

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА, МОЛОДЁЖИ И  
ТУРИЗМА (ГЦОЛИФК)

## **Лекция на тему «Иммунная система и иммунитет»**

Иванова Н.Л., доц. каф. ЛФК, массажа  
и реабилитации, канд. пед. наук

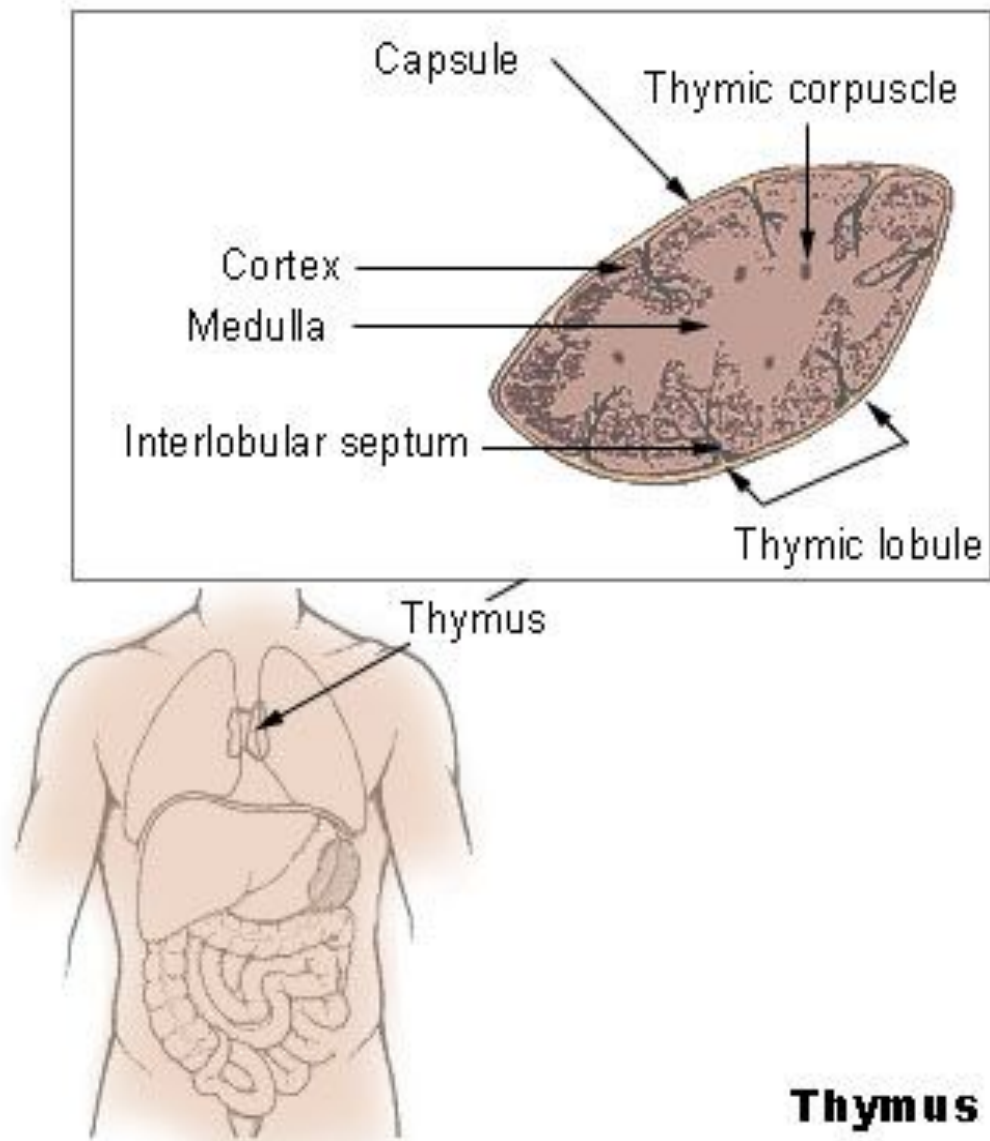
МОСКВА - 2013

# *ИММУННАЯ СИСТЕМА*

*Иммунная система* - совокупность лимфоидных органов, тканей и клеток, обеспечивающих надзор за постоянством клеточного и антигенного своеобразия организма.

Центральными или первичными, органами иммунной системы являются вилочковая железа (тимус), костный мозг и эмбриональная печень. Они «обучают» клетки, делают их иммунологически компетентными, а также регулируют иммунологическую реактивность организма.

Периферические или вторичные органы иммунной системы (лимфатические узлы, селезенка, скопление лимфоидной ткани в кишечнике) выполняют антителообразующую функцию и осуществляют реакцию клеточного иммунитета.



**Thymus**

**Рис.1 Вилочковая железа (тимус).**

**1.1. Лимфоциты** - клетки иммунной системы, называемые также иммуноцитами, или иммунокомпетентными клетками. Они происходят из полипотентной стволовой кроветворной клетки, появляющейся в желчном мешке эмбриона человека на 2-3 неделе развития.

Между 4 и 5 неделями беременности стволовые клетки мигрируют в эмбриональную печень, которая становится самым крупным кроветворным органом периода ранней беременности.

Дифференцировка лимфоидных клеток идет по двум направлениям: для выполнения функций клеточного и гуморального иммунитета. Созревание лимфоидных клеток-предшественников происходит под влиянием микроокружения тканей, в которые они мигрируют.


Одна группа лимфоидных клеток-предшественников мигрирует в вилочковую железу - орган, формирующийся из 3-го и 4-ого жаберных карманов на 6-8-й неделе беременности. Лимфоциты созревают под влиянием эпителиальных клеток кортикального слоя вилочковой железы и затем мигрируют в его мозговой слой. **Эти клетки, называемые тимоцитами, тимус-зависимыми лимфоцитами или Т-клетками,** мигрируют в периферическую лимфоидную ткань, где их обнаруживают, начиная с 12 недель беременности. Т-клетки заполняют определенные зоны лимфоидных органов: между фолликулами в глубине кортикального слоя лимфатических узлов и в периартериальных зонах селезенки, состоящих из лимфоидной ткани.

Составляя 60-70 % от числа лимфоцитов периферической крови, Т-клетки мобильны и постоянно циркулируют из крови в лимфоидную ткань и обратно в кровь через грудной лимфатический проток, где их содержание достигает 90 %. Такая миграция обеспечивает взаимодействие между лимфоидными органами и местами антигенного раздражения с помощью сенсibilизированных Т-клеток.

Зрелые Т-лимфоциты выполняют различные функции: обеспечивают реакции клеточного иммунитета, помогают в формировании гуморального иммунитета, усиливают функцию В-лимфоцитов, стволовых кроветворных клеток, регулируют миграцию, пролиферацию, дифференцировку кроветворных клеток и др.

1.2 Вторая популяция лимфоидных клеток-предшественников ответственна за гуморальный иммунитет и образование антител. У птиц эти клетки мигрируют в сумку (бурсу) Фабрициуса - орган, находящийся в клоаке, и созревают в ней. У млекопитающих не найдено аналогичного образования. Существует точка зрения, что у млекопитающих эти лимфоидные предшественники созревают в костном мозге с возможной дифференцировкой в печени и лимфоидной ткани кишечника.

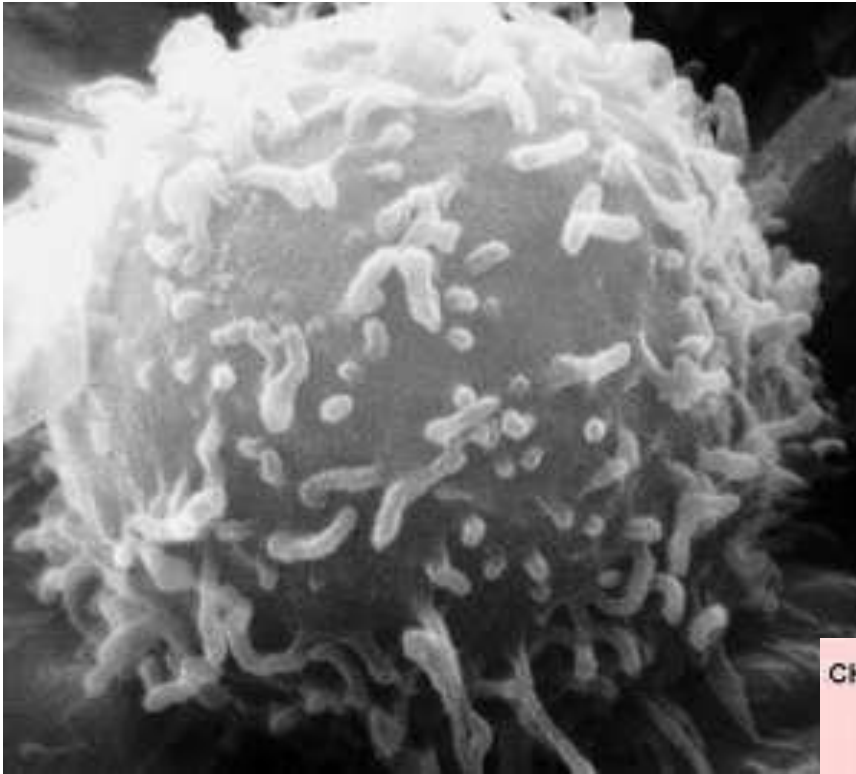
Эти лимфоциты, которые известны как клетки, зависимые от костного мозга или бурса-зависимые, или В-клетки, мигрируют в периферические лимфоидные органы для окончательной дифференцировки и распределяются в центрах размножения фолликулов лимфатических узлов, селезенки и лимфоидной ткани кишечника. В-клетки менее лабильны, чем Т-клетки, и циркулируют из крови в лимфоидную ткань гораздо медленнее. Количество В-лимфоцитов составляет 15- 20% от всех лимфоцитов, циркулирующих в крови.



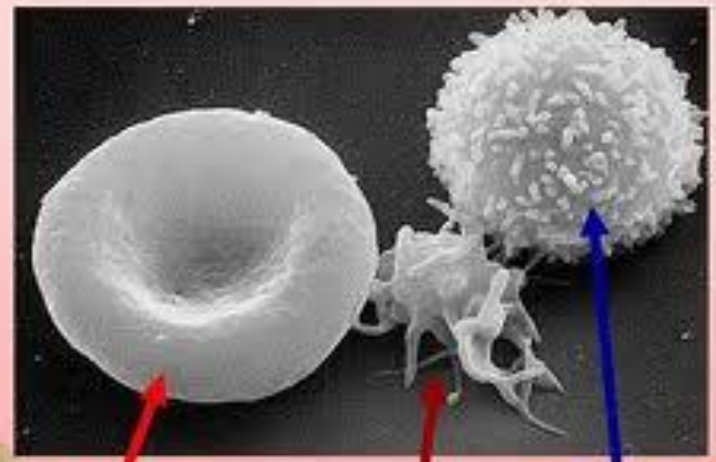
В результате антигенной стимуляции В-клетки превращаются в плазматические, синтезирующие антитела или иммуноглобулины; усиливают функцию некоторых Т-лимфоцитов, участвуют в формировании ответа Т-лимфоцитов.

Популяция В-лимфоцитов неоднородна, и их функциональные способности различны.

# ЛИМФОЦИТ



СНИМОК СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА



ЭРИТРОЦИТ ТРОМБОЦИТ ЛЕЙКОЦИТ



**1.3 Макрофаги** - клетки иммунной системы, происходящие из стволовой клетки костного мозга. В периферической крови они представлены **моноцитами**.

При проникновении в ткани моноциты превращаются в макрофаги. Эти клетки осуществляют первый контакт с антигеном, распознают его потенциальную опасность и передают сигнал иммунокомпетентным клеткам (лимфоцитам).

Макрофаги участвуют в кооперативном взаимодействии между антигеном и Т- и В-клетками в реакциях иммунитета. Кроме того, они играют роль основных эффекторных клеток в воспалении, составляя большую часть мононуклеарных клеток в инфильтратах при гиперчувствительности замедленного типа. Среди макрофагов выделяют регуляторные клетки - хелперы и супрессоры, которые участвуют в формировании иммунного ответа.

К макрофагам относят

МОНОЦИТЫ моноциты КРОВИ,

ГИСТИОЦИТЫ гистиоциты СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ,

ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ

КАПИЛЛЯРОВ эндотелиальные клетки капилляров

КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ,

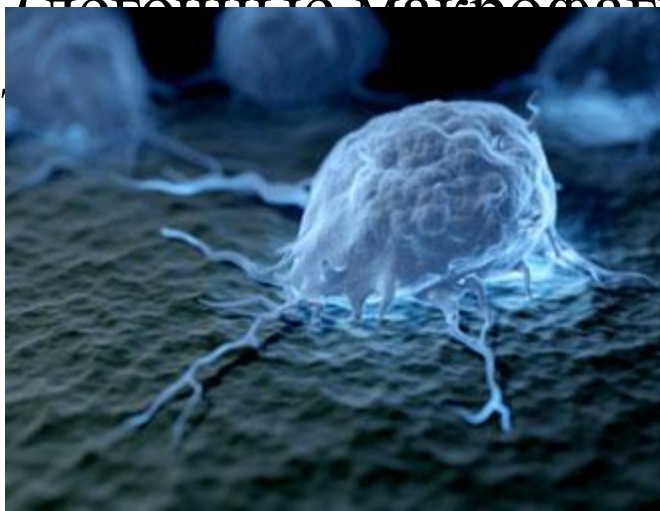
КУПФЕРОВСКИЕ КЛЕТКИ купферовские клетки

ПЕЧЕНИ,

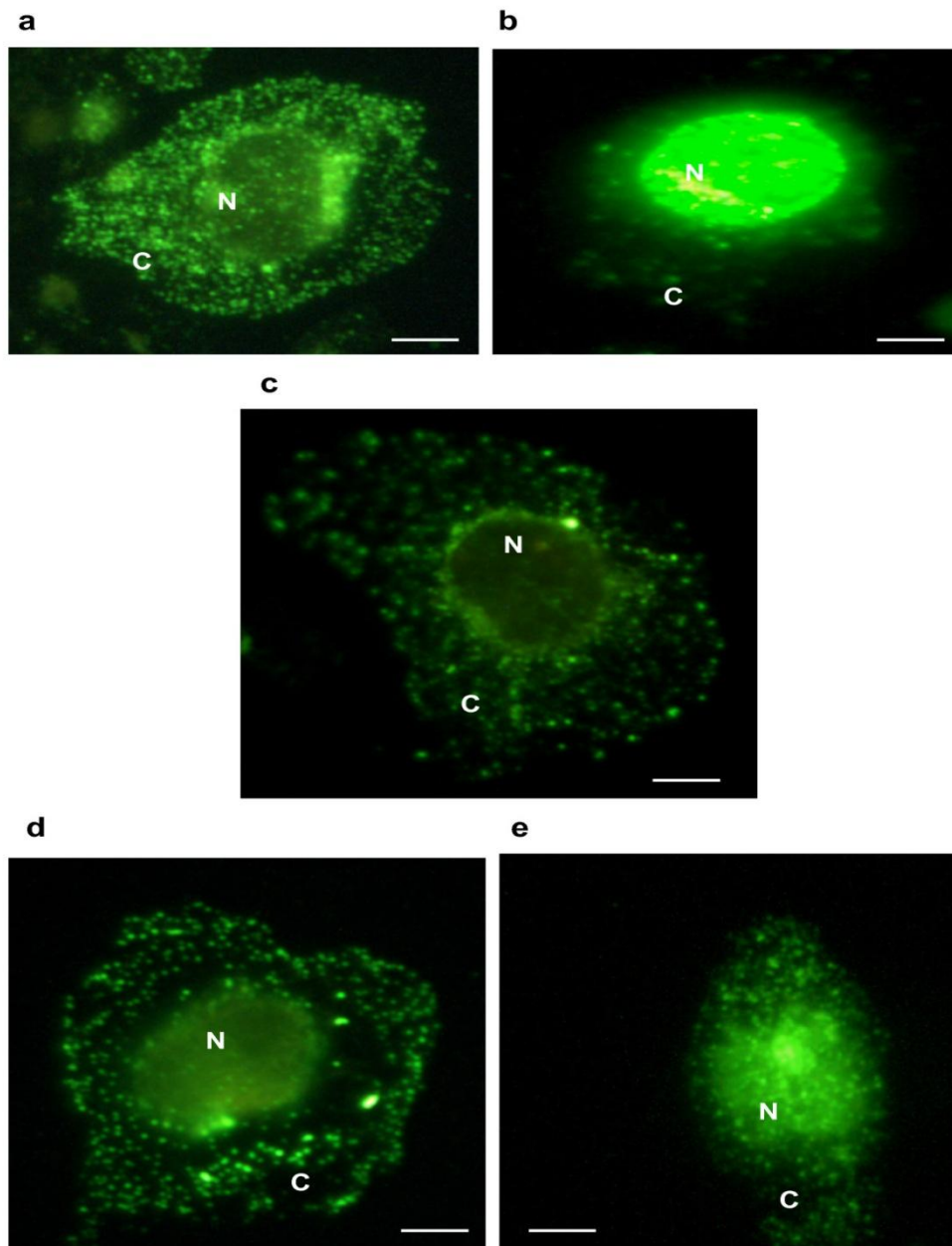
КЛЕТКИ СТЕНКИ АЛЬВЕОЛ ЛЁГКОГО клетки стенки

альвеол лёгкого (лёгочные макрофаги) и стенки

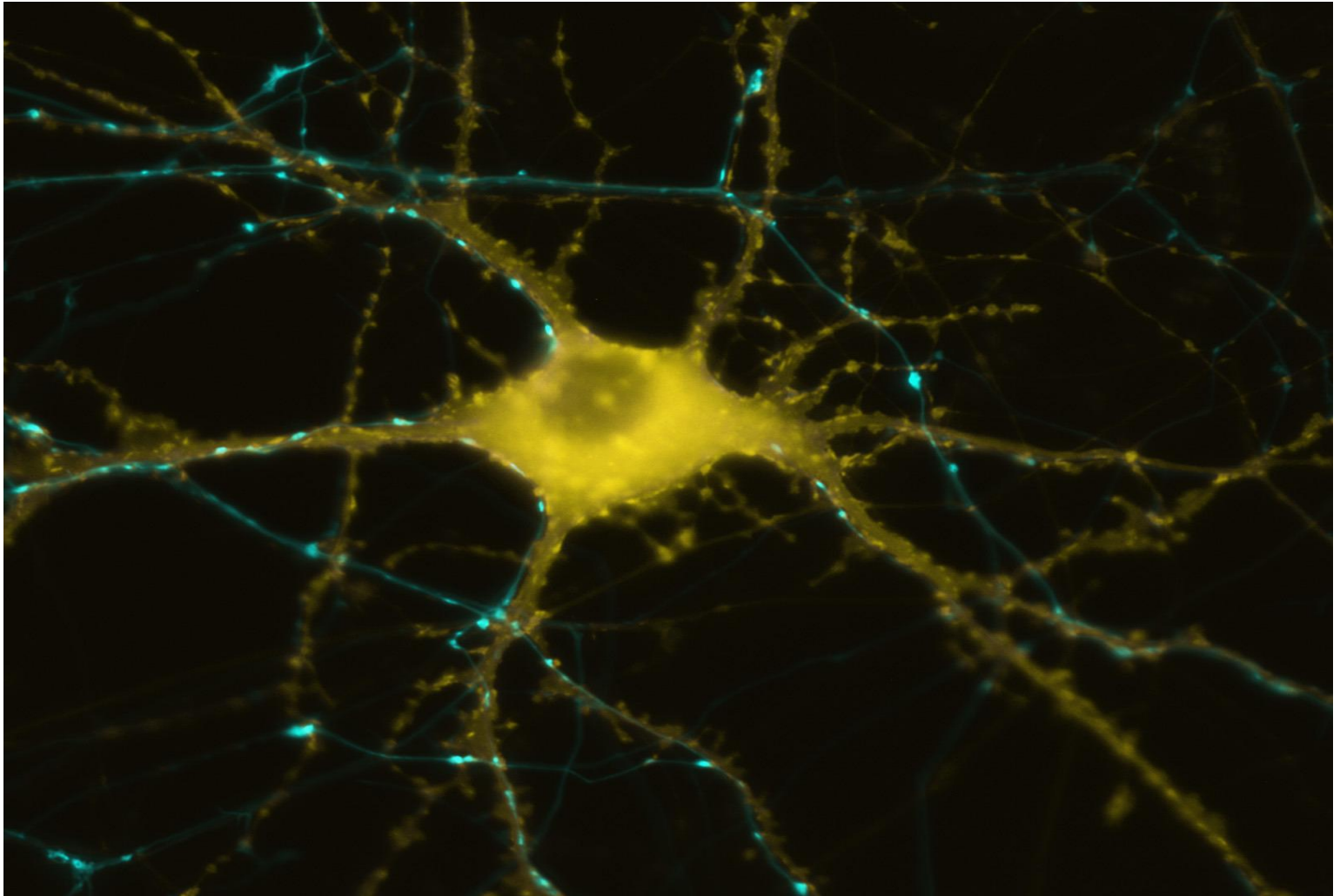
БРЮШИНЫ (перитонеальные макрофаги).

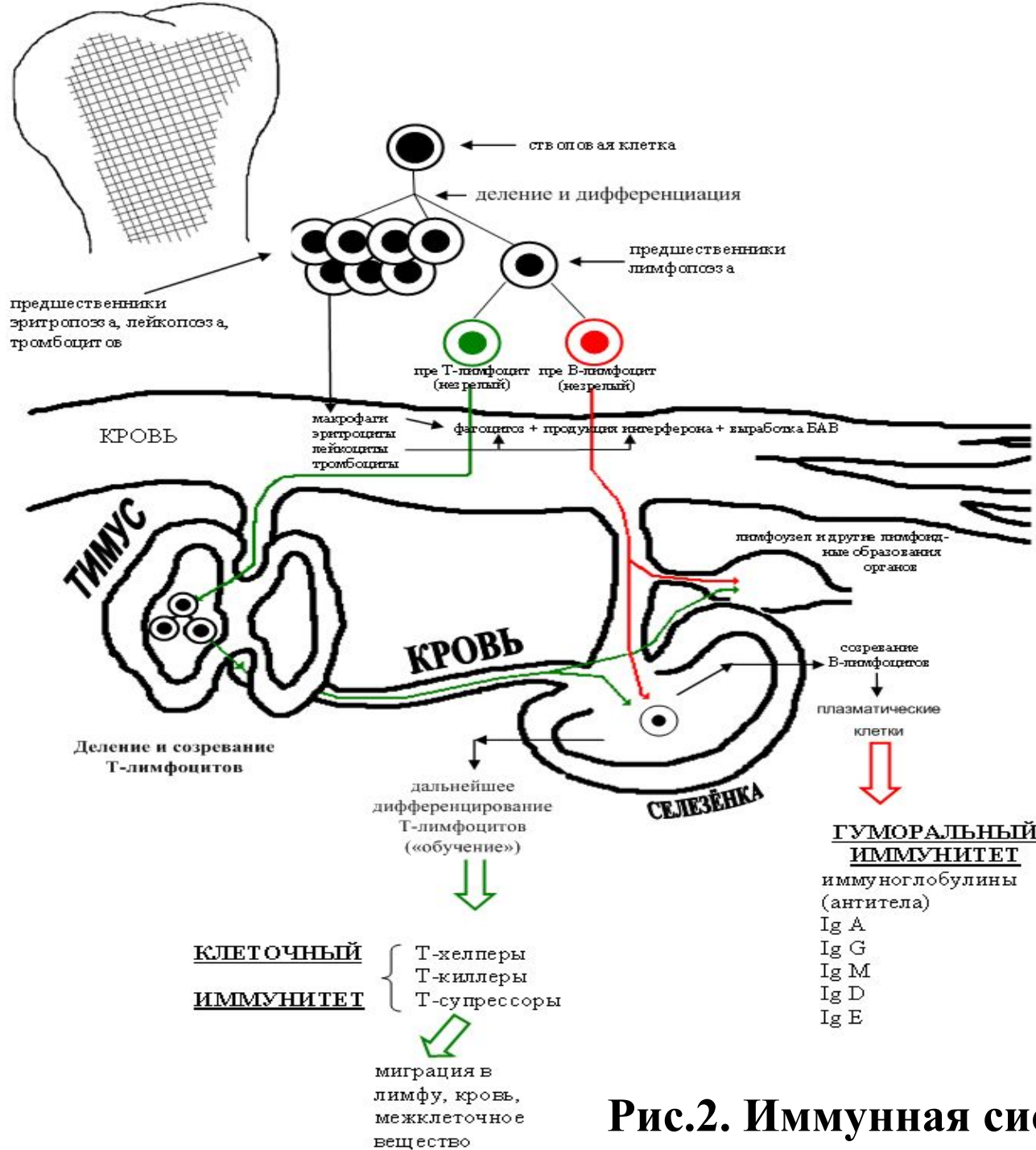


# Электронная фотография макрофагов



# Макрофаг





**Рис.2. Иммунная система**

# Иммунитет. Виды иммунитета.

- В течение всей жизни организм человека подвергается воздействию чужеродных микроорганизмов (вирусов, бактерий, грибов, простейших), химических, физических и других факторов, которые могут привести к развитию заболеваний.
- Основные задачи всех систем организма - найти, распознать, удалить или нейтрализовать любой чужеродный агент (как попавший извне, так и свой собственный, но изменившийся под действием какой-либо причины и ставший «чужим»). Для борьбы с инфекциями, защиты от трансформированных, злокачественных опухолевых клеток и для поддержания гомеостаза в организме существует сложная динамическая система защиты. Основную роль в этой системе играет иммунологическая реактивность или иммунитет.


***Иммунитет*** - это способность организма поддерживать постоянство внутренней среды, создавать невосприимчивость к инфекционным и неинфекционным агентам (антигенам), попадающим в него, нейтрализовывать и выводить из организма чужеродные агенты и продукты их распада.

Серия молекулярных и клеточных реакций, происходящих в организме после попадания в него антигена, представляет собой иммунный ответ, в результате чего происходит формирование гуморального или (и) клеточного иммунитета. Развитие того или иного вида иммунитета определяется свойствами антигена, генетическими и физиологическими возможностями реагирующего организма.

**Гуморальный иммунитет**- молекулярная реакция, возникающая в организме в ответ на попадание антигена.

Индукцию гуморального иммунного ответа обеспечивает взаимодействие (кооперация) трех основных типов клеток: макрофагов, Т- и В-лимфоцитов. Макрофаги фагоцитируют антиген и после внутриклеточного протеолиза представляют его пептидные фрагменты на своей клеточной мембране Т-хелперам. Т-хелперы вызывают активацию В-лимфоцитов, которые начинают пролиферировать, превращаться в бластные клетки, а затем через серию последовательных митозов - в плазматические клетки, синтезирующие специфические по отношению к данному антигену антитела. Важная роль в инициации этих процессов принадлежит регуляторным веществам, которые продуцируются иммунокомпетентными клетками.





Активация *B*-лимфоцитов с помощью *T*-хелперов для процесса выработки антител не универсальна для всех антигенов. Такое взаимодействие развивается лишь при попадании в организм *T*-зависимых антигенов. Для индукции иммунного ответа *T*-независимыми антигенами (полисахариды, агрегаты белков регуляторного строения) участия *T*-хелперов не требуется. В зависимости от индуцирующего антигена различают *B1* и *B2* подклассы лимфоцитов. Плазматические клетки синтезируют антитела в виде молекул иммуноглобулинов. У человека идентифицировано пять классов иммуноглобулинов: *A*, *M*, *G*, *D*, *E*. При нарушении иммунитета и развитии аллергических заболеваний, особенно аутоимунных, проводится диагностика на наличие и соотношение классов иммуноглобулинов.

## Клеточный иммунитет.

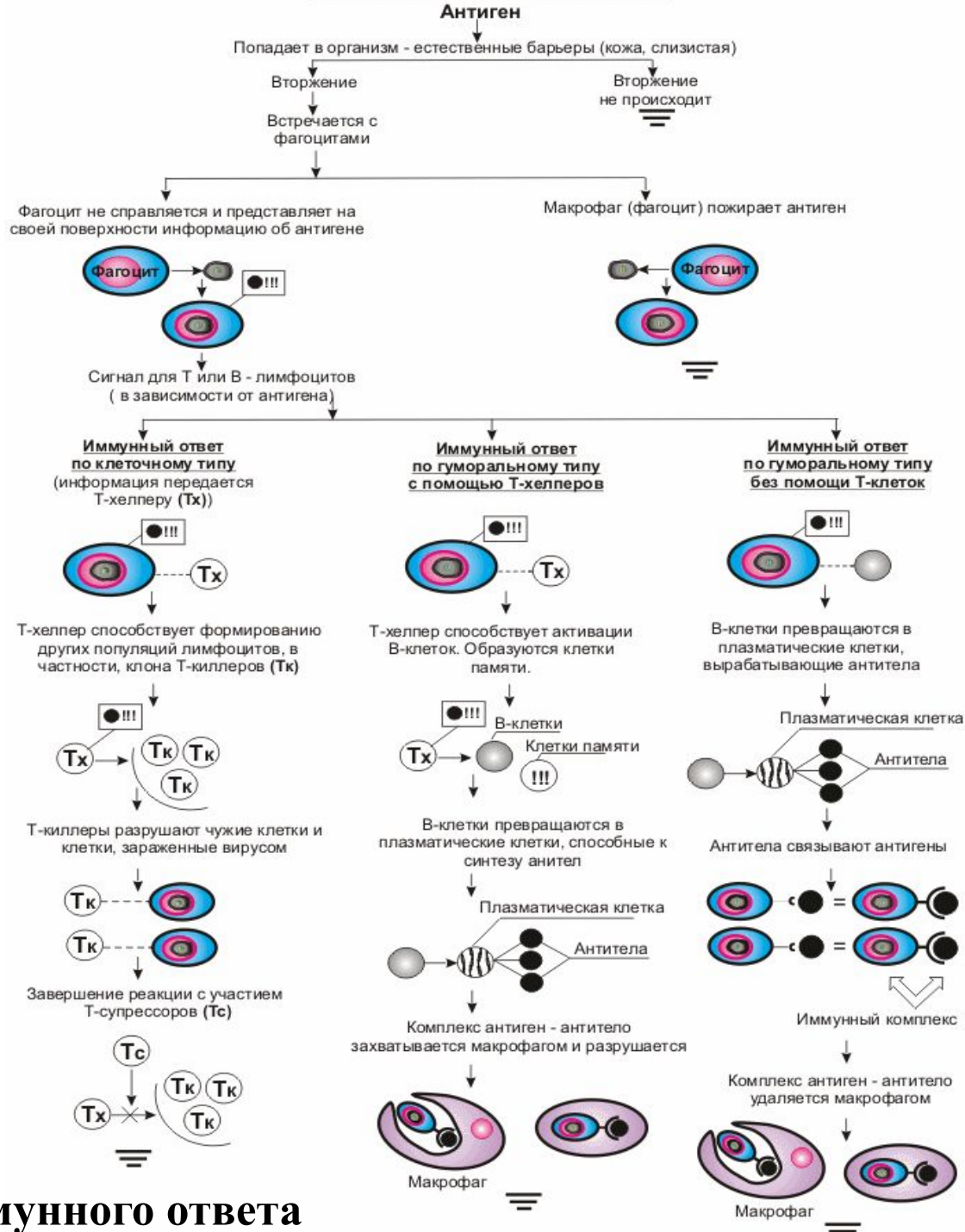
*Клеточный иммунитет* - это клеточные реакции, происходящие в организме в ответ на попадание антигена.

Т-лимфоциты ответственны и за клеточный иммунитет, известный также как гиперчувствительность замедленного типа (ГЗТ). Механизм взаимодействия Т-клеток с антигеном пока неясен, но эти клетки лучше всего распознают антиген, связанный с клеточной мембраной.

Независимо от того, передается информация об антигенах макрофагами, В-лимфоцитами или какими-либо другими клетками, Т-лимфоциты начинают изменяться. Сначала образуются бластные формы Т-клеток, затем через серию делений - Т-эффекторы, синтезирующие и секретирующие биологически активные вещества - лимфокины, или медиаторы ГЗТ. Точное число медиаторов, их молекулярная структура до настоящего времени неизвестны. Эти вещества различают по биологической активности. Под действием фактора, тормозящего миграцию макрофагов, эти клетки накапливаются в местах антигенного раздражения.

Фактор, активирующий макрофаги, значительно усиливает фагоцитоз и переваривающую способность клеток. Существуют так же макрофаги и лейкоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы), привлекающие эти клетки в очаг антигенного раздражения. Кроме того, синтезируется лимфотоксин, способный растворять клетки-мишени.

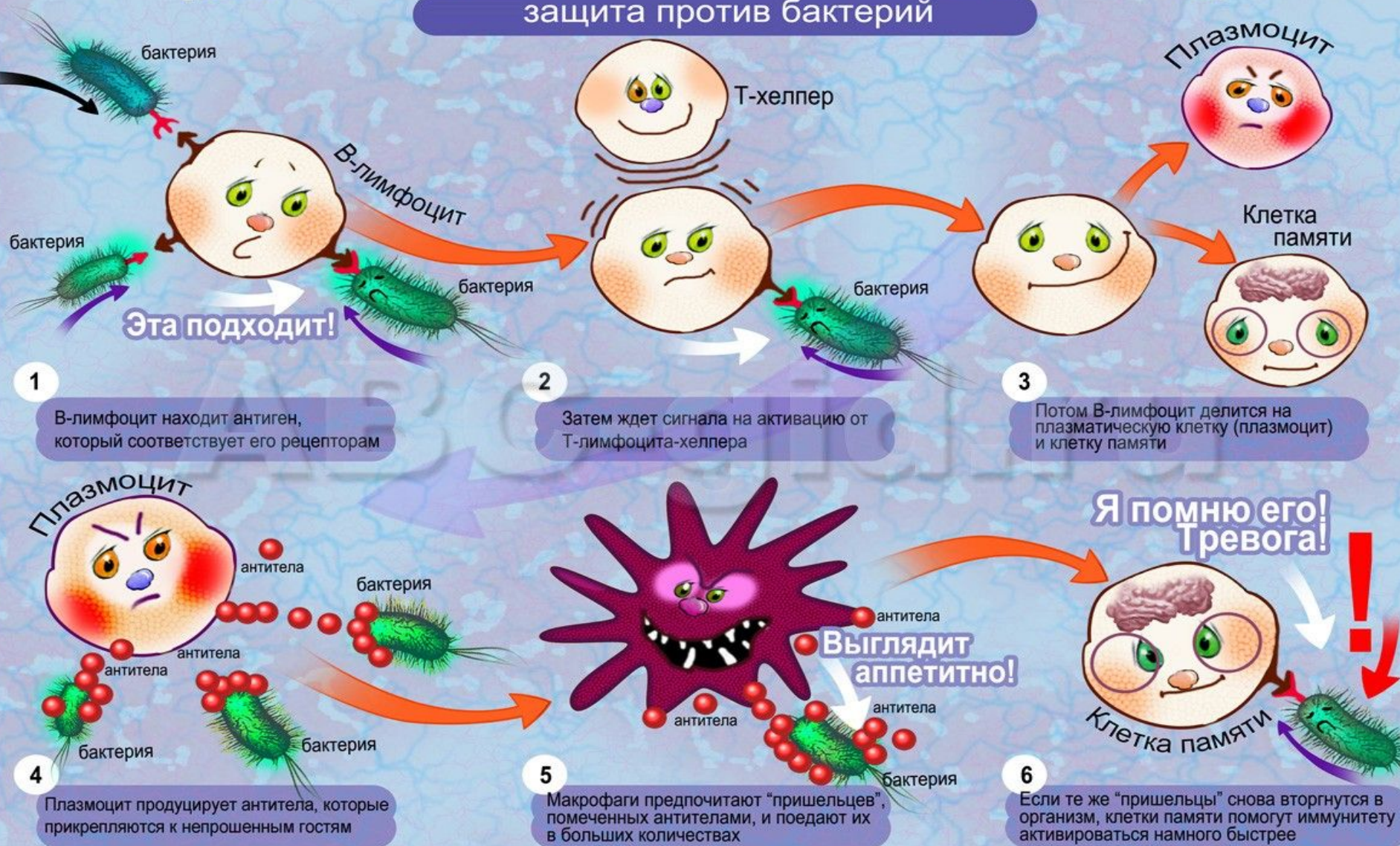
Другая группа Т-эффекторов, известная как Т-киллеры (убийцы), или К-клетки, представлена лимфоцитами, обладающими цитотоксичностью, которую они проявляют по отношению к вирусинфицированным и опухолевым клеткам. Существует еще один механизм цитотоксичности - антителозависимая клеточно-опосредованная цитотоксичность, при которой антитела распознают клетки-мишени, а затем клетки-эффекторы реагируют на эти антитела. Такой способностью обладают нулевые клетки, моноциты, макрофаги и лимфоциты, называемые НК-клетками.



**Рис.3 Схема иммунного ответа**

# КАК НА САМОМ ДЕЛЕ РАБОТАЕТ ИММУНИТЕТ

## защита против бактерий



Ри.4. Иммунный ответ.



# **ВИДЫ ИММУНИТЕТА**

**Видовой иммунитет** является наследственным признаком определенного вида животных. Например, рогатый скот не болеет сифилисом, гонореей, малярией и другими болезнями, заразными для человека, лошади не болеют чумой собак, и т.д.

По прочности или стойкости видовой иммунитет разделяют на абсолютный и относительный.

Абсолютным видовым иммунитетом называют такой иммунитет, который возникает у животного с момента рождения и является настолько прочным, что никакими воздействиями внешней среды его не удастся ослабить или уничтожить (например, никакими дополнительными воздействиями не удастся вызвать заболевание полиомиелитом при заражении этим вирусом собак и кроликов). Несомненно, что в процессе эволюции, абсолютный видовой иммунитет образуется в результате постепенного наследственного закрепления иммунитета приобретенного.

Относительный видовой иммунитет является менее прочным, зависящим от воздействий внешней среды на животного. Например, птицы в обычных условиях невосприимчивы к сибирской язве. Однако если организм ослаблен охлаждением, голоданием, они заболевают этой болезнью.

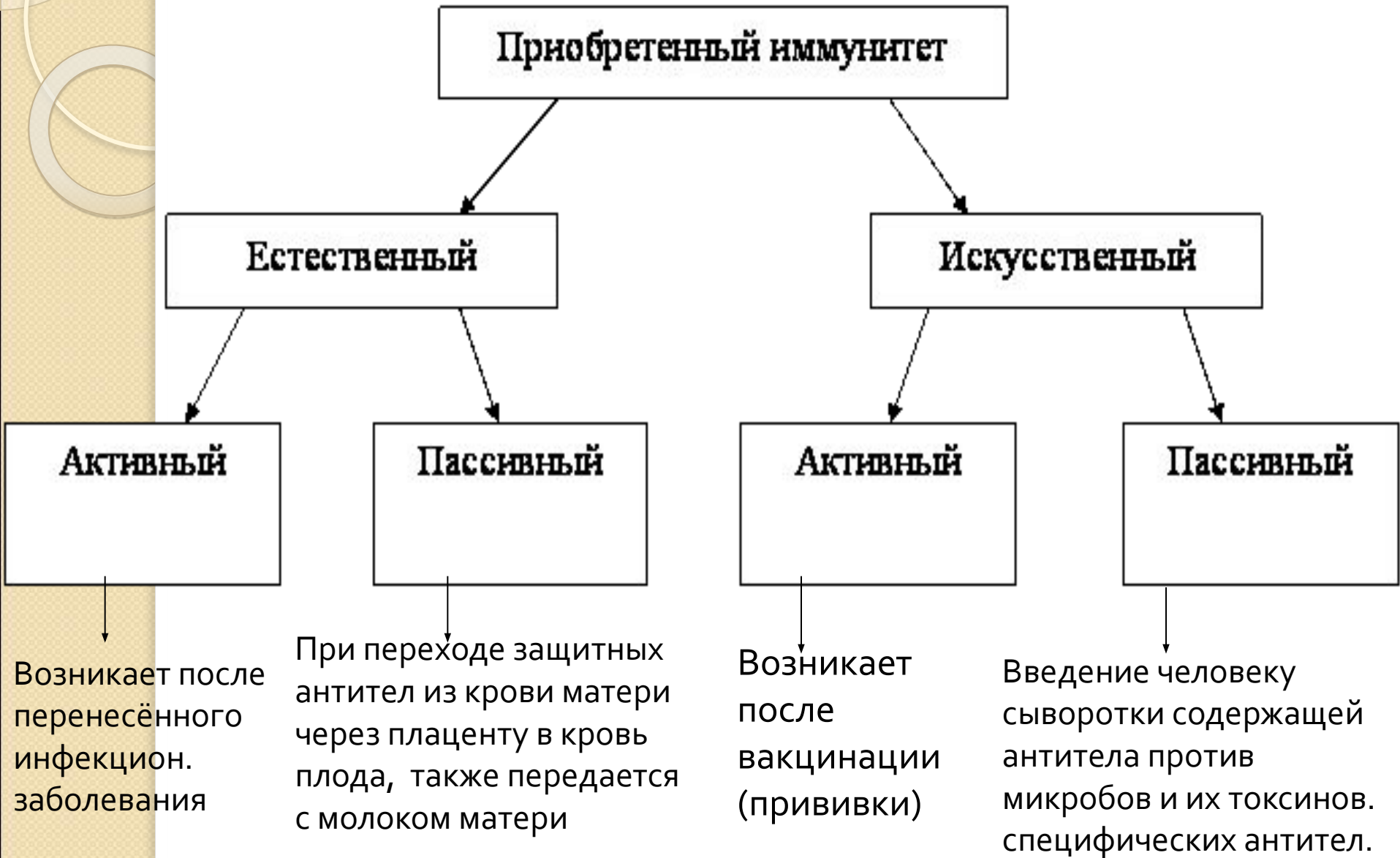
*Приобретенный иммунитет* делят на:

- естественно приобретенный,
- искусственно приобретенный.

Каждый из них по способу возникновения разделяется на активный и пассивный.



# Схема 1. ПРИОБРЕТЁННЫЙ ИММУНИТЕТ.



# Механизм невосприимчивости к заразным болезням.

## Учение о фагоцитозе.

Патогенные микробы проникают через кожу и слизистые оболочки в лимфу, кровь, нервную ткань и другие ткани органы. Для большинства микробов эти «входные ворота» закрыты. При изучении механизмов защиты организма от инфекции приходится иметь дело с явлениями различной биологической специфичности. Действительно, организм защищают от микробов как покровный эпителий, специфичность которого весьма относительна, так и антитела, которые вырабатываются против конкретного возбудителя болезни. Наряду с этим существуют механизмы, специфичность которых относительна (например, фагоцитоз), и разнообразные защитные рефлексы.

Защитная деятельность тканей, препятствующая проникновению микробов в организм, обусловлена разнообразными механизмами: механическое удаление микробов с кожи и слизистых оболочек; удаление микробов с помощью естественных (слезы, пищеварительные соки, отделяемое влагалища) и патологических (экссудат) жидкостей организма; фиксация микробов в тканях и уничтожение их фагоцитами; уничтожение микробов с помощью специфических антител; выделение микробов и их ядов из организма.

**Фагоцитозом** (от греч. *fago* - пожираю и *citos* - клетка) называется процесс поглощения и переваривания микробов и животных клеток различными соединительнотканными клетками - фагоцитами.

Создателем учения о фагоцитозе является великий русский ученый — эмбриолог, зоолог и патолог И.И. Мечников. В фагоцитозе он видел основу воспалительной реакции, выражающей защитные свойства организма. Защитную деятельность фагоцитов при инфекции И.И. Мечников впервые продемонстрировал на примере инфекции дафнии дрожжевым грибом. В дальнейшем он убедительно показал значение фагоцитоза как основного механизма иммунитета при различных инфекциях человека. Правильность своей теории он доказал при изучении фагоцитоза стрептококков при рожистом воспалении. В последующие годы фагоцитозный механизм иммунитета был установлен для туберкулеза и других инфекций.

Эту защиту осуществляют:

- полиморфные нейтрофилы - короткоживущие мелкие клетки с большим количеством гранул, содержащих различные бактерицидные ферменты. Они осуществляют фагоцитоз гноеобразующих бактерий;
- макрофаги (дифференцируются из моноцитов крови) — это долгоживущие клетки, которые сражаются с внутриклеточными бактериями, вирусами и простейшими.

Для усиления процесса фагоцитоза в плазме крови существует группа белков, которая вызывает освобождение медиаторов воспаления из тучных клеток и базофилов; вызывают вазодилатацию и повышают проницаемость капилляров. Эта группа белков называется системой комплемента.

## **Вопросы для самопроверки:**

1. Дайте определение понятия «иммунитет».
2. Расскажите об иммунной системе, ее составе и функциях.
3. В чем заключаются гуморальный и клеточный иммунитет?
4. Как классифицируются виды иммунитета? Назовите подвиды приобретенного иммунитета.
5. Каковы особенности противовирусного иммунитета?
6. Охарактеризуйте механизм невосприимчивости к инфекционным заболеваниям.
7. Дайте краткую характеристику основных положений учения И. И. Мечникова о фагоцитозе.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**