



# *Иммунная система мозга*

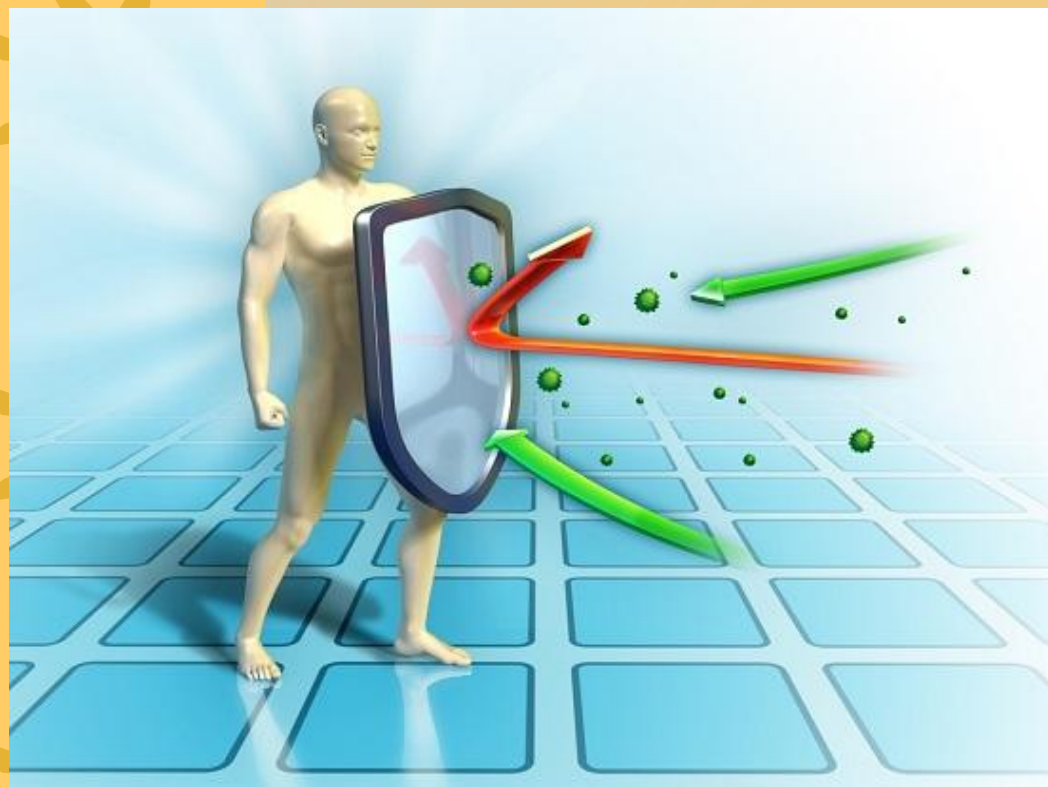
---

Учитель биологии МБОУ «Лицей №3» им. Главного  
маршала авиации А.Е. Голованова  
Суханова К.Д.

г. Дзержинский,  
2019 г.



Иммунная система необходима человеку, чтобы защитить организм от внешних чужеродных вторжений, контролировать физиологические реакции организма и обеспечить нормальное функционирование всех его систем.





# Что такое иммунная система



**Иммунитет** — это способность иммунной системы избавлять организм от генетически чужеродных объектов. Обеспечивает гомеостаз организма на клеточном и молекулярном уровне организации. Реализуется иммунной системой.



**Иммунная система** — система органов, существующая у позвоночных животных и объединяющая органы и ткани, которые защищают организм от заболеваний, идентифицируя и уничтожая опухолевые клетки и патогены.

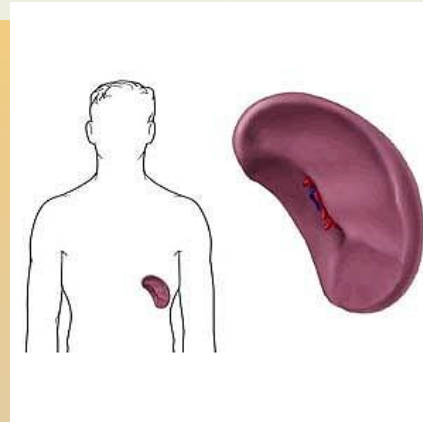
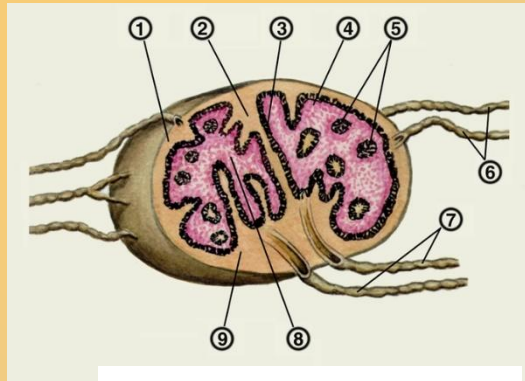
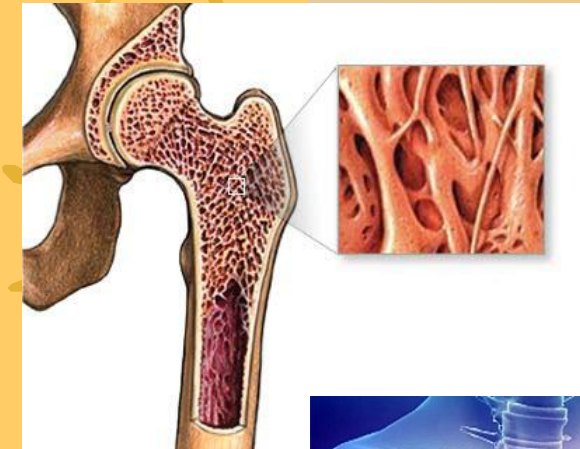






# Органы иммунной системы

Все органы иммунной системы делятся на центральные (красный костный мозг, тимус) и периферические (лимфатические узлы, селезенка, печень, лимфоидная ткань кожи и слизистых).

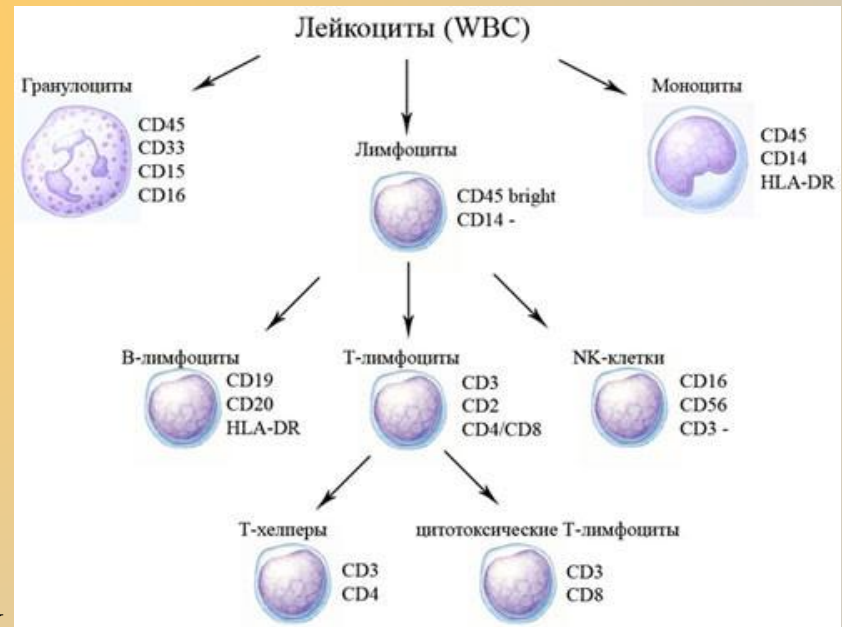
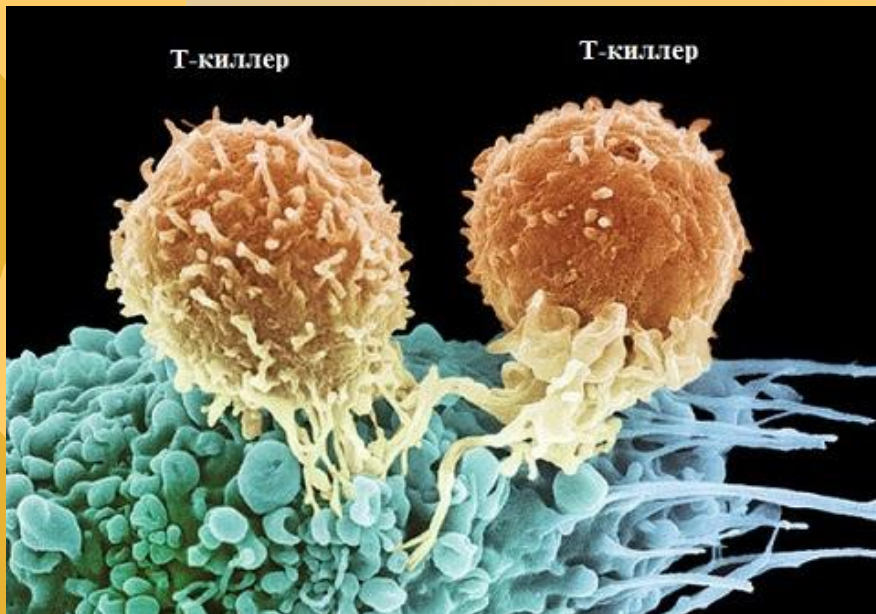




# Клетки, участвующие в иммунном ответе

**Т-лимфоциты, или Т-клетки** — лимфоциты, развивающиеся у млекопитающих в тимусе из предшественников — претимоцитов, поступающих в него из красного костного мозга.

Играют важную роль в приобретенном иммунном ответе.

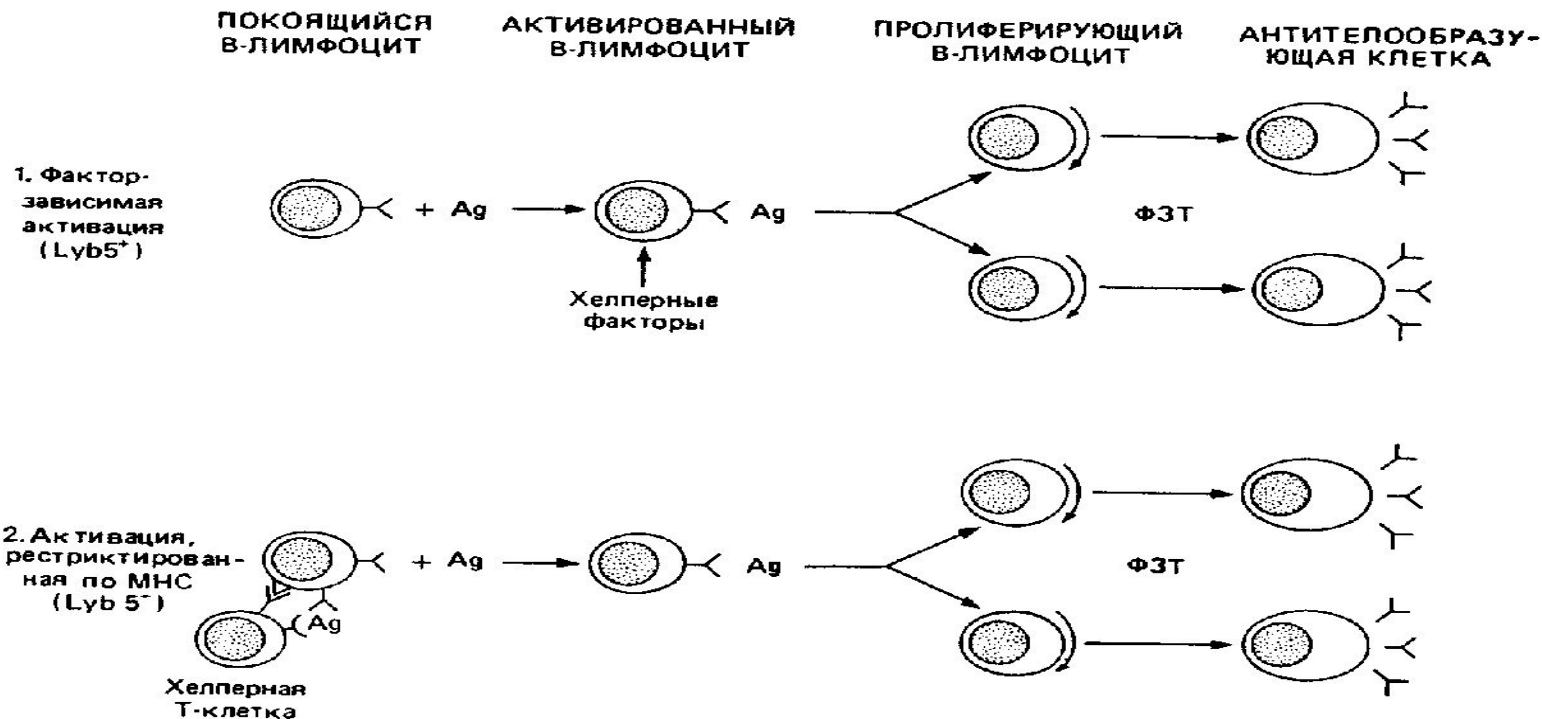


В зависимости от коорецептора и выделяемых функций различают две основные группы Т-клеток: Т-хелперы и Т-киллеры.



**В-лимфоциты, или В-клетки** — функциональный тип лимфоцитов, играющих важную роль в обеспечении гуморального иммунитета.

У эмбрионов человека и других млекопитающих В-лимфоциты образуются в печени и костном мозге из стволовых клеток, а у взрослых млекопитающих — только в костном мозге.



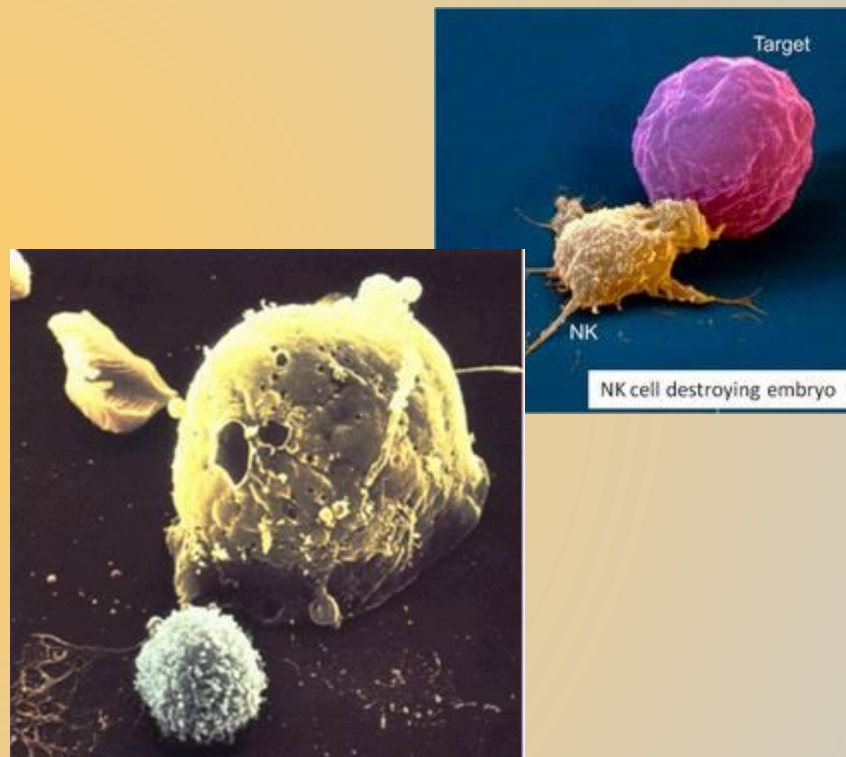
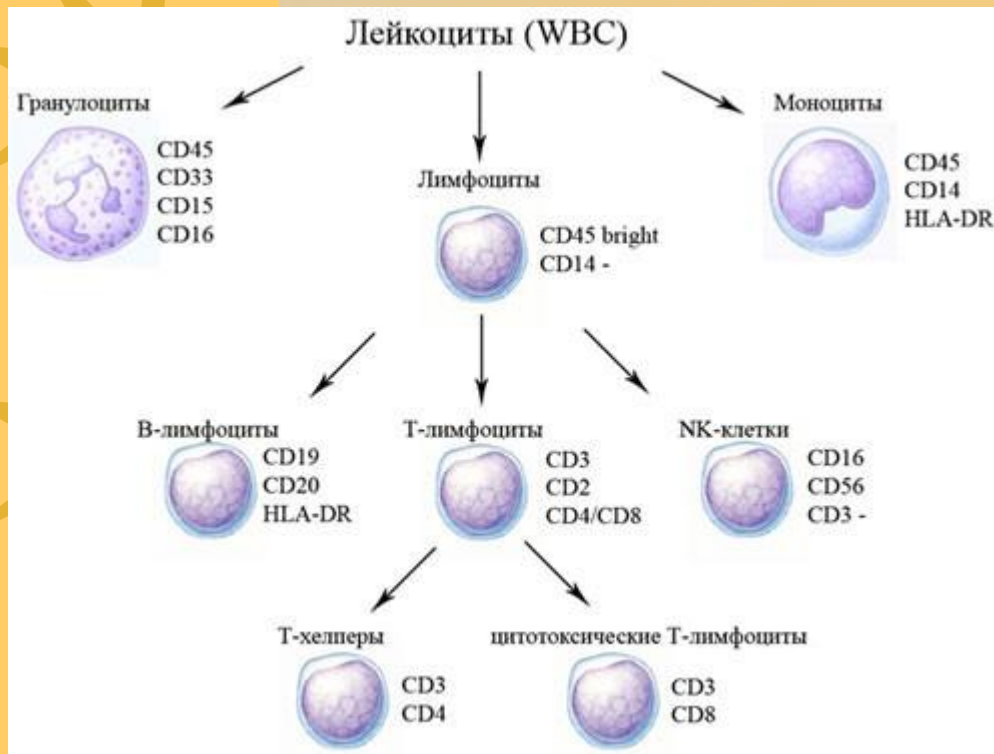
Дифференцировка В-лимфоцитов проходит в несколько этапов, каждый из которых характеризуется присутствием определенных белковых маркеров и степенью генетической перестройки генов иммуноглобулинов.

Аномальная активность В-лимфоцитов может быть причиной аутоиммунных и аллергических заболеваний.





**Естественные киллеры, натуральные киллеры (ЕК, НК) —** большие гранулярные лимфоциты, обладающие цитотоксичностью против опухолевых клеток и клеток, зараженных вирусами. НК выполняют цитотоксические и цитокин-продуцирующие функции, являются одним из важнейших компонентов клеточного врожденного иммунитета.



Формируются в результате дифференцировки лимфобластов (общих предшественников всех лимфоцитов).

Основная функция НК — уничтожение клеток организма, недоступных для действия Т-киллеров.





**Нейтрофилы** — это неделящиеся и короткоживущие клетки. Они составляют 95% от количества всех гранулоцитов.

**Эозинофилы** составляют 2—5% от гранулоцитов.



**Базофилы** составляют меньше, чем 0,2 % от гранулоцитов.

Существуют две формы базофилов: собственно базофилы — базофилы, циркулирующие в крови, и тучные клетки — базофилы, находящиеся в ткани.

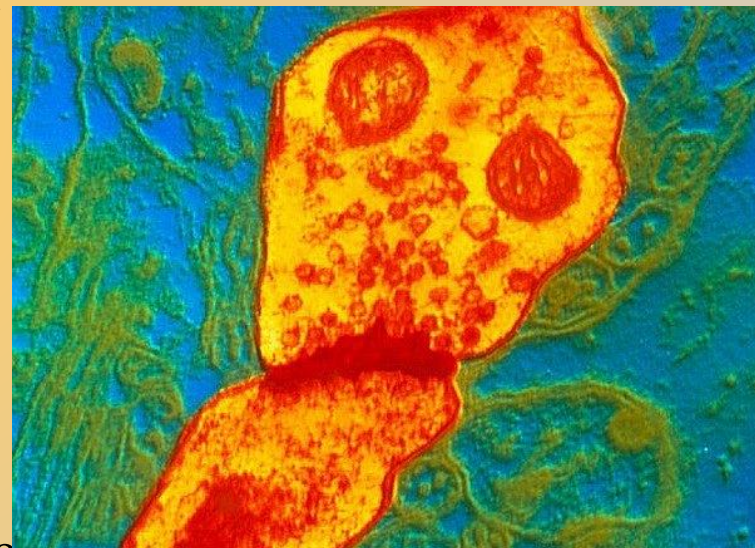
**Моноциты** превращаются в макрофаги при переходе из кровеносной системы в ткань, существуют несколько видов макрофагов в зависимости от типа ткани, в которой они находятся.





# Собственная иммунная система мозга

**Микроглия** — название резидентных макрофагов в центральной нервной системе. Играет важную роль в формировании мозга, особенно в формировании и поддержании контактов между нервными клетками — синапсов.



Чрезмерная активация микроглии может приводить к патологическим процессам и, в частности, к гибели нейронов, что, как полагают, является одним из патологических механизмов нейродегенеративных болезней.



# Аутоиммунные заболевания

**Аутоиммунные заболевания** — класс разнородных по клиническим проявлениям заболеваний, развивающихся вследствие патологической выработки аутоиммунных антител или размножения аутоагрессивных клонов киллерных клеток против здоровых, нормальных тканей организма, приводящих к повреждению и разрушению нормальных тканей и к развитию аутоиммунного воспаления.

Возможные причины развития:

1. Инфицирование определенным агентом
2. Деструкция или некроз тканей, изменение их антигенной структуры
3. Нарушение целостности тканевых барьеров
4. Гипериммунное состояние (патологически усиленный иммунитет) или иммунологический дисбаланс



# Гемато-энцефалический барьер

**Гемато-энцефалический барьер (ГЭБ)** — физиологический барьер между кровеносной системой и центральной нервной системой. Главная функция — поддержание гомеостаза мозга. ГЭБ выполняет функцию высокоселективного фильтра, через который из артериального русла в мозг поступают питательные, биоактивные вещества.

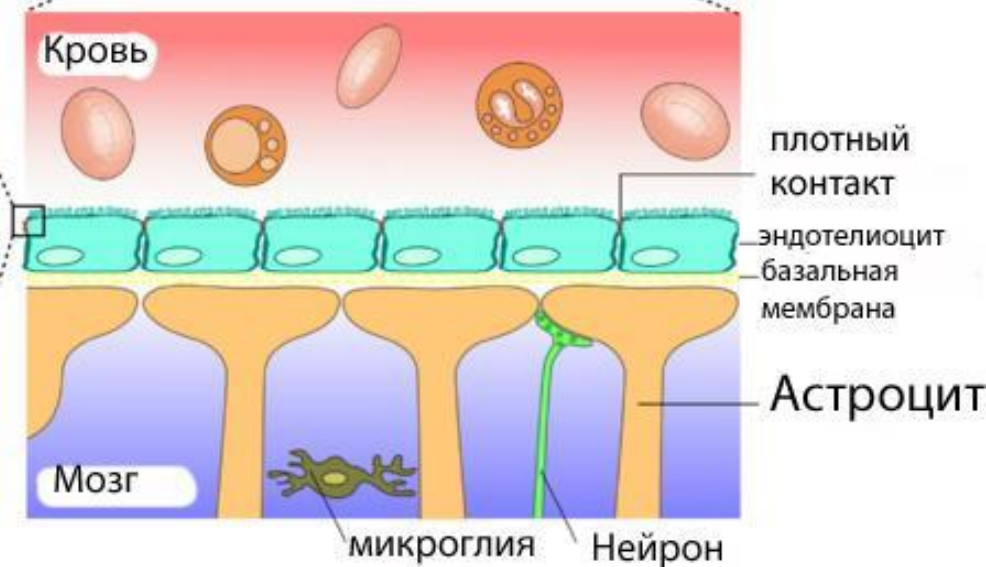
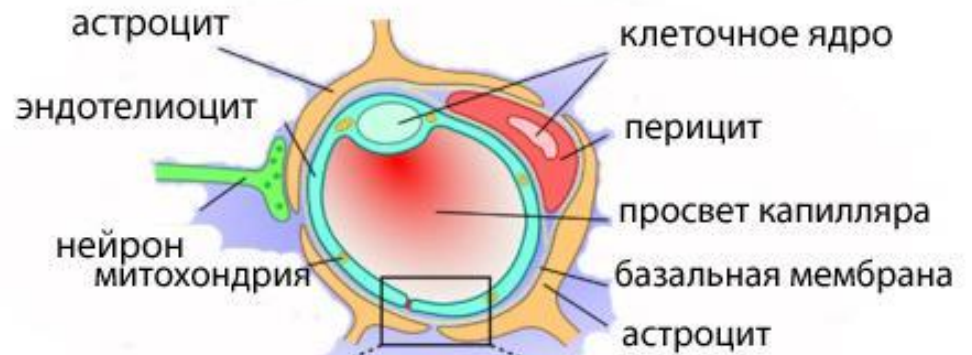
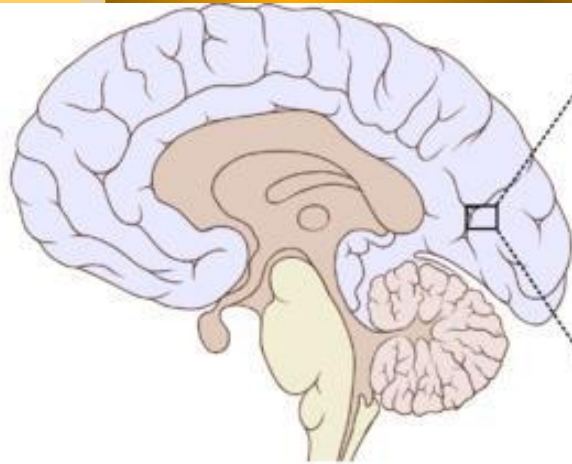


Нарушения ГЭБ могут вызывать поражения центральной нервной системы. Целый ряд неврологических заболеваний напрямую или косвенно связан с повреждением ГЭБ.





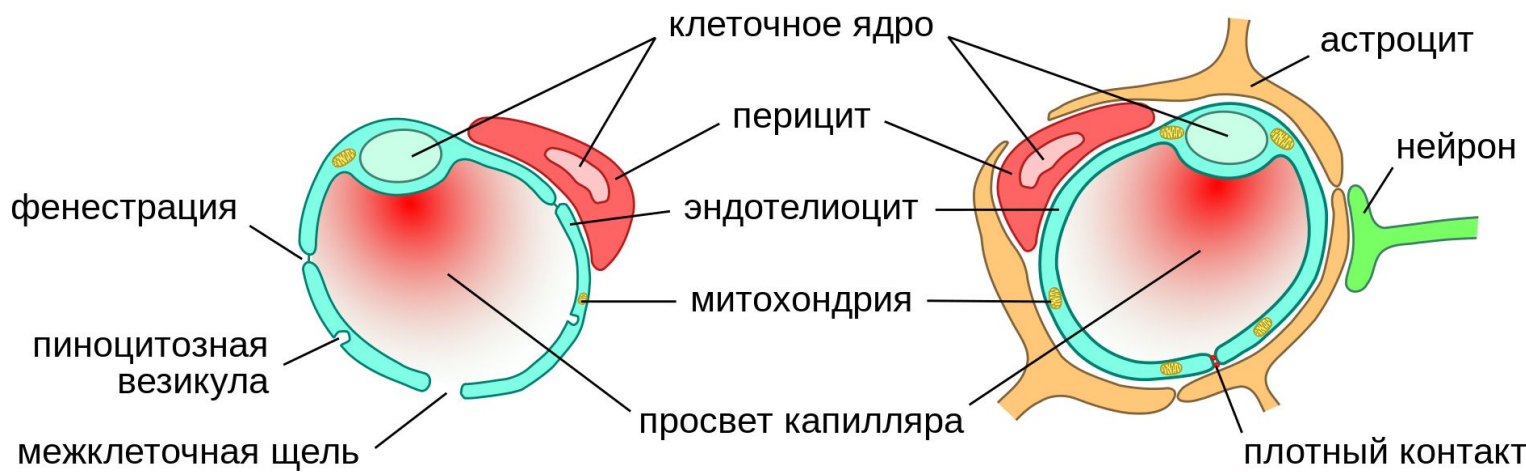
# Строение ГЭБ



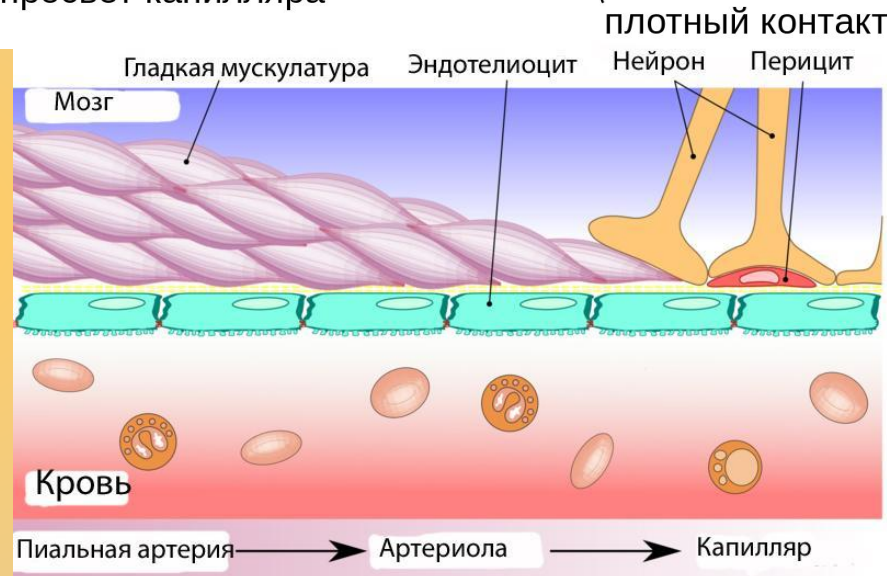


## Периферический капилляр

## Церебральный капилляр

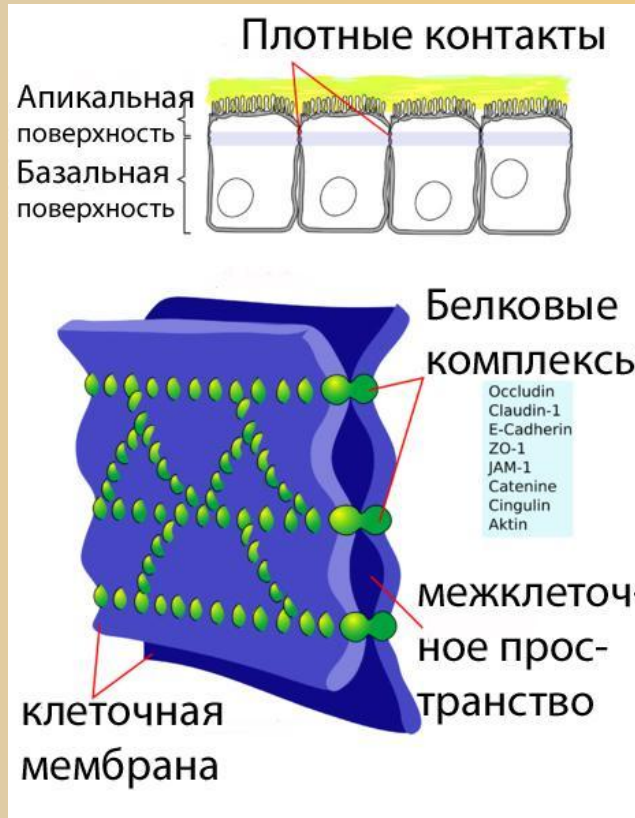


- Эндотелиальная выстилка капилляров мозга является сплошной
- Низкое содержание везикул
- Высокое содержание митохондрий
- Ряд ферментов на поверхности мембран
- Механическим барьером для крупных молекул и инородных веществ
- ГЭБ обладает значительным электрическим сопротивлением





Эндотелиальные клетки сосудов мозга плотно прилегают друг к другу. Между их стенками образуются так называемые **плотные контакты**, которые блокируют межклеточный пассивный транспорт.



Эндотелиальные клетки полностью покрывают подлежащий белковый слой, называемый **базальной мембраной**.








**Перициты** обладают несколькими важными для его функционирования свойствами: способностью к сокращению, регулированию функций эндотелия и макрофагальной активностью.

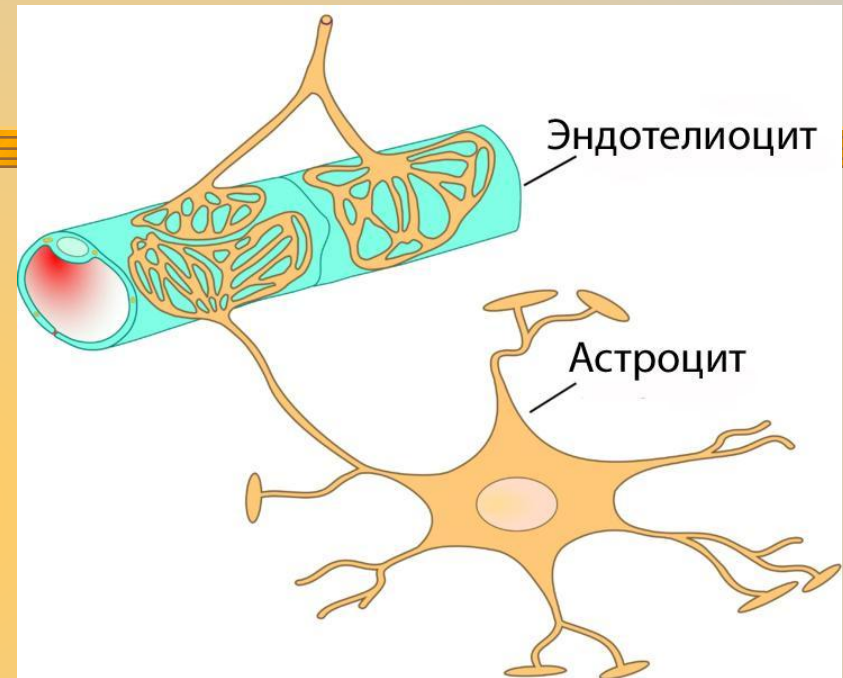
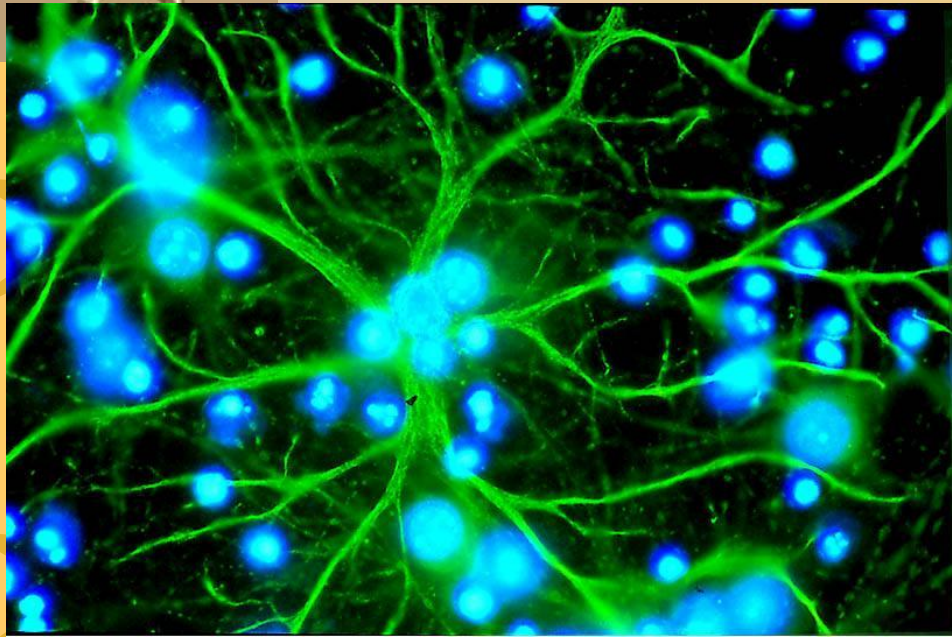


Макрофагальные свойства перицитов образуют «вторую линию защиты мозга» от нейротоксических молекул, которые преодолели барьер эндотелиальных клеток. Таким образом они являются важной составной частью иммунной системы мозга. Сбой макрофагальной активности перицитов может стать одним из факторов развития целого ряда аутоиммунных заболеваний. Имеются данные об опосредованной роли перицитов в развитии болезни Альцгеймера.






**Астроциты** — большие нейроглиальные клетки звездчатой формы. Своими отростками они выстилают стенки мозговых капилляров со стороны мозговой ткани. Они не выполняют прямой барьерной функции.



Главными задачами астроглиальных клеток является обеспечение нейронов питательными веществами и поддержание необходимой концентрации электролитов внемклеточного пространства. Астроциты синтезируют большую часть необходимого клеткам мозга холестерина.



Заболевания, при которых происходит прямое или опосредованное поражение астроцитов (например, болезнь Альцгеймера, астроцитомы), сопровождаются нарушением функционирования ГЭБ.





# *Гемато-ликворный барьер*

Он образован эпителиальными клетками с плотными контактами выстилающими сосудистое сплетение желудочков мозга.

Через него из крови в омывающую мозг спинномозговую жидкость поступают витамины, нуклеотиды и глюкоза. Общий вклад гемато-ликворного барьера в процессы обмена между мозгом и кровью невелик.

Суммарная поверхность гемато-ликворного барьера сосудистых сплетений желудочков мозга приблизительно в 5000 раз меньше в сравнении с площадью гемато-энцефалического.

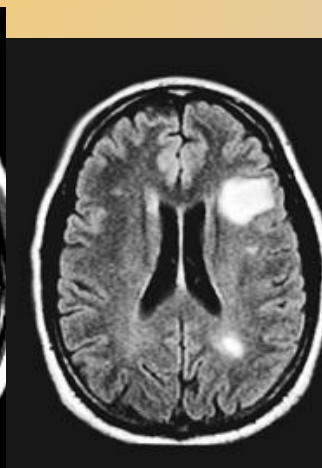
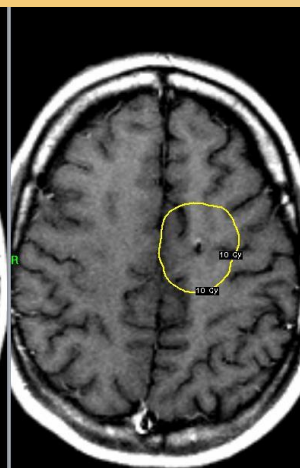
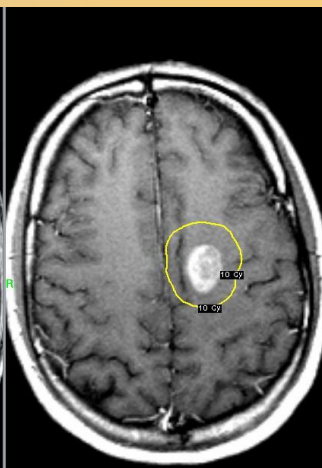
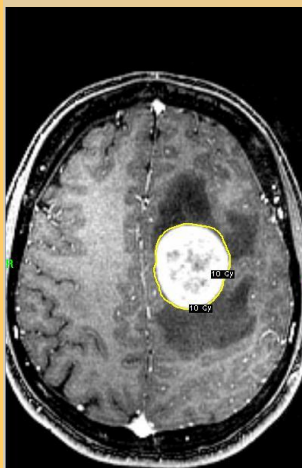






# Повреждения ГЭБ

1. синдром дефицита белка GLUT-1
2. наследственная мальабсорбция фолиевой кислоты
3. сахарный диабет
4. рассеянный склероз
5. ишемический инсульт
6. бактериальная инфекция центральной нервной системы
7. вирусы
8. опухоли головного мозга





# *Иммунная система головного мозга и цереброспинальной жидкости при нейрохирургической патологии*

Автор выделяет следующие причины изменения содержания иммуноглобулинов в цереброспинальной жидкости (ЦСЖ):

- интратекальный синтез при рассеянном склерозе и нейросифилисе;
- дисфункция гемато-ликворного барьера без воспаления при опухолях;
- диспропорциональная дисфункция гемато-ликворного барьера при субарахноидальном, паренхиматозном кровоизлиянии и массивной геморрагии;
- дисфункция гемато-ликворного барьера совместно с интратекальным синтезом при энцефалитах и острых менингитах.





# Открытие доктора Джонатана Кипниса

Ведущий автор исследования и члены его группы обнаружили ранее неизвестную сеть лимфатических сосудов в мягких мозговых оболочках.

Обнаруженные сосуды способны объяснить разнообразные патофизиологические загадки, в том числе дать ответ на вопрос о том, каким образом иммунная система способствует развитию разного рода неврологических и психиатрических заболеваний.

