ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России
Кафедра нормальной физиологии с курсом психофизиологии

ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Авторы-составители: д.м.н., профессор М.М. Папкин

План лекции:

- Основные физиологические свойства тканей. Понятие о возбудимых тканях. Особенности структурно-функцио-
нальной организации биологических мембран возбудимых клеток;
- Возбудимость тканей, мера возбудимости;
- Изменение возбудимости при возбуждении;
- Лабильность тканей, мера лабильности;
- Состояния возбудимых тканей: функциональный покой, деятельное состояние, утомление

Основные физиологические свойства тканей. Понятие о возбудимых тканях

- Под свойством мы понимаем устойчивую характеристику объекта. К физиологическим свойствам тканей относятся такие, как возбудимость, лабильность, раздражимость, способность к секреции, проводимость,
- **Раздражимость** – это способность ткани изменять свой обмен веществ и энергии под действием раздражителей. Раздражимость это свойство характерное для всех тканей организма.
- **Возбудимость**

  По мере специализации у ряда тканей возникло новое свойство – возбудимость. Свойство возбудимости характерно только для трех видов тканей – **нервной, мышечной и железистой.**

Особенности строения биологических мембран возбудимых клеток

Решающую роль в функционировании возбудимых клеток играет биологическая мембрана. Это эластичная структура толщиной от 7 до 11 нм. Согласно жидкостно-мозаичной модели Сингера- Николсона матрикс мембраны образуют **липиды** (гликолипиды, холестерол и фосфолипиды). Липиды имеют гидрофильную головку и гидрофобный хвост, поэтому в жидкой среде они располагаются в два ряда. Двухслойная пленка липидов непроницаема для большинства веществ. Главными функциональными элементами мембраны являются **белки** (25-75% по массе). Они пронизывают мембрану или закреплены в одном слое. Молекулы белка образуют:

-**белки-каналы или белки-переносчики** (осуществляют избирательную диффузию веществ через мембрану);

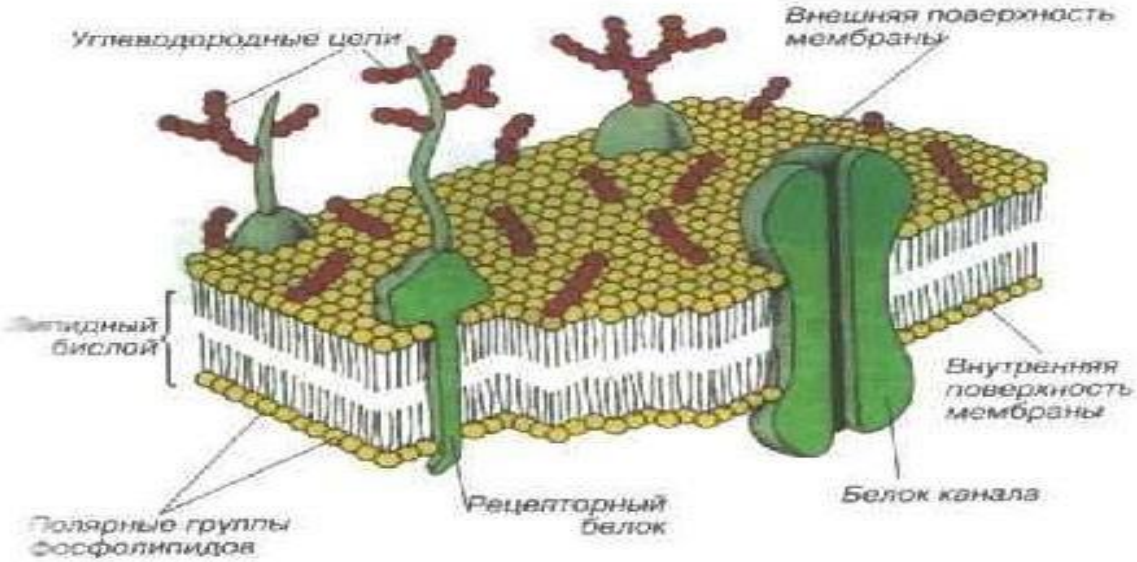
-**белки-насосы** (осуществляют активный транспорт веществ через мембрану);

-**структурные белки** (обеспечивают соединение клеток в ткани и органы);

-**ферменты**(облегчают или замедляют биохимические реакции);

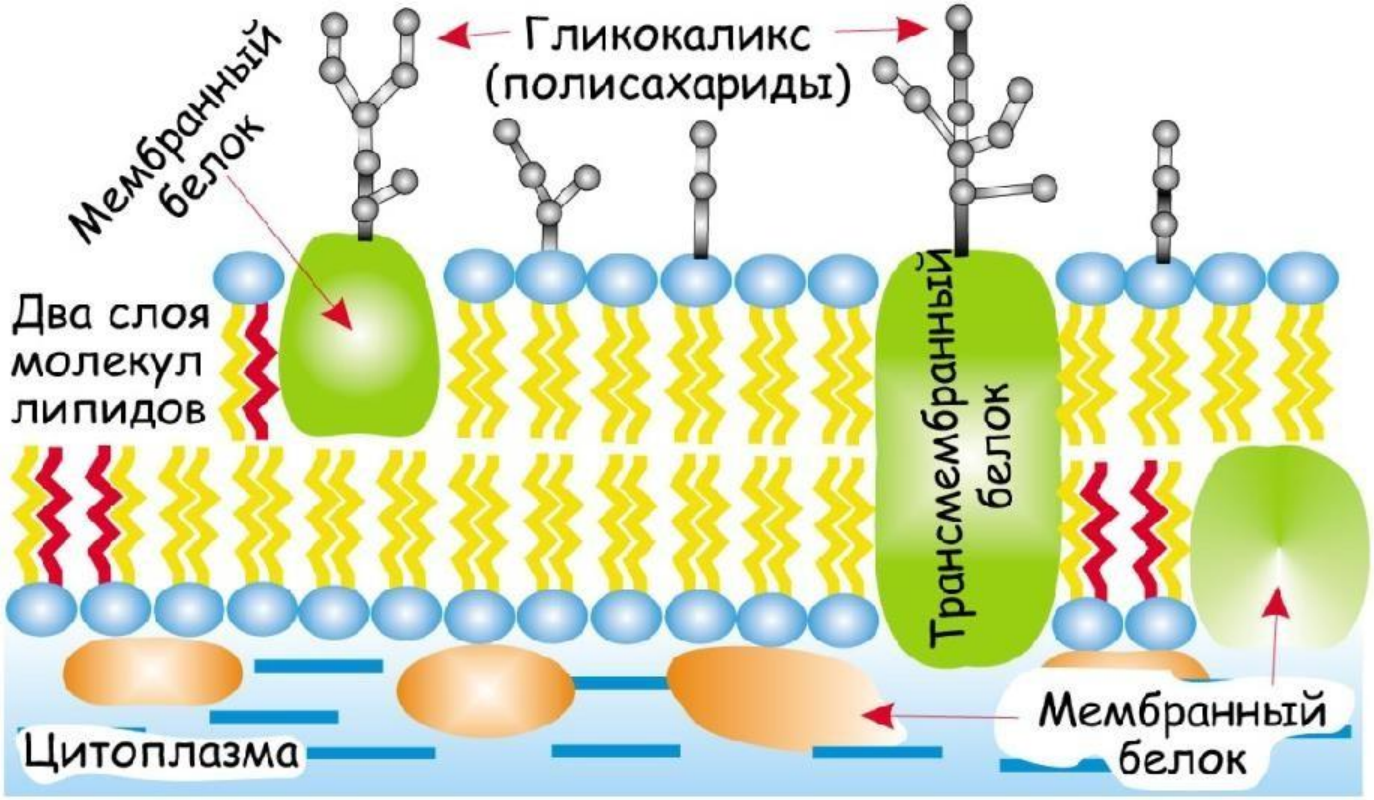
-**рецепторы** («узнают» то или иное биологически активное вещество) (см. следующий слайд).

Особенности строения биологических мембран возбудимых клеток



Рассмотрим структурно-функциональную организацию биологической мембраны возбудимых клеток более подробно (см. следующие слайды)

Клеточная мембрана - трехслойная липопротеиновая оболочка, отделяющая клетку от соседних клеток и окружающей среды. Для строения мембран характерна жидкостно-мозаичная модель.



Принцип строения биомембран

- двойной слой амфифильных липидов или липидный бислой

- мембранный липид = гидрофильная «головка» +2 гидрофобных «хвоста»

- гидрофобные части ориентированы друг к другу
- гидрофильные части ориентированы к воде

- белки мембран: интегральные и периферические

- углеводы мембран: гликолипиды и гликопротеины

Белки мембран:

1) Структурные белки

- придают клетке и органеллам определенную форму
- придают мембране механические свойства
- обеспечивают связь мембраны с цитоскелетом

Белки мембран:

2) Транспортные белки

- создают устойчивые транспортные потоки определенных веществ
- транспорт ионов приводит к возникновению трансмембранного потенциала

Белки мембран:

3) Белки межклеточного взаимодействия

- адгезивные белки связывают клетки друг с другом или с неклеточными структурами
- участвуют в образовании специализированных межклеточных контактов

Перенос веществ через мембрану

= трансмембранный транспорт 2 вида:

пассивный

без затрат энергии

по градиенту концентрации

активный

требует затрат энергии

против градиента концентрации

Пассивный транспорт

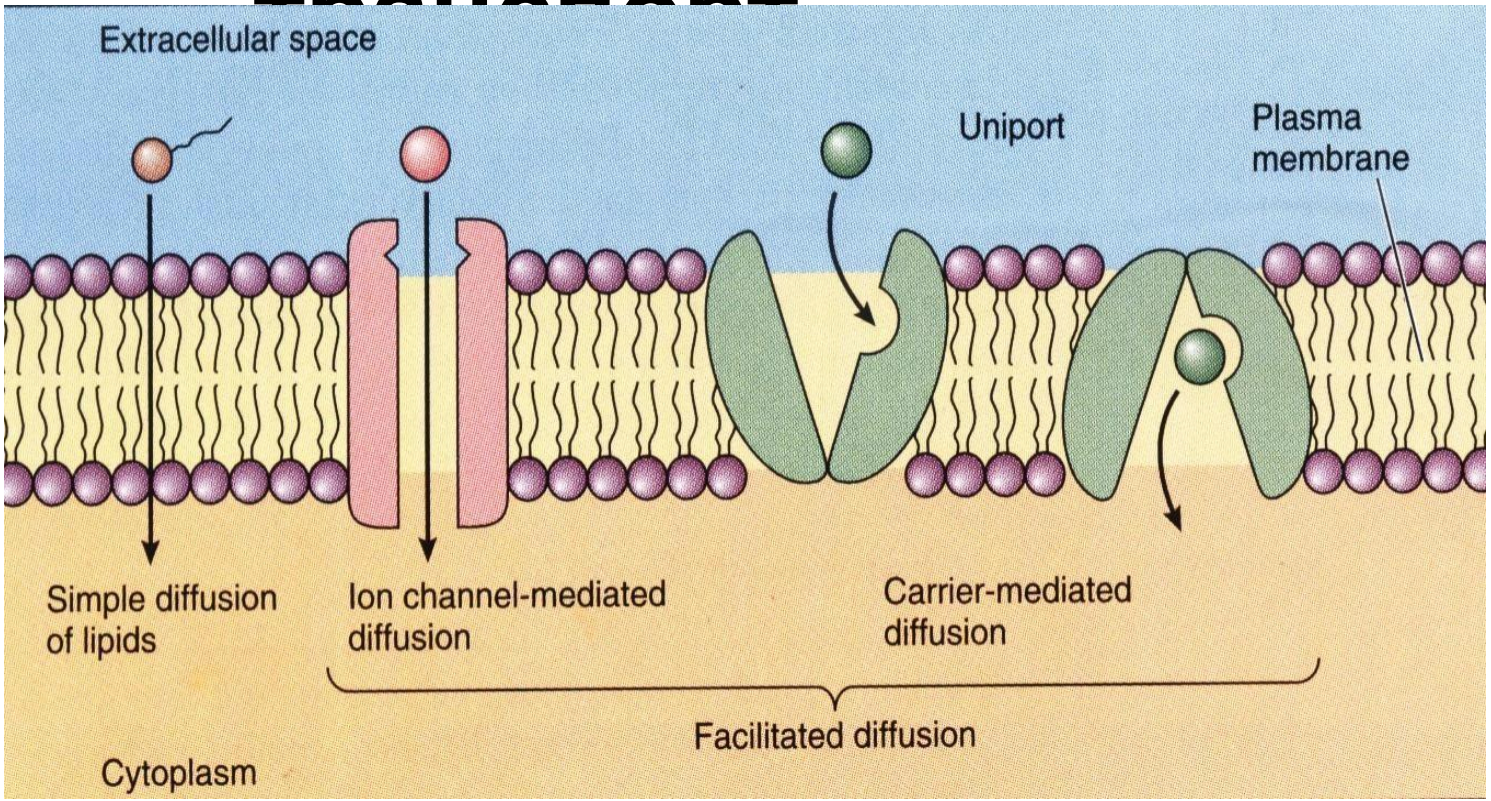
простая диффузия – без посредство других агентов

- **низкомолекулярные гидрофобные соединения (жирные кислоты, мочевина)**
- **небольшие нейтральные молекулы (вода, углекислый газ, кислород)**

облегченная диффузия – при участии специальных интегральных белков – транслоказ:

- **ионные каналы**
- **белки-переносчики**

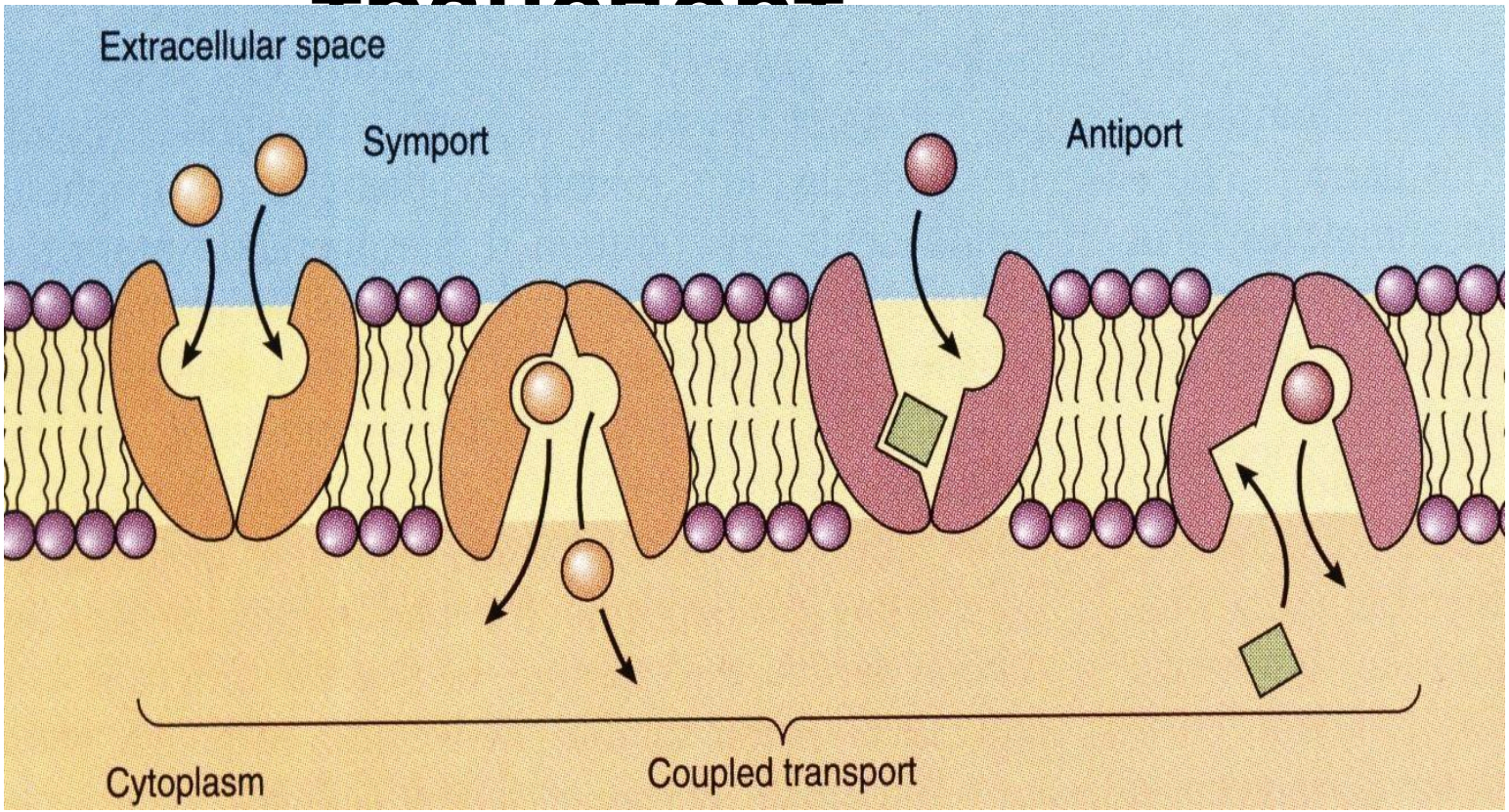
Пассивный транспорт



Активный транспорт

- требует затраты энергии
- идет против градиента концентраций
- происходит только при участии белков-переносчиков
- унипорт – перенос одного вещества
- симпорт – перенос двух веществ в одном направлении
- антипорт – перенос двух веществ в противоположных направлениях

Активный транспорт



Транспорт частиц и крупных молекул

- по активности участии цитолеммы

выделяют:

по направлению транспорта:

- эндоцитоз – перенос веществ в клетку
- экзоцитоз – перенос веществ из клетки

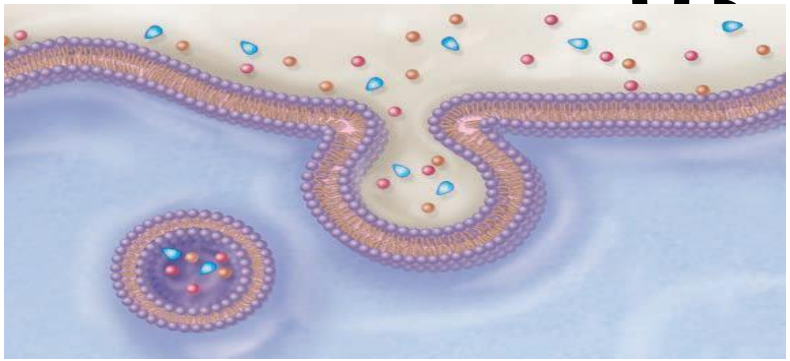
по характеру переносимых веществ:

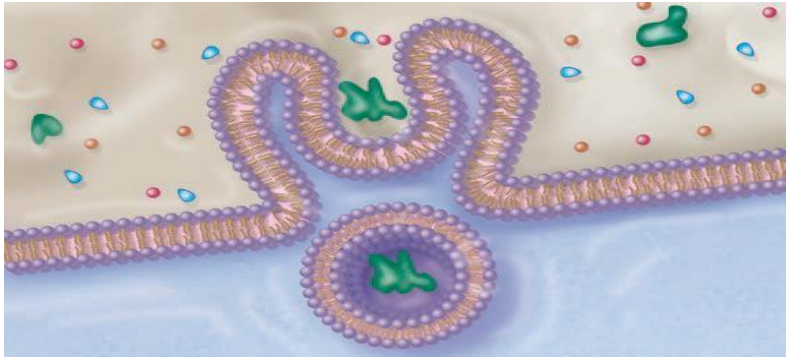
- пиноцитоз – перенос жидкости и растворенных в ней веществ
- фагоцитоз – перенос твердых частиц

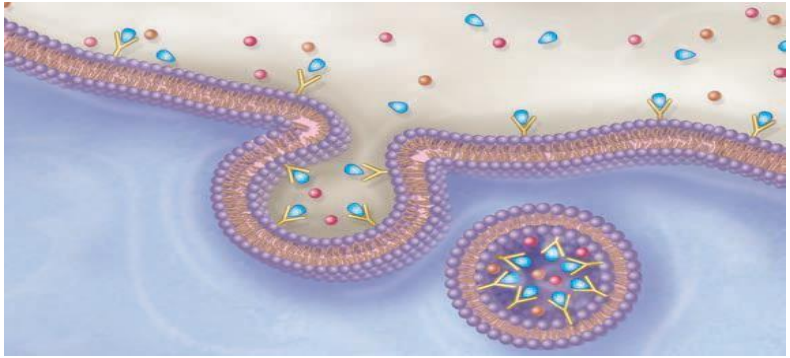
по специфичности транспорта:

- неселективный
- селективный = опосредованный рецепторами

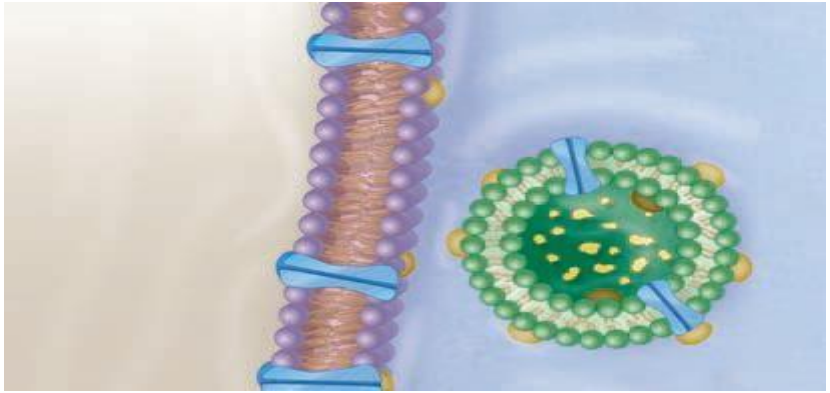
Эндоцитоз

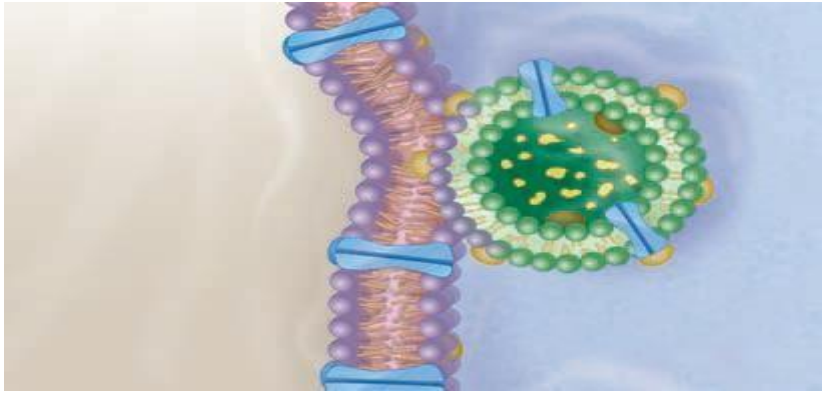


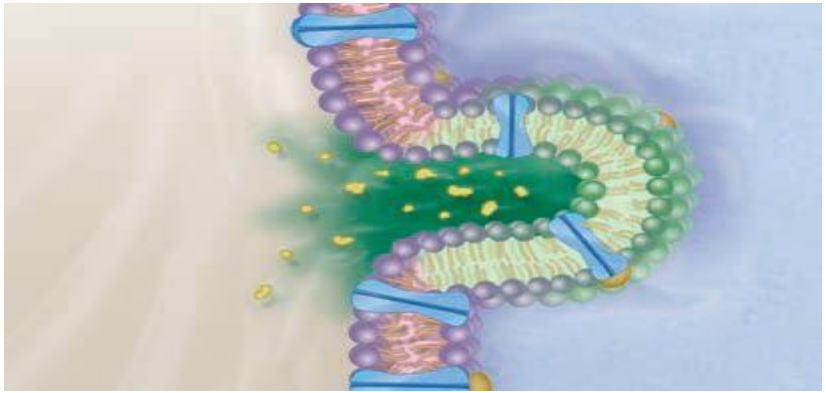


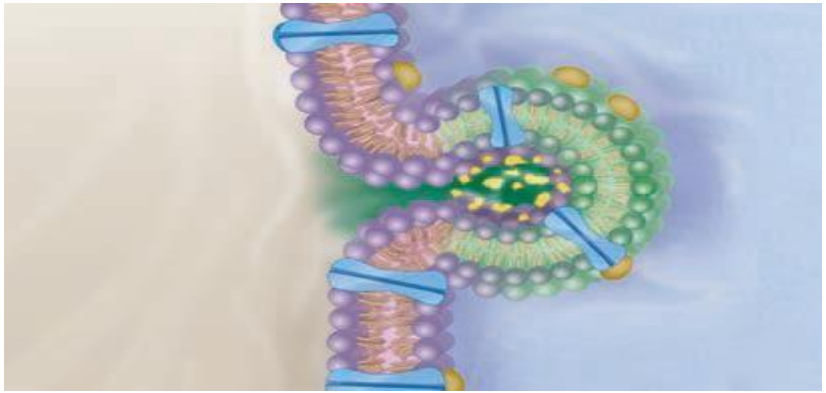


Экзоцит









Функции клеточной мембраны

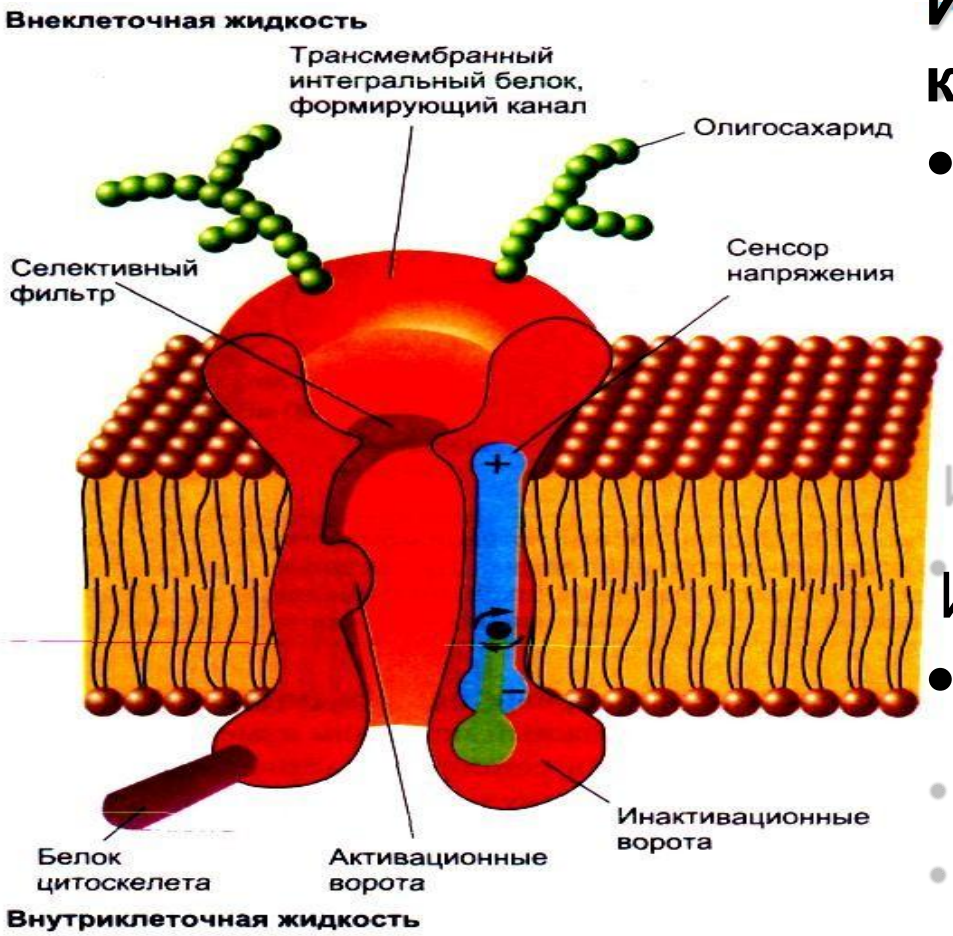
- барьерная
- транспортная
- механическая
- энергетическая
- рецепторная
- ферментативная
- генерация и проведение биопотенциалов
- маркировка клетки

Типы ионных каналов

1. **Потенциалчувствительные**
   - изменяют проницаемость в ответ на изменение электрического поля

2. **Хемочувствительные** (рецепторуправляемые, лигандзависимые)
   - изменяют проницаемость в ответ на образование лиганд-рецепторного комплекса

Модель ионоселективного



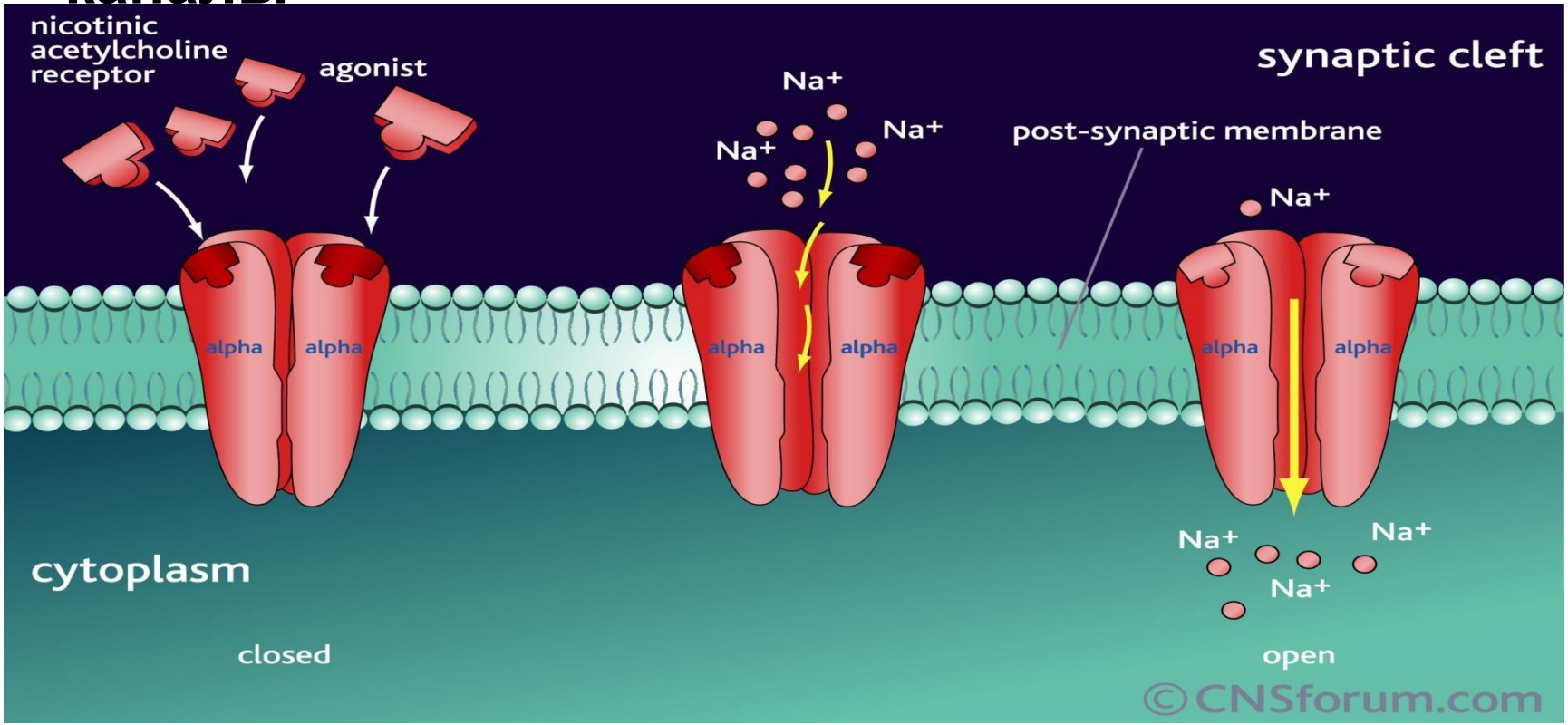
Ионоселективные каналы

- транспортные системы
  - натриевые, калиевые, кальциевые, каналы для хлора и т. д.

Ионный канал состоит из

- **сенсора** (индикатора) напряжения ионов в самой мембране и
- **селективного фильтра.**
- **воротного механизма,**

Хемочувствительные (хемо/лигандуправляемые) каналы

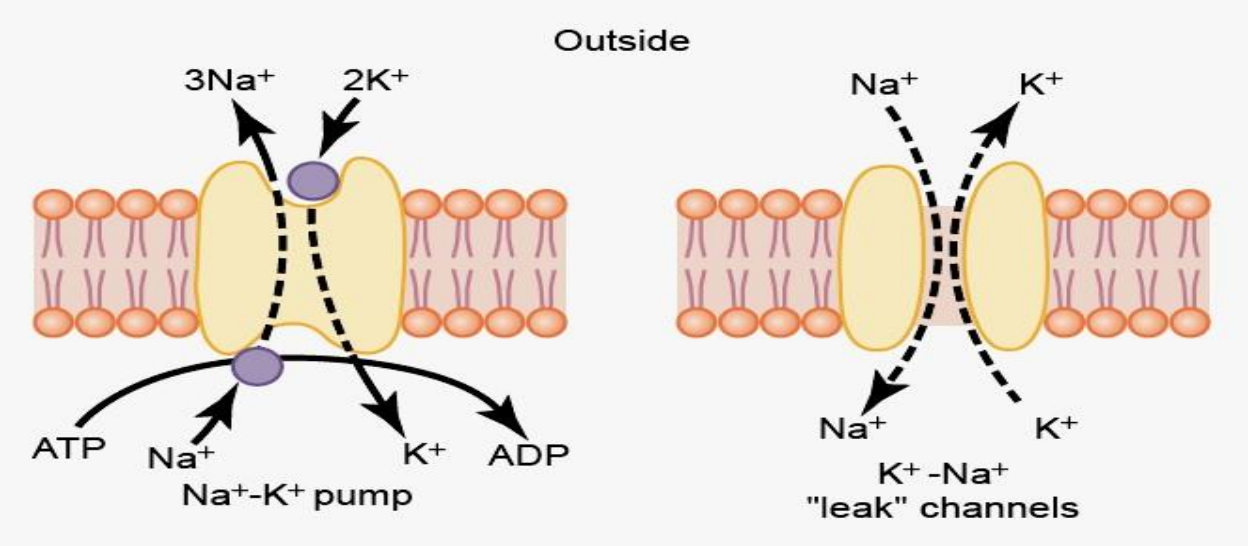


Ионные насосы (Na/K – АТФ-аза)

1) поддерживают неравновесное распределение Na^+ и K^+

- расщепление 1 АТФ - перенос 3 Na^+ (из клетки) и 2 K^+(в клетку) - *электрогенность транспорта,* т. е.
  - цитоплазма клетки заряжена отрицательно по внеклеточному
  - поддерживание ко

2) движе



Основные физиологические свойства тканей. Понятие о возбудимых тканях

Возбудимость – это способность возбудимых тканей на действие раздражителя отвечать возбуждением, которое проявляется в виде биоэлектрического процесса и специфической ответной реакции. Мерой возбудимости служат два основных показателя – латентный период и порог возбуждения.

Латентный период - это отрезок времени, измеряемый от начала действия раздражителя до появление первых признаков возбуждения. Чем меньше латентный период, тем больше возбудимость.

Порог возбуждения – это минимальная сила раздражителя достаточная для того, чтобы вызвать в возбудимых тканях процесс возбуждения. Чем меньше порог возбуждения, тем выше возбудимость, т.е. порог возбуждения и возбудимость находятся в

Изменение возбудимости при возбуждении

Возбудимость в возбудимых тканях меняется в ходе цикла возбуждения в соответствии с определенной закономерностью (см. рис. 1)

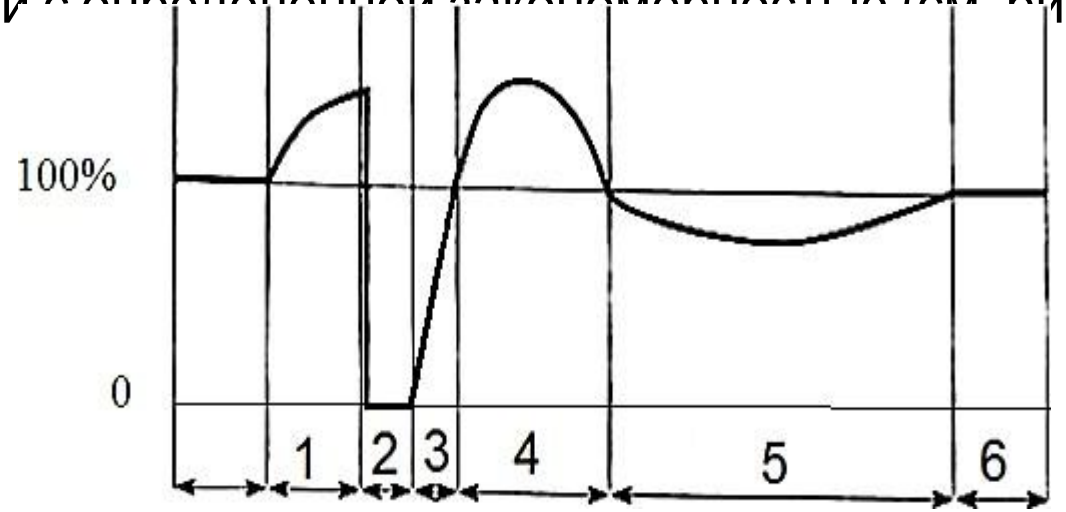


Рис.1 Кривая изменения возбудимости в ходе одного цикла возбуждения.

Обозначения: 1. Период латентного дополнения; 2 – фаза абсолютной рефрактерности (абсолютной невозбудимости); 3 – фаза относительной рефрактерности; 4 – супернормальный период; 5 субнормальный период.

Изменение возбудимости при возбуждении

-В течение периода **латентного дополнения** уровень возбудимости в возбудимых тканях повышается, что отражается в снижении порогов возбуждения на этом этапе изменения возбудимости.

-В течение **фазы абсолютной рефрактерности** возбудимость уменьшается до 0. Это означает что на этом отрезке времени возбудимая ткань не может отвечать дополнительным возбуждением, при действии любых по силе раздражителей.

-В течение **фазы относительной рефрактерности** возбудимость начинает постепенно повышаться, однако достигает начального уровня лишь на заключительном этапе развития возбуждения. В течение данного отрезка времени в возбудимой ткани можно дополнительно вызвать возбуждение. Однако, для этого необходимо использовать раздражители, превышающие по силе порог возбуждения.

- В **супернормальный период** возбудимость повышена, что отражается в уменьшении

порогов возбуждения на этом отрезке времени.

-Наконец, в течение **субнормального периода** возбудимость несколько снижается.

Проводимость как свойство возбудимых тканей

Проводимость возбудимых тканей – способность ткани к проведению (распространения) возбуждения. Весьма высокой проводимостью обладает нервная ткань, в меньшей – мышечная и железистая. Проводимость измеряется в метрах/секунду. Например, проводимость скелетной мышеч- ной ткани – от 3 до 5 метров в секунду; проводимость гладкомышечной ткани 0,02 – 0,1 м/сек., нервной ткани – от 0,5 до 120 м/сек., в зависимости от типа нервных волокон. Проводимость оценивают при помощи методов раздражения и регистрации электрофизиологических проявлений возбуж- дения.

Лабильность тканей, мера лабильности

Лабильность – термин, происходящий от латинского корня labilis – подвижный. **Лабильность** – это свойство, отражающее функциональную подвижность возбудимых тканей. Данное понятие предложено известным Российским ученым И.М. Сеченовым, развитым Н.Е. Введенским. По определению Н.Е. Введенского лабильность – это скорость протекания элементарных циклов возбуждения, которые способна воспроизвести возбудимая ткань в единицу времени в соответствии с частотой нанесенного раздражителя. Мерой лабильности является максимальное число раздражителя, которое способна воспроизвести возбудимая ткань в единицу времени в соответствии с частотой раздражителя. Если частота раздражителя превысит меру лабильности возбудимой ткани, в последней возникнет феномен торможения. Торможение в этом случае будет выполнять охранительно-восстановительную функцию (см. следующий слайд).

Зависимость амплитуды тетанического мышечного сокращения от частоты раздражителя

В ситуации, когда частоты раздражителя превышает меру лабильности мышцы, вместо ожидаемого повышения амплитуды сокращения отмечается его снижение. Этот феномен Н.Е. Введенский назвал пессимальным (вторичным) торможением.

Состояния возбудимых тканей: функциональный покой, деятельное состояние, утомление

Относительный физиологический покой – это минимальный уровень жизнедеятельности ткани в условиях отсутствия действия на нее раздражителей. Относительный физиологический покой характеризуется минимальными колебаниями физиологической активности. На организменном уровне этому понятию соответствует понятие **основного обмена**.

Деятельное состояние проявляется в различных соотношениях двух основных физиологических процессов – возбуждения и торможения.

Возбуждение – сложная совокупность физиологических биохимических и биофизических процессов, приводящих к активации клеток и тканей. Возбуждение проявляется в двух формах – местного, не распространяющегося и распространяющегося процессов.

Торможение – форма деятельного состояния, приводящая к ослаблению или прекращению текущего возбуждения. Торможение может выполнять две функции: охранительно- восстановительную и координационную. Выделяют первичное и вторичное торможение.

Утомление, как функциональное состояние

Утомление по внешним признакам напоминает торможение. Оно может проявляться в снижении амплитудных характеристик процессов, увеличении их временных параметров. Вместе с тем, сущность процесса утомления отличается от процесса торможения.

Утомление - это временное снижение рабостоспособности возбудимых клеток и тканей, возникающее в результате их длительной или интенсивной деятельности и связанной с истощением пластических и энергетических ресурсов, накоплением в них различных метаболитов. Для устранения утомления требуется восстановительный период необходимый для удаления метаболитов и восстановления энергетических и пластических ресурсов клеток и тканей.

Для **устранения торможения** восстановительного процесса не требуется, поскольку при торможении ресурсы возбудимых клеток сохраняются.

Литература, рекомендуемая для изучения данного раздела

- Физиология человека: учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько, 2015.- 656 с.
- Физиология: учебник для студентов лечебного и педиатрического факультетов / Под редакцией В.М. Смирнова, Д.С. Свешникова, А. Е. Умрюхина- 6 изд., испр. и доп.- Москва: МИА, 2019.-520 с.
- Избранные лекции по нормальной физиологии=Selected lectures on Normal Physiology: учебное пособие на русском и английском языках / М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. -
544 с.
- https://studopedia.ru/