности, приводящей к нарушению клеточной кооперации при антителогенезе;
- за счет снижения бактерицидных свойств крови, лимфы и других биологических жидкостей (угнетение и подавление системы фагоцитоза, лизоцима, интерферона, гидролитических белков);
- снижения барьерных функций кожи, слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта.

Из кишечника, кожи, дыхательных путей в кровь и ткани поступает огромное количество бактерий, развивается эндогенная (сапрофитная) инфекция, которая отягощается экзогенной инфекцией.

**Иммунная система** участвует в механизме реализации радиационных поражений.

В ходе первичных реакций на облучение развивается процесс **анафилактоидного типа** по следующей схеме:

в первые часы происходит интенсивное образование продуктов тканевого распада (аутоантигенов) и увеличение аномальных клеток (мутагенное действие радиации), обладающих антигенной специфичностью и способностью к агрессии против нормальных клеток и тканей;

в последующем происходит восстановление числа В-лимфоцитов на фоне пониженного содержания Т-киллеров, вследствие взаимодействия с аутоантигенами начинается выработка аутоантител против аномальных клеток и продуктов тканевого распада;

взаимодействие аутоантител с аутоантигенами приводит к образованию иммунных комплексов, циркулирующих в периферической крови и осаждающихся в органах и тканях;

фиксация иммунных комплексов на тканях приводит к разрушению тучных клеток, высвобождению биологически активных веществ – гистамина, серотонина и др., повреждающих весь организм и вызывающих анафилактоидную реакцию .