

ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ ИОННЫХ КАНАЛОВ

Подготовили:

Бойцова Анна

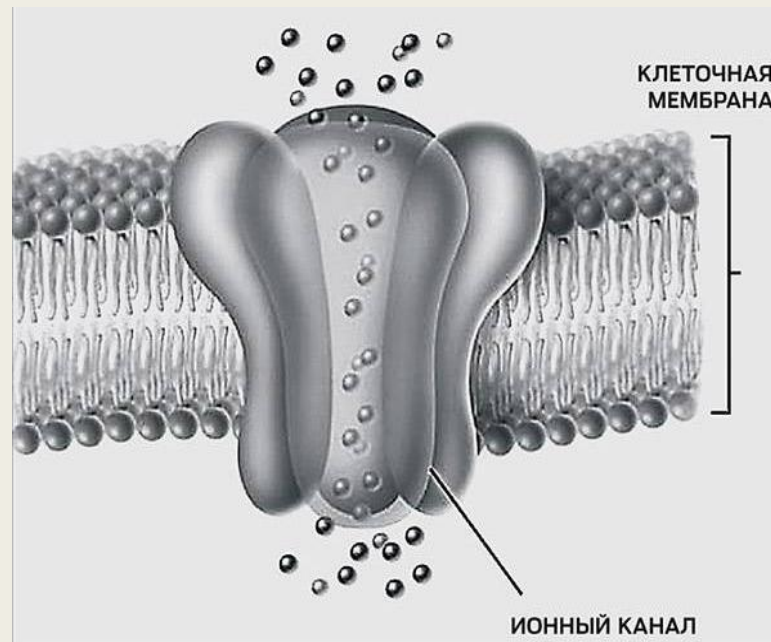
Бритвина Любовь

214 группа

СПБГПМУ

Ионные каналы

- Ионные каналы (ИК) - особые образования в мембране клетки, представляющие собой олигомерные (состоящие из нескольких субъединиц) белки, поддерживающие разность потенциалов, которая существует между внешней и внутренней сторонами клеточной мембраны всех живых клеток.



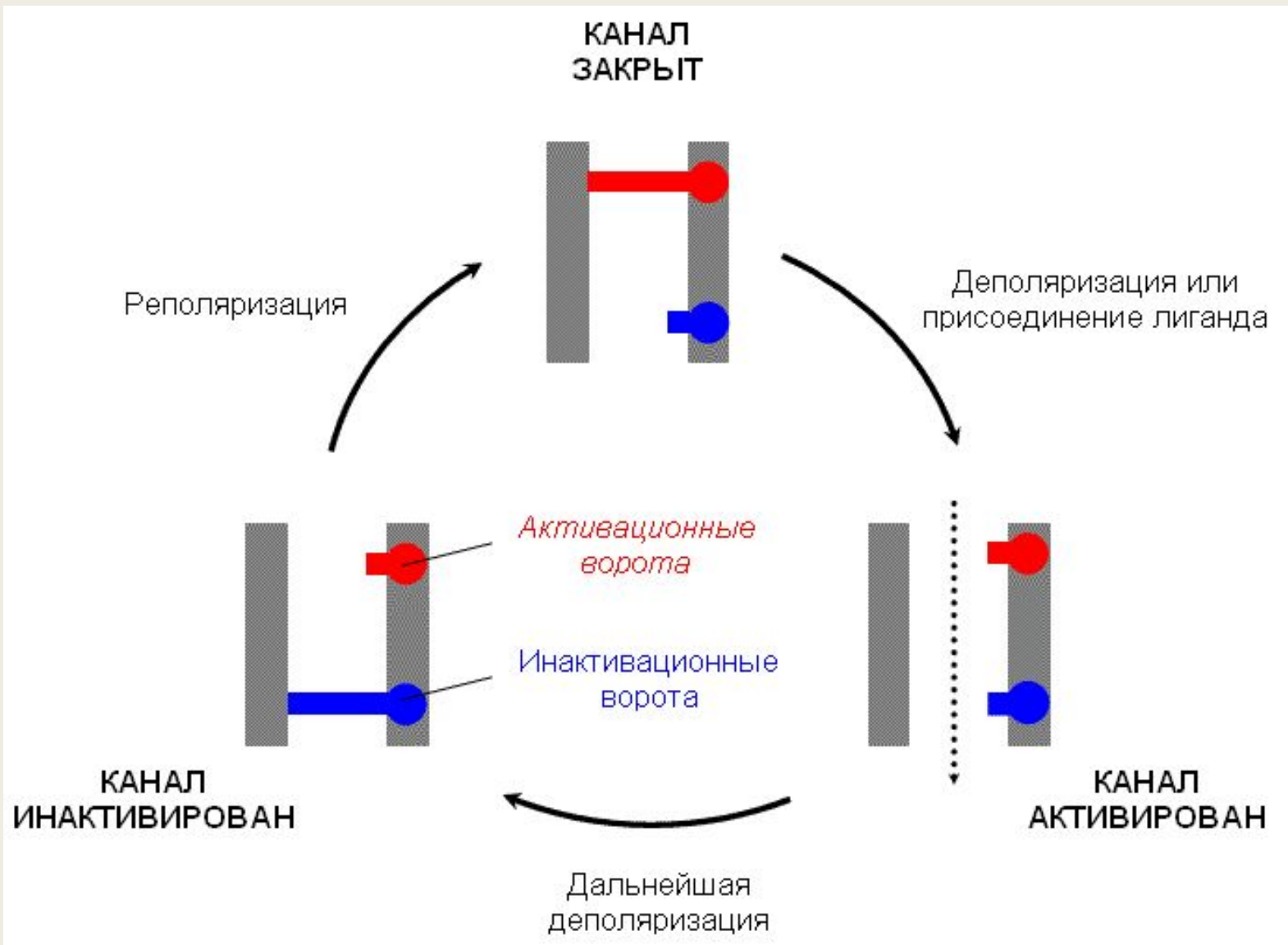
Ионные каналы

- Ионные каналы образованы *белками*, они весьма разнообразны по устройству и механизму их действия.
- Известно более 50 видов каналов, каждая нервная клетка имеет более 5 видов каналов.
- Состояние активации управляемого ионного канала обычно длится около 1мс, иногда до 3 мс и значительно больше, при этом через один канал может пройти 12-20 млн ионов.

Классификация каналов

1. По возможности управления их функцией различают :

- Управляемые. Имеют *ворота* с механизмами их управления, поэтому ионы через них могут проходить только при открытых воротах.
- Неуправляемые (каналы утечки ионов). Через неуправляемые каналы *ионы перемещаются постоянно*, но медленно, естественно, при наличии электрохимического градиента, как и в случае быстрого перемещения ионов по управляемым каналам.



2. По скорости движения ионов каналы могут быть быстрыми и медленными:

- Например, потенциал действия в скелетной мышце возникает вследствие активации быстрых Na- и K-каналов. В развитии потенциала действия сердечной мышцы наряду с быстрыми каналами для Na⁺ и K⁺ важную роль играют медленные каналы – кальциевые, калиевые и натриевые.

Ионные каналы:

- утечки (*медленные*)

- управляемые (*быстрые*):

= потенциалуправляемые

= лигандуправляемые

= механоуправляемые

3. В зависимости от стимула, активирующего или инактивирующего управляемые ионные каналы, различают несколько их видов:

■ А) Потенциалчувствительные

Ворота потенциалзависимых каналов открываются и закрываются при изменении величины мембранного потенциала. Поэтому в конструкции их воротного механизма должны быть частицы, несущие электрический заряд.

■ Б) Хемочувствительные.

При взаимодействии медиатора(лиганда) с рецепторами, расположенными на поверхности клеточной мембраны ,может происходить открытие ворот хемочувствительных каналов, поэтому их называют также рецепторуправляемыми каналами.

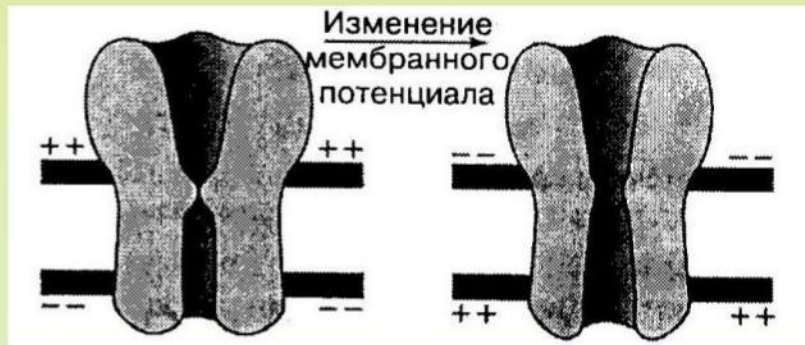
Лиганд- это биологически активное вещество или фармакологический препарат, активирующий или блокирующий рецептор.

Открытие хемочувствительных каналов происходит в результате конформационных изменений рецепторного комплекса.

- В) Механочувствительные. Активируются и инактивируются сдавливанием и растяжением.
- Г) Кальцийчувствительные, изучены недостаточно. Активируются кальцием, причем Ca^{2+} может активировать как собственные каналы, (например, Са-каналы саркоплазматического ретикулума(это один из примеров хемочувствительных каналов), так и каналы других ионов, например, каналы ионов K^{+} .
- Д) Каналы, чувствительные ко вторым посредникам. Расположены во внутриклеточных мембранах, они изучены недостаточно.

Мембраны возбудимых клеток(гладких и поперечнополосатых мышц, в том числе и сердечной мышцы) содержат потенциало-, хемо-, механо- и кальцийчувствительные каналы.

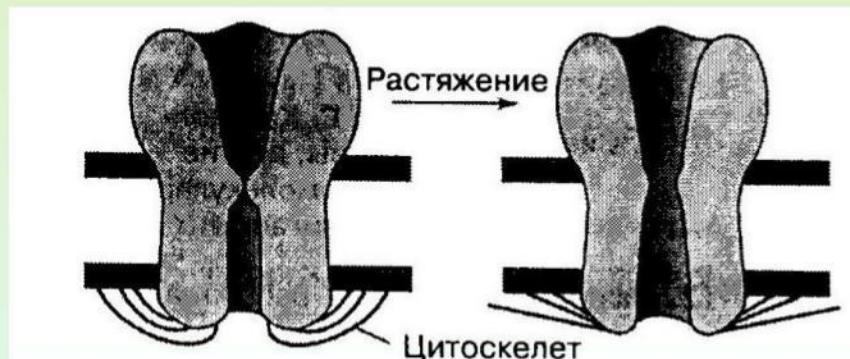
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ИОННЫХ КАНАЛОВ ПО МЕХАНИЗМУ УПРАВЛЕНИЯ



ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМЫЕ КАНАЛЫ



ХЕМОУПРАВЛЯЕМЫЕ КАНАЛЫ



МЕХАНОУПРАВЛЯЕМЫЕ КАНАЛЫ

4. В зависимости от селективности различают:

- Ионселективные каналы, пропускающие только 1 ион.

Имеются Na-, K-, Ca-, Cl- и Na/Ca- селективные каналы.

- Каналы, не обладающие селективностью

Каналы, пропускающие несколько ионов, например Na^+ , K^+ и Ca^{2+} в клетках миокарда, т.е. не обладающие селективностью.

Наиболее высокая степень селективности потенциалчувствительных (потенциалзависимых) каналов, несколько ниже она у хемочувствительных (рецепторзависимых) каналов.

Например, при действии ацетилхолина на N-холинорецептор постсинаптической мембраны в нервно-мышечном синапсе активируются ионные каналы. Через которые проходят одновременно ионы Na^+ , K^+ и Ca^{2+} .

Механочувствительные каналы являются вообще неселективными для одновалентных ионов и Ca^{2+}

5. Один и тот же ион может иметь несколько видов каналов.

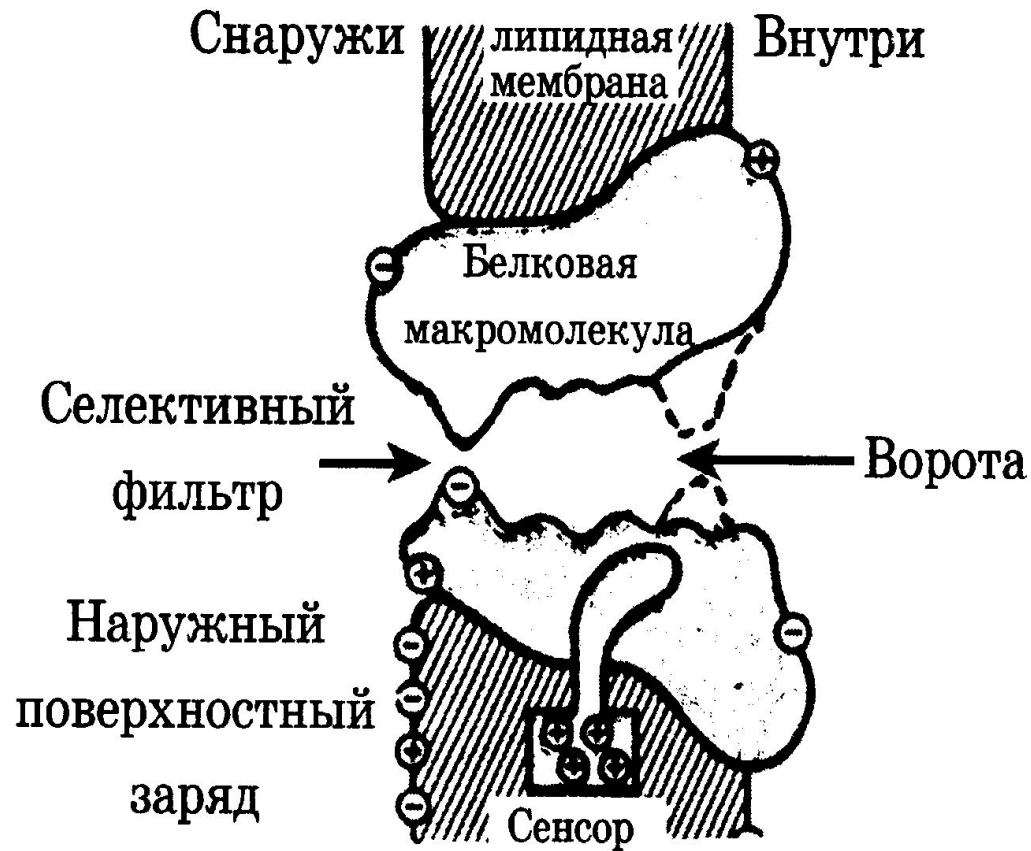
Наиболее важными из них для формирования биопотенциалов являются следующие:

- **Каналы для K^+ :**
- А) неуправляемые каналы покоя (каналы утечки) через которые K^+ постоянно выходит из клетки, что является главным фактором в формировании мембранного потенциала (потенциала покоя).
- Б) потенциалочувствительные управляемые K^- каналы
- В) K^- каналы, активируемые Ca^{2+}
- Г) каналы, активируемые и другими ионами и веществами, например, ацетилхолином, что обеспечивает гиперполяризацию миоцитов сердца

■ Каналы для Na⁺

- управляемые быстрые и медленные и не управляемые (каналы утечки ионов).
- А) потенциалочувствительные быстрые Na-каналы- быстро активирующиеся при уменьшении мембранного потенциала, обеспечивают вход Na⁺ в клетку во время ее возбуждения
- Б) рецепторуправляемые Na-каналы, активируемые ацетилхолином в нервно-мышечном синапсе, глутаматом - в синапсах нейронов ЦНС
- В) медленные неуправляемые Na-каналы- каналы утечки ,через которые Na⁺ постоянно диффундирует в клетку и переносит с собой другие молекулы, например глюкозу, аминокислоты, молекулы-переносчики. Таким образом, Na-каналы утечки обеспечивают вторичный транспорт веществ и участие Na⁺ в формировании мембранного потенциала.

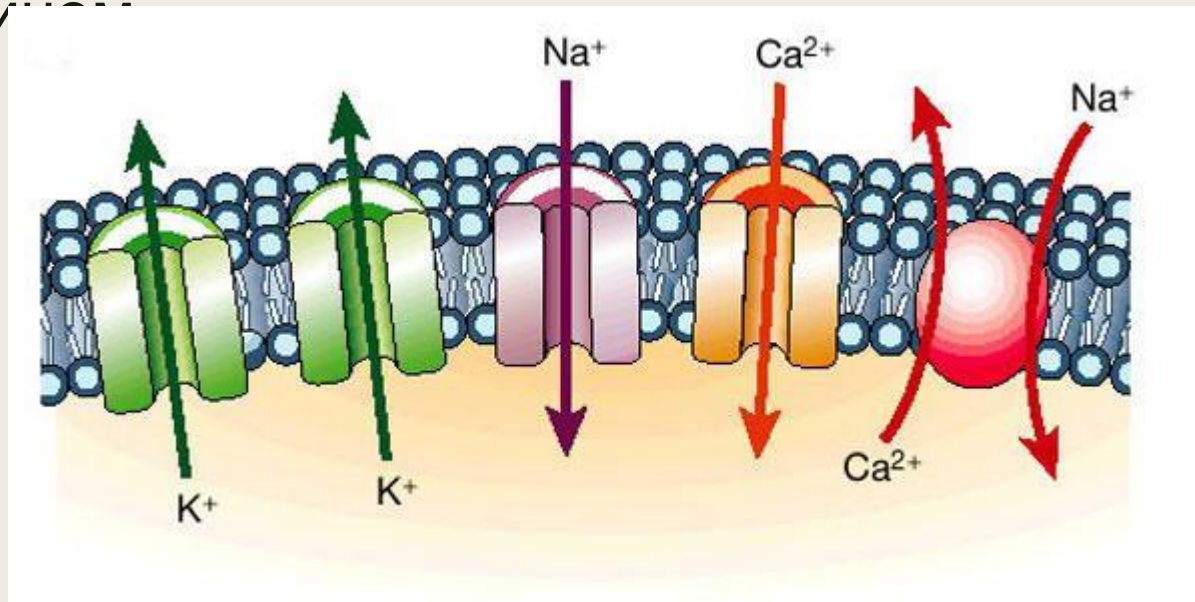
Схема строения натриевого ионного канала мембраны в разрезе:



- Каналы для Ca^{2+} весьма разнообразны и наиболее сложные:
- А) медленные кальциевые потенциалчувствительные каналы(L-типа), медленно активирующиеся при деполяризации клеточной мембраны, обуславливают медленный вход Ca^{2+} в клетку и медленный кальциевый потенциал, например, у кардиомиоцитов. Имеются в исчерченных и гладких мышцах, в нейронах ЦНС.
- Б) быстрые кальциевые потенциалчувствительные каналы саркоплазматического ретикулума обеспечивают выход Ca^{2+} в гиалоплазму и электромеханическое сопряжение.

■ Каналы для хлора

- имеются в скелетных и сердечных миоцитах, эритроцитах, в небольшом количестве в нейронах и сконцентрированы в синапсах.
- Потенциалуправляемые Cl-каналы имеются в кардиомиоцитах,
- Рецепторуправляемые - в синапсах ЦНС и активируются тормозными медиаторами ГАМК и глицином.



Структура ионных каналов и их функционирование.

- Каналы имеют *устье* и *селективный фильтр*, а управляемые каналы- и *воротный механизм*.
- Каналы заполнены жидкостью, их размеры 0,3-0,8 нм.
- ***Селективность ионных каналов определяется их размером и наличием в канале заряженных частиц.*** Эти частицы имеют заряд, противоположный заряду иона, который они притягивают, что обеспечивает проход иона через канал (одноименные заряды отталкиваются). Через ионные каналы могут проходить и незаряженные частицы. Ионы, проходя через канал, должны избавиться от гидратной оболочки, иначе их размеры будут больше размеров канала (диаметр иона Na^+ например, с гидратной оболочкой- 0,3 нм, а без нее - 0,19 нм). Слишком мелкий ион, проходя через селективный фильтр, не может отдать гидратную оболочку, поэтому он не может пройти через канал.

Взаимодействие различных видов управляемых каналов.

- У каналов одного и того же вида возможно **взаимовлияние** друг на друга. Так, открытие одних электроуправляемых каналов способствует активации рядом расположенных электрочувствительных каналов, в то время как открытие одного хемо- или механочувствительного канала и прохождение через него ионов практически не влияют на состояние соседних таких же каналов. Частичная деполяризация клеточной мембраны за счет активации механочувствительных каналов может привести к активации потенциалчувствительных каналов Na^+ , K^+ и Ca^{2+} .

Ионные каналы блокируются специфическими веществами и фармакологическими препаратами, что широко используется с лечебной целью.

- Специфическим блокатором *механочувствительных* каналов является **Gadolinium**. Блокаторами различных потенциалчувствительных каналов являются разные препараты или химические вещества.

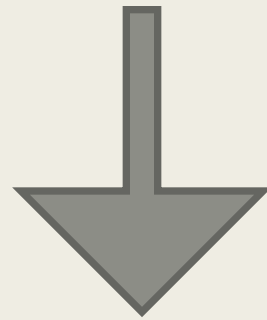
- Например, блокатор *хемочувствительного* (рецепторчувствительного) канала эффекторных клеток, активируемого ацетилхолином, является атропин.

- *Потенциалзависимые* Na-каналы блокируются тетродотоксином (действует только снаружи клетки).

- *Кальциевые* –двухвалентными ионами, например никеля, марганца и т.д.

Число ионных каналов на клеточной мембране на 1 мкм в квадрате примерно 50 Na⁺-каналов. В среднем они располагаются на расстоянии 140 нм друг от друга.

Таким образом, успешное изучение ионных каналов дает возможность глубже понять механизм действия фармакологических препаратов, а значит, более успешно применять их в клинической практике.



Например :

Новокаин, как местный анестетик снимает болевые ощущения, потому что он, блокируя Na-каналы, прекращает проведение возбуждения по нервным волокнам.