

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

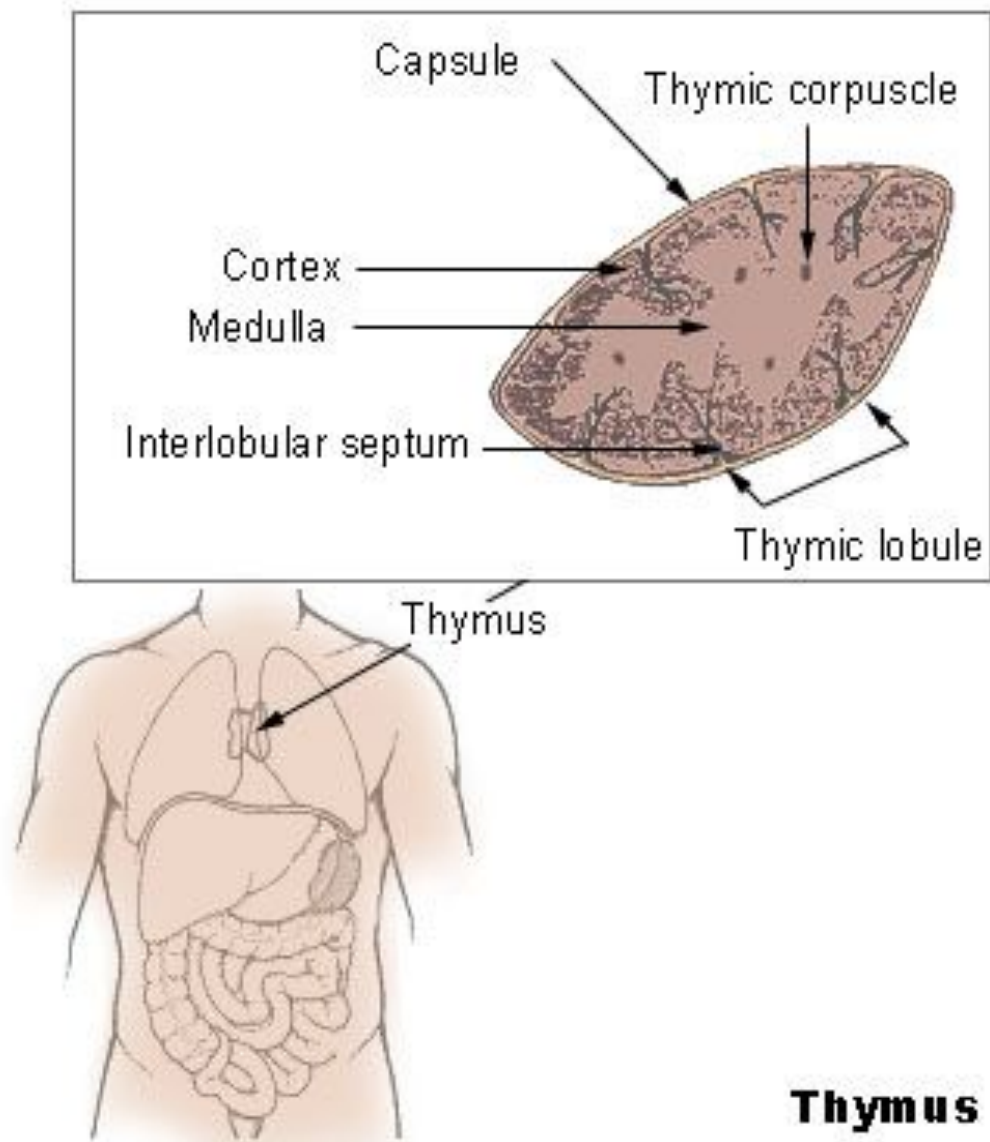
МОСКВА - 2013

# *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.



**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.

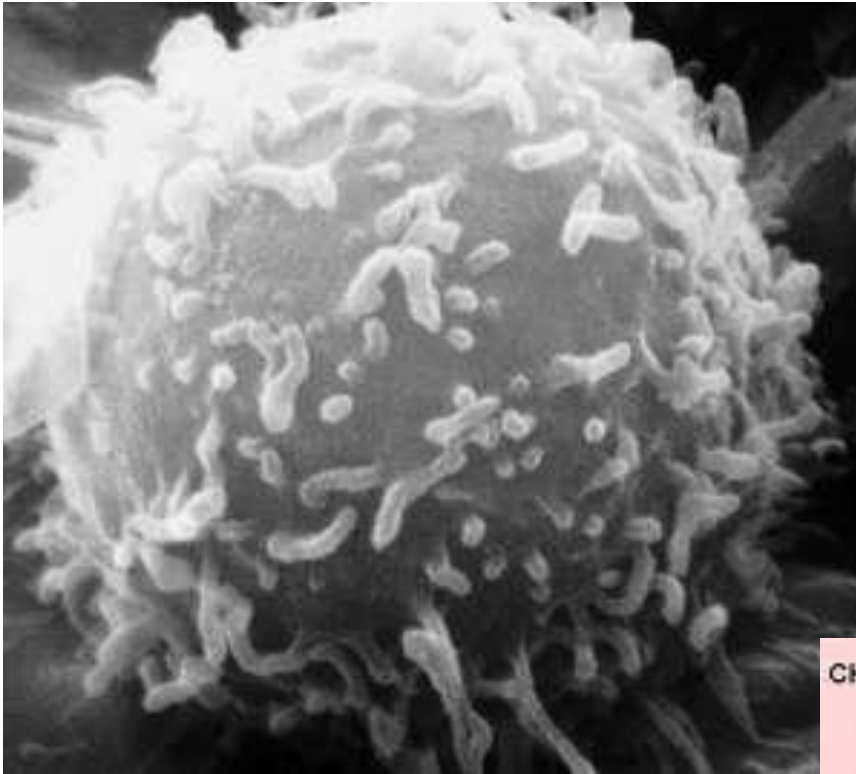
Эти лимфоциты, которые известны как клетки, зависимые от костного мозга или бурса-зависимые, или В-клетки, мигрируют в периферические лимфоидные органы для окончательной дифференцировки и распределяются в центрах размножения фолликулов лимфатических узлов, селезенки и лимфоидной ткани кишечника. В-клетки 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.



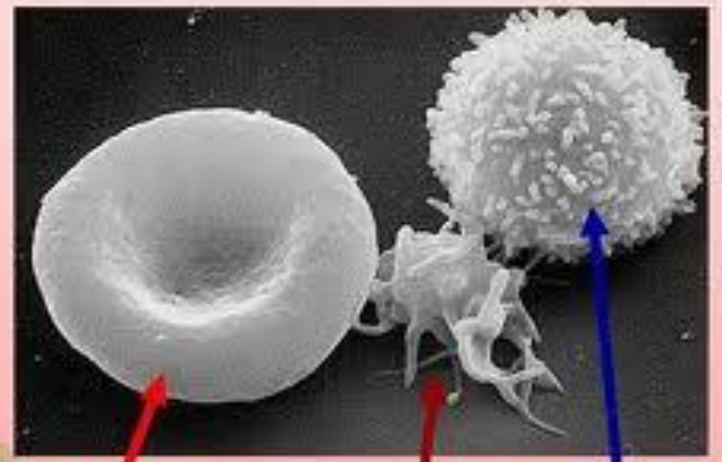
В результате антигенной стимуляции В-клетки превращаются в плазматические, синтезирующие антитела или иммуноглобулины; усиливают функцию некоторых Т-лимфоцитов, участвуют в формировании ответа Т-лимфоцитов.

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

# ЛИМФОЦИТ



СНИМОК СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА



ЭРИТРОЦИТ ТРОМБОЦИТ ЛЕЙКОЦИТ

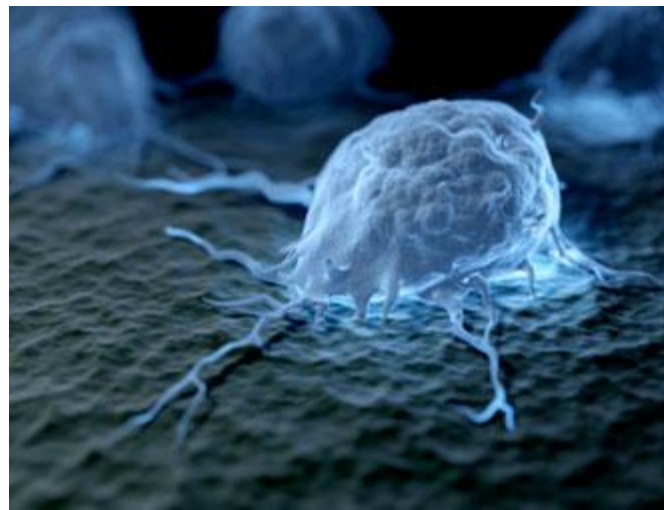


**1.3 Макрофаги** - клетки иммунной системы, происходящие из стволовой клетки костного мозга. В периферической крови они представлены **моноцитами**.

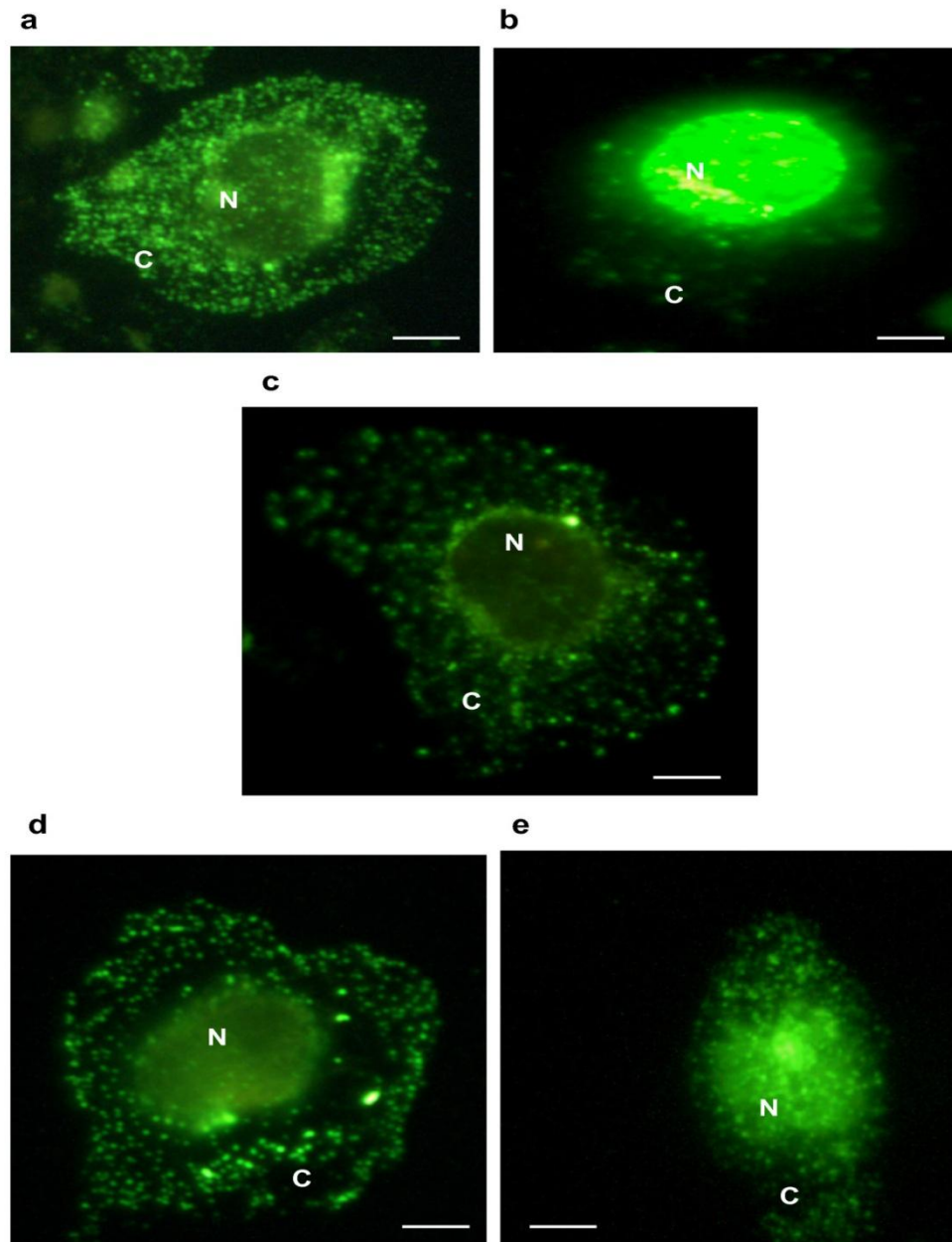
При проникновении в ткани моноциты превращаются в макрофаги. Эти клетки осуществляют первый контакт с антигеном, распознают его потенциальную опасность и передают сигнал иммунокомпетентным клеткам (лимфоцитам).

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.

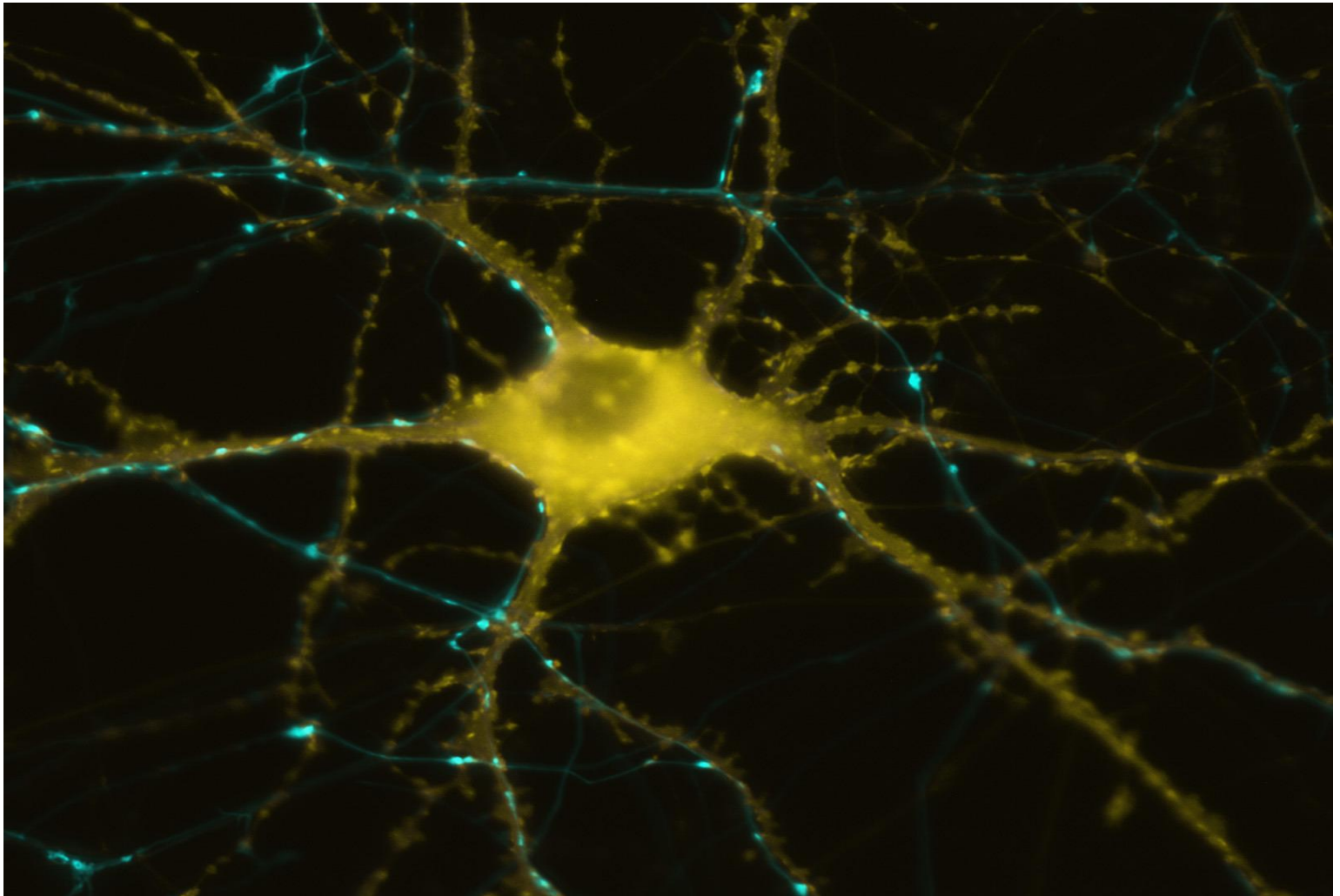
К макрофагам относят МОНОЦИТЫ КРОВИ, ГИСТИОЦИТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ, ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ КАПИЛЛЯРОВ КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ, КУПФЕРОВСКИЕ КЛЕТКИ ПЕЧЕНИ, клетки стенки АЛЬВЕОЛ ЛЁГКОГО (лёгочные макрофаги) и стенки БРЮШИНЫ (перитонеальные макрофаги).

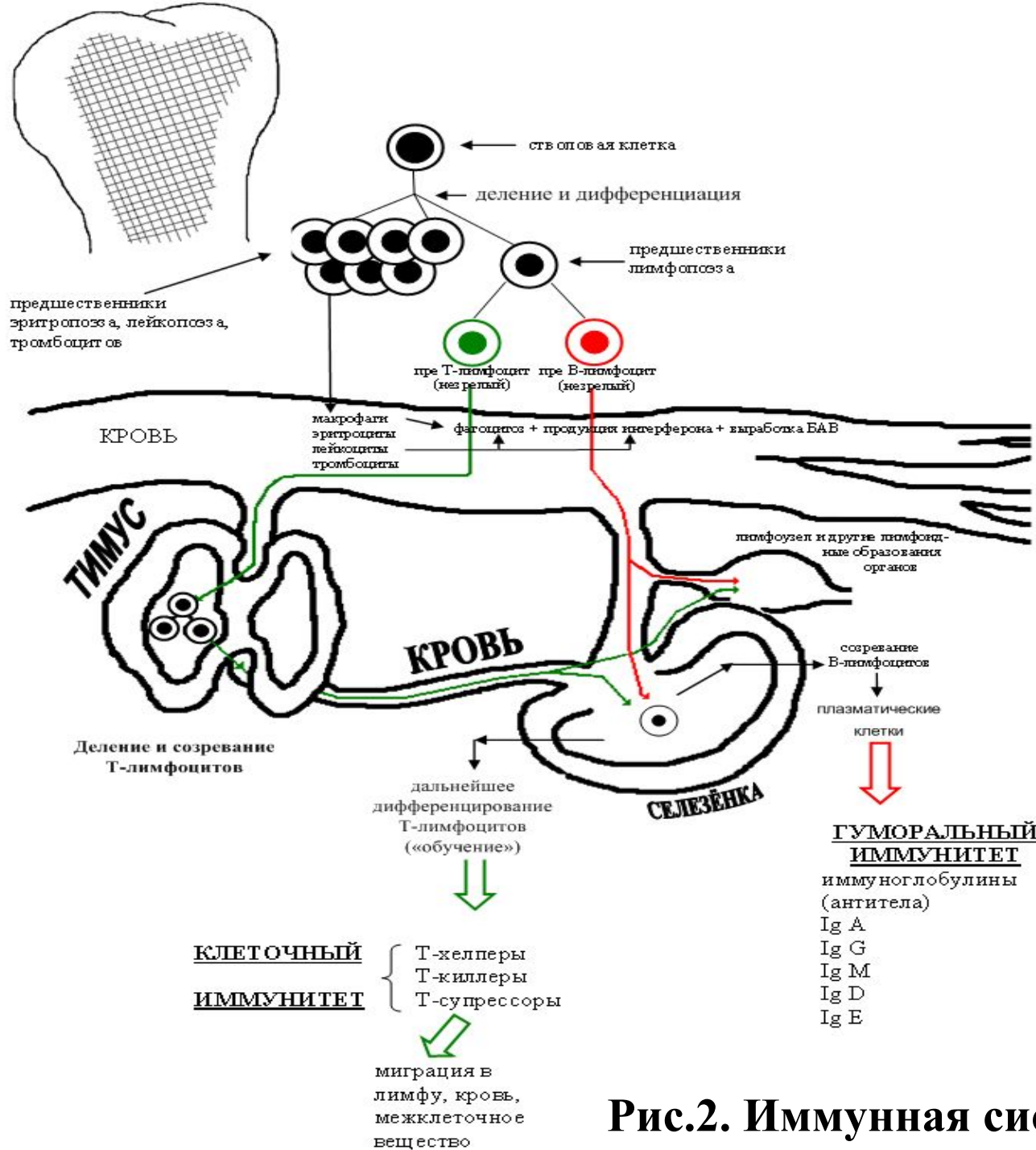


# Электронная фотография макрофагов



# 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.

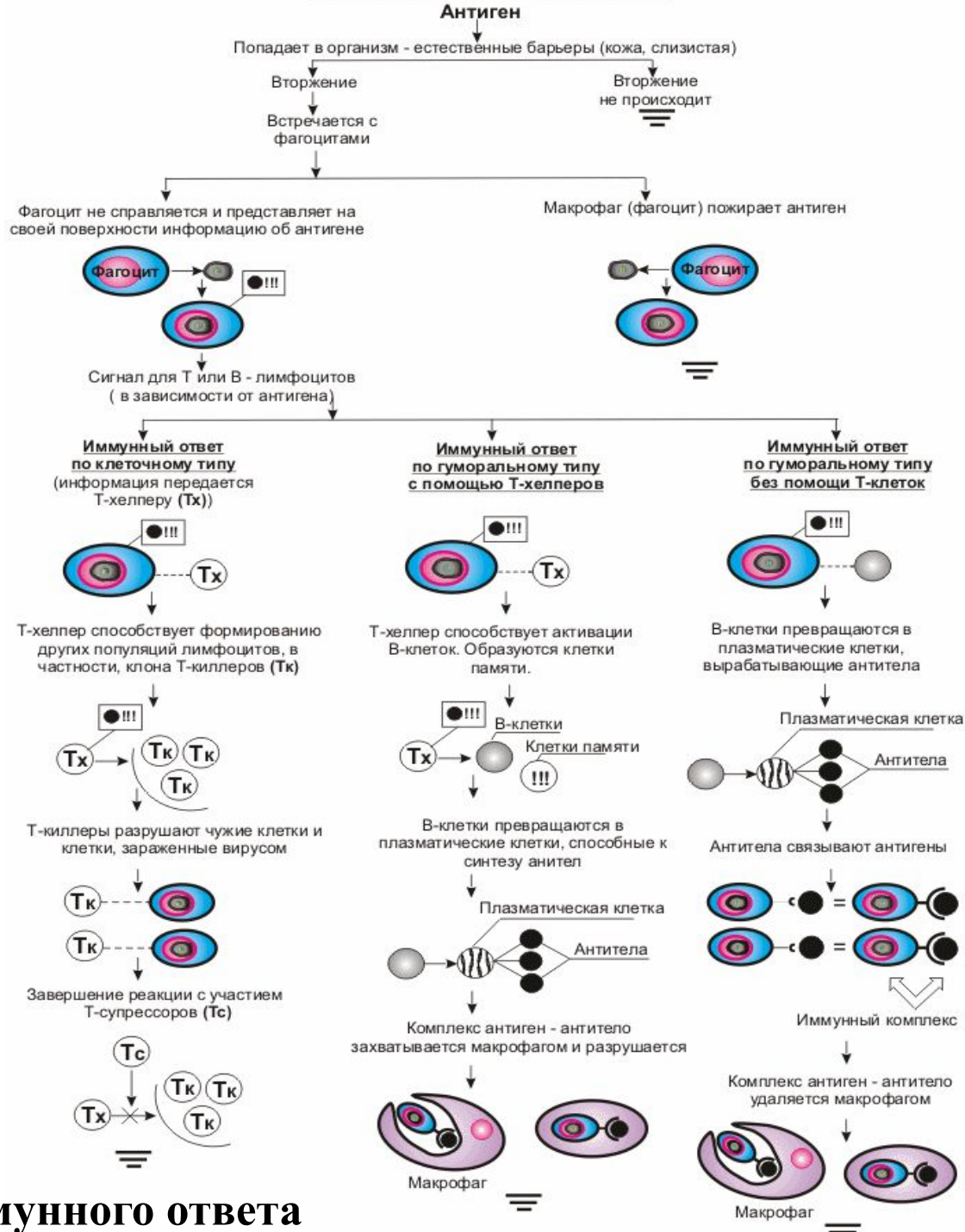
*Клеточный иммунитет* - это клеточные реакции, происходящие в организме в ответ на попадание антигена.

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 также макрофаги и лейкоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы), привлекающие эти клетки в очаг антигенного раздражения. Кроме того, синтезируется лимфотоксин, способный растворять клетки-мишени.

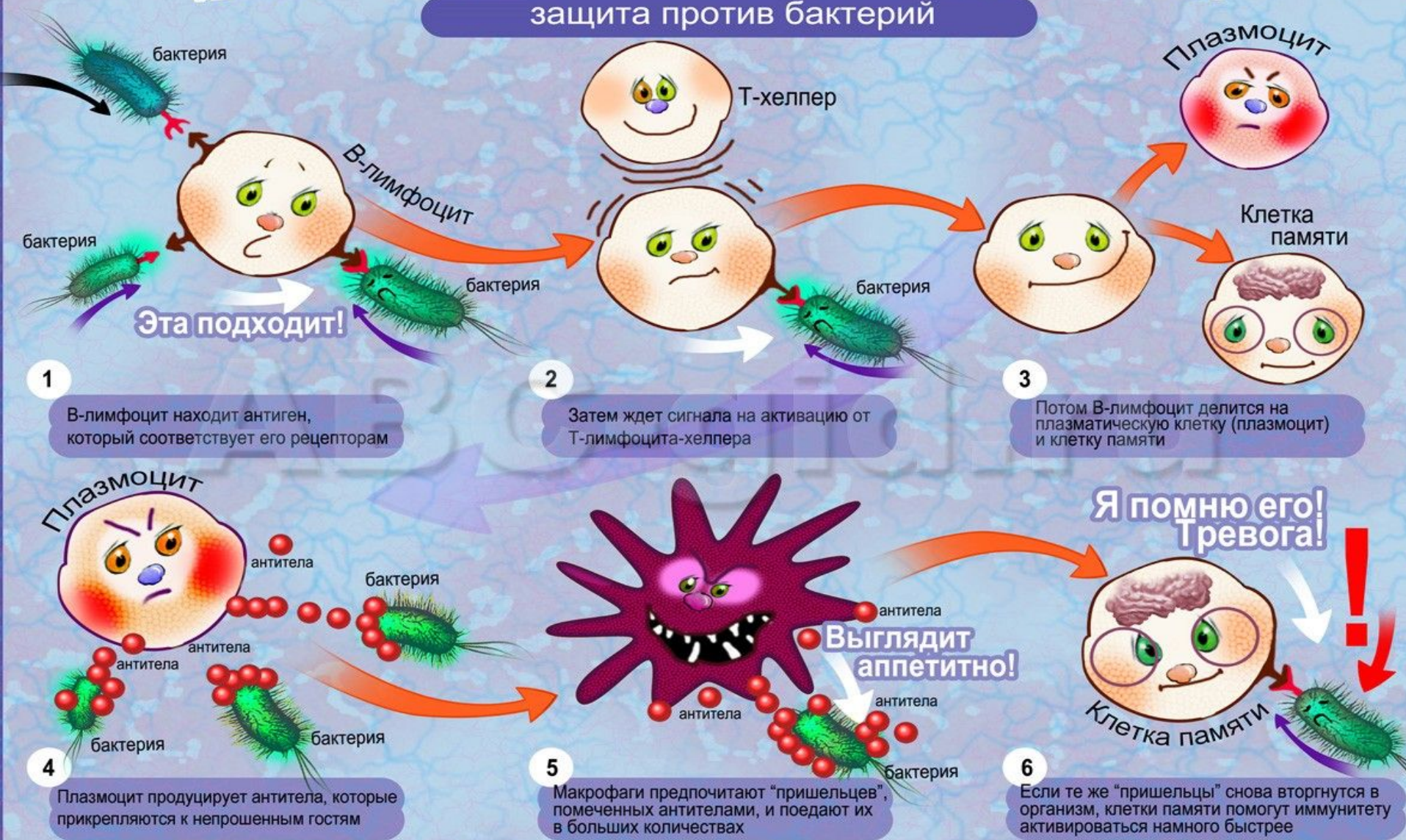
Другая группа Т-эффекторов, известная как Т-киллеры (убийцы), или К-клетки, представлена лимфоцитами, обладающими цитотоксичностью, которую они проявляют по отношению к вирусинфицированным и опухолевым клеткам. Существует еще один механизм цитотоксичности - антителозависимая клеточно-опосредованная цитотоксичность, 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.

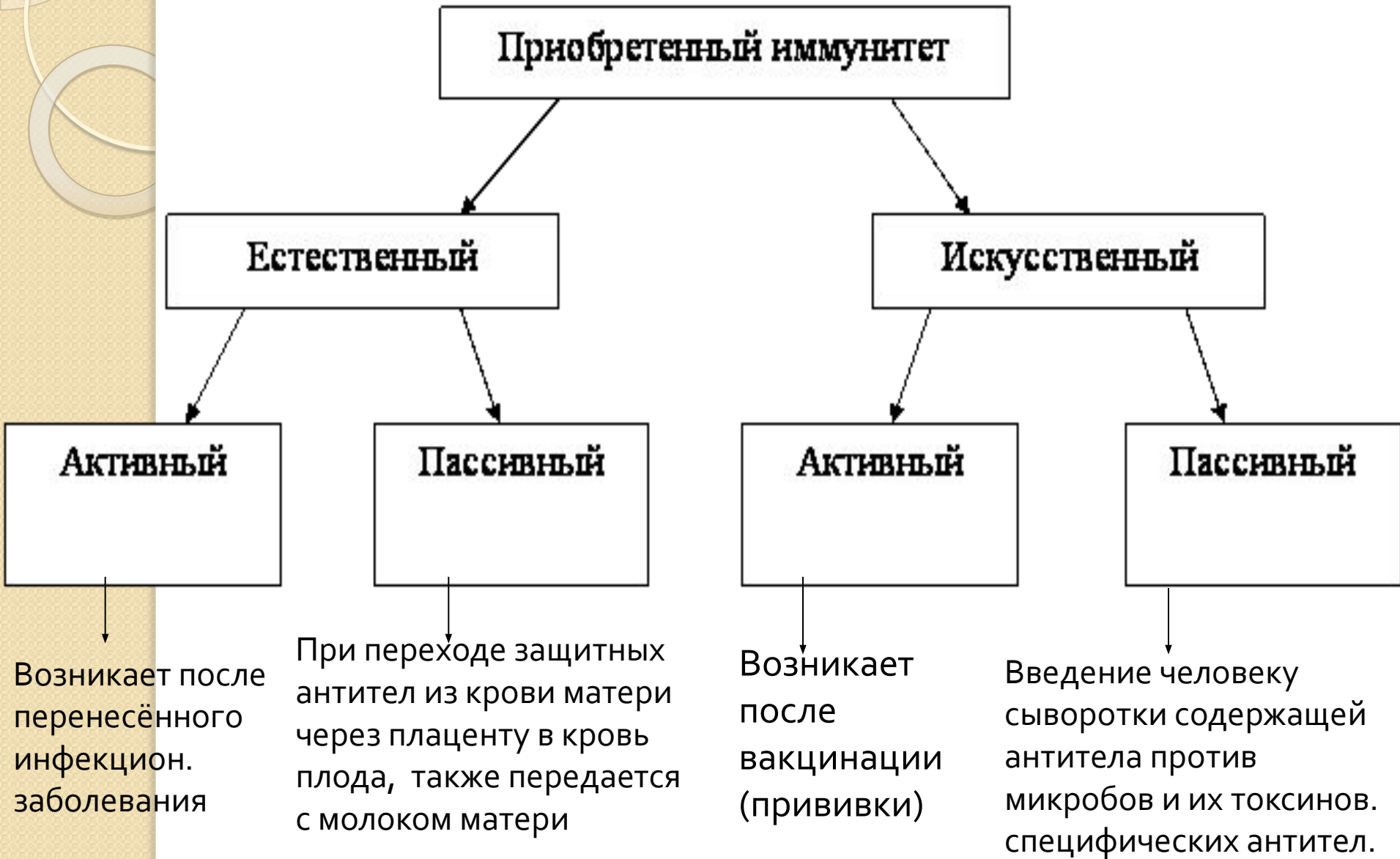
*Приобретенный иммунитет* делят на:

- 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 грибком. 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 повышает 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!**