

Кафедра нормальной физиологии

**Предмет и задачи
физиологии. Основные
понятия физиологии**

**Профессор кафедры, д.м.н.
Долецкий Алексей Николаевич**

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Предмет физиологии.**
- 2. Основные понятия.**
- 3. Принципы регуляции.**
- 4. Биологическая мембрана. Её строение и функции.**
- 5. Транспорт веществ через мембрану.**
- 6. Электрические процессы в возбудимых тканях.**

УРОВНИ ФИЗИОЛОГИИ



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Физиология - наука, изучающая жизнедеятельность организма и его частей (систем, органов, тканей, клеток) и выявляющая причины, механизмы и закономерности жизнедеятельности организма и его взаимодействия с окружающей средой.

Энциклопедический справочник медицинских терминов»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Физиология - наука, способная объяснить человеку, чем занимаются его внутренние органы, пока он живёт

Г.Ратнер


ЗАДАЧИ ФИЗИОЛОГИИ

**Определение
физиологического
смысла функций
или процессов и
выяснение
механизмов их
регуляции**

- Что происходит?
- С помощью каких механизмов?
- С какой целью?

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ НОРМА

среднестатистический показатель параметров и характеристик жизнедеятельности здоровых людей, а также интервалы, в пределах которых они изменяются в соответствии с гомеостазом.



ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

Гомеостазис – относительное постоянство параметров внутренней среды организма, обеспечивающих функционирование в условиях полного здоровья

температура, рН, биохимия и др.

Гомеокинезис – колебание параметров внутренней среды организма в условиях полного здоровья

САД — 100-140 мм рт.ст., эр. – $3-5 \times 10^9$ и т.д.

Гомеостенозис – сужение диапазона колебаний параметров внутренней среды организма в патологии и при старении – снижение адаптационных возможностей

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

- 1. Изоляция.**
- 2. Память.**
- 3. Способность к опережающему отражению.**
- 4. Раздражимость (триггерная, специфическая).**
- 5. Дублирование функций**
- 6. Регенерация и ресинтез элементов**
- 7. Адаптация (гипертрофия, гиперплазия, гиперметаболизм).**

РАЗДРАЖИМОСТЬ

Раздражимость – способность **воспринимать** действие раздражителя и **отвечать** на него изменением метаболизма, структуры и функций.



РАЗДРАЖИМОСТЬ

Является универсальным свойством всего живого и основой приспособительных реакций живого организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды.



ВИДЫ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ

по природе:

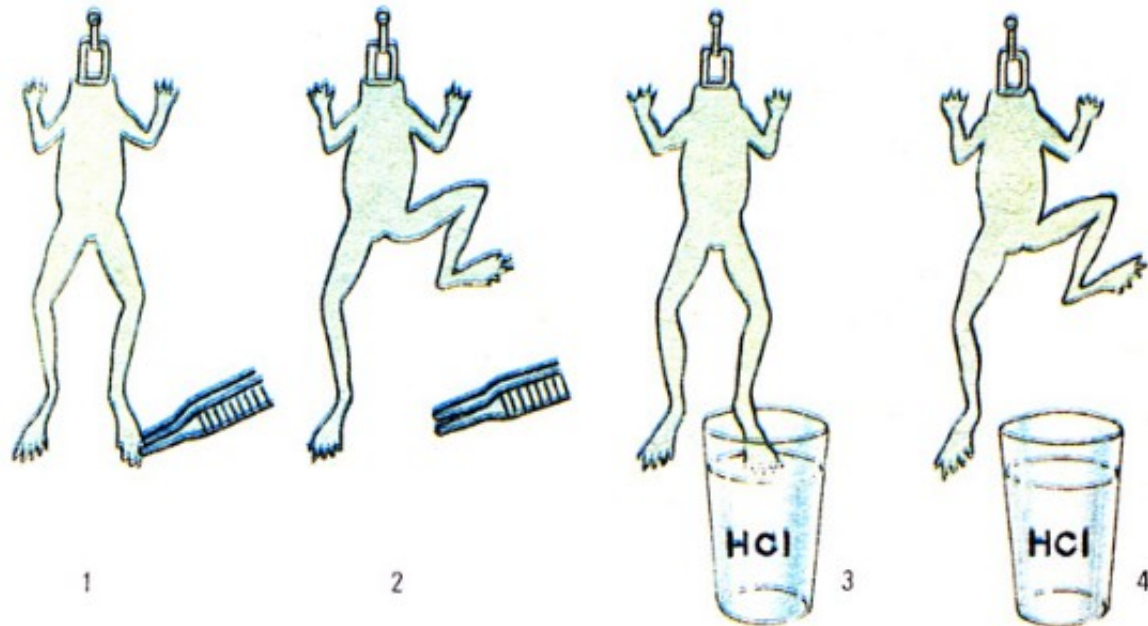
- химические (растворы кислот, щелочей),
- механические (удар, сжатие, укол),
- температурные (нагревание, охлаждение);
- электрические.

по силе:

- допороговые,
- пороговые,
- надпороговые.

ВОЗБУДИМОСТЬ

- новое свойство тканей, в которое эволюционировала раздражимость.
- 3 ткани обладают возбудимостью: нервная > мышечная > железистая.



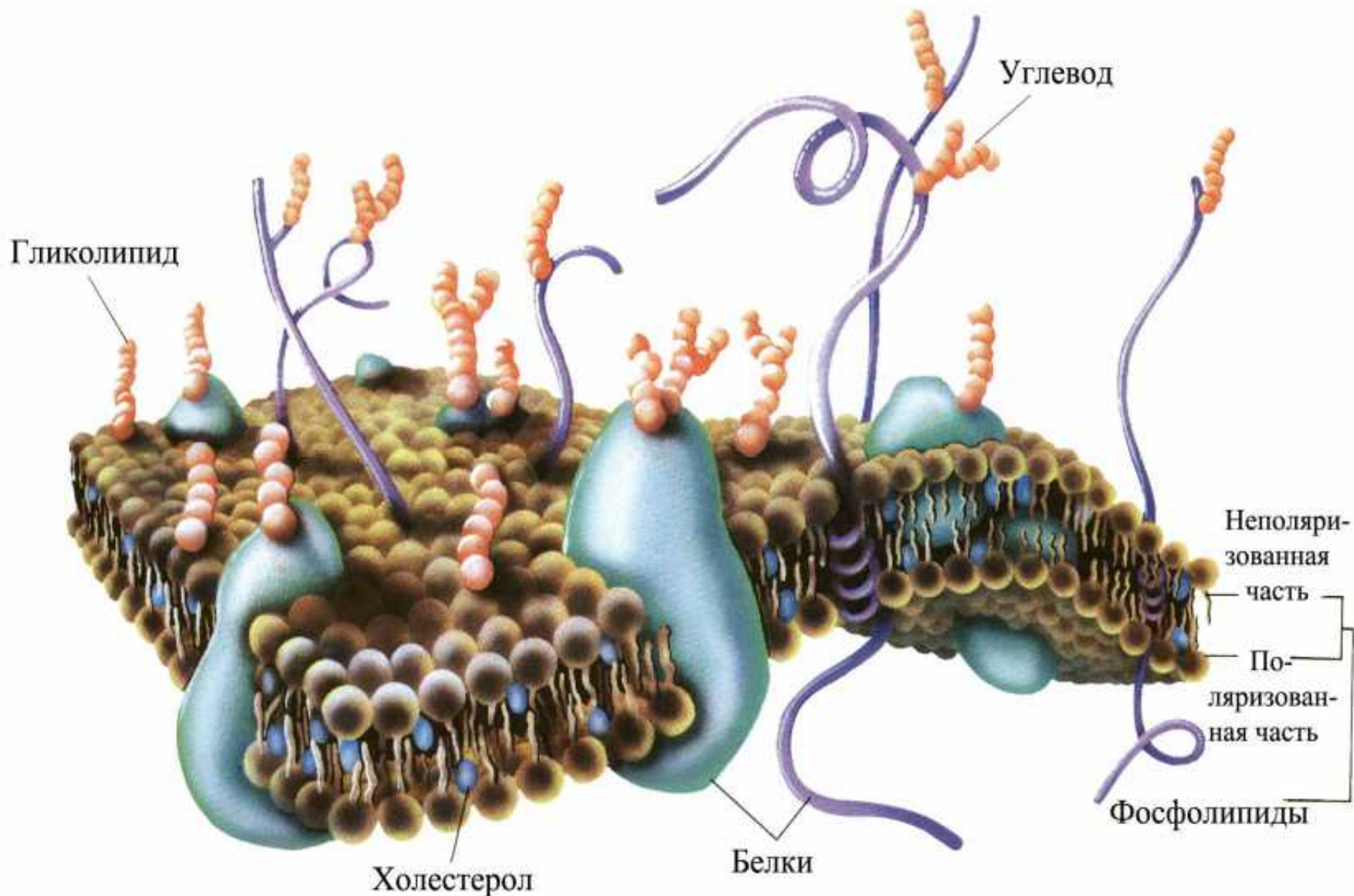
ВОЗБУДИМОСТЬ

Способность отвечать на действие раздражителя возбуждением (генерацией ПД).



МЕМБРАНЫ КЛЕТОК

Эластичные структуры толщиной 7-10 нм



ФУНКЦИИ МЕМБРАН

- СТРУКТУРНАЯ.
- ЗАЩИТНАЯ.
- ФЕРМЕНТАТИВНАЯ.
- СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ИЛИ АДГЕЗИВНАЯ (в многоклеточных организмах).
- РЕЦЕПТОРНАЯ.
- АНТИГЕННАЯ.
- ЭЛЕКТРОГЕННАЯ.
- ТРАНСПОРТНАЯ.

ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

Пассивный транспорт **не требует затрат энергии.**

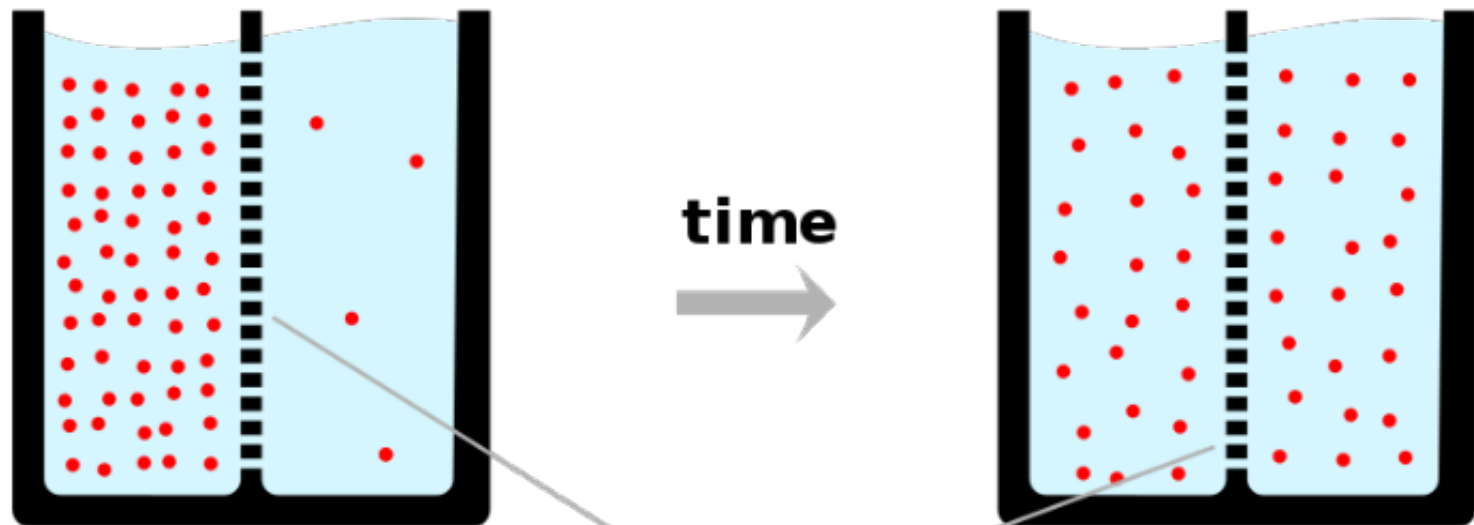
Диффузионно перемещается большинство **лекарственных веществ.**



ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

1. диффузия (перемещение частиц по градиенту концентраций);

диффузия может быть простой (без переносчиков) и облегчённой (с участием переносчиков);



semipermeable membrane

ДИФФУЗИЯ

Необходимы поры, каналы - белки порины, перфорины, аквапорины, коннексины и др.

Порины в наружной мембране митохондрий, диффундируют вещества до 5 кД.

Аквапорины — семейство пор для воды.

Перфорины — образуют в клетках-мишенях трансмембранные каналы для воды и солей.

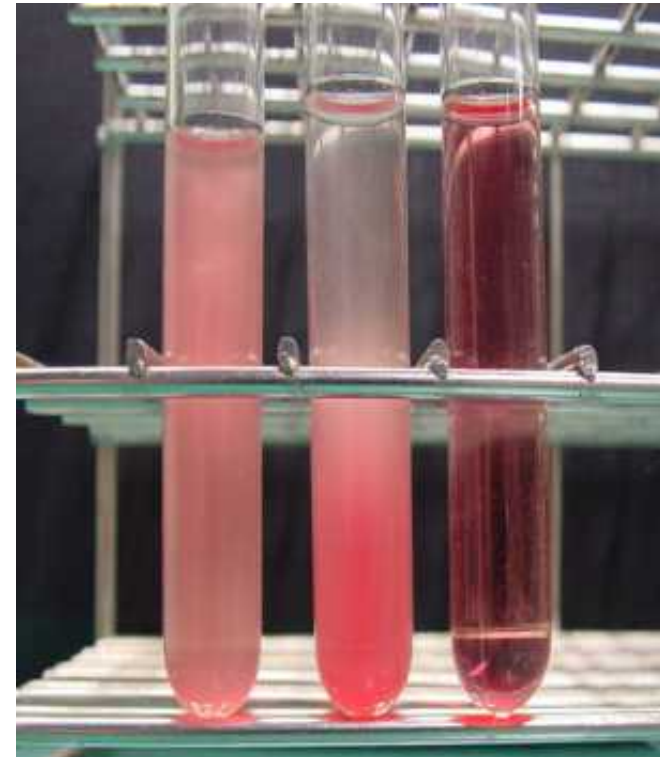
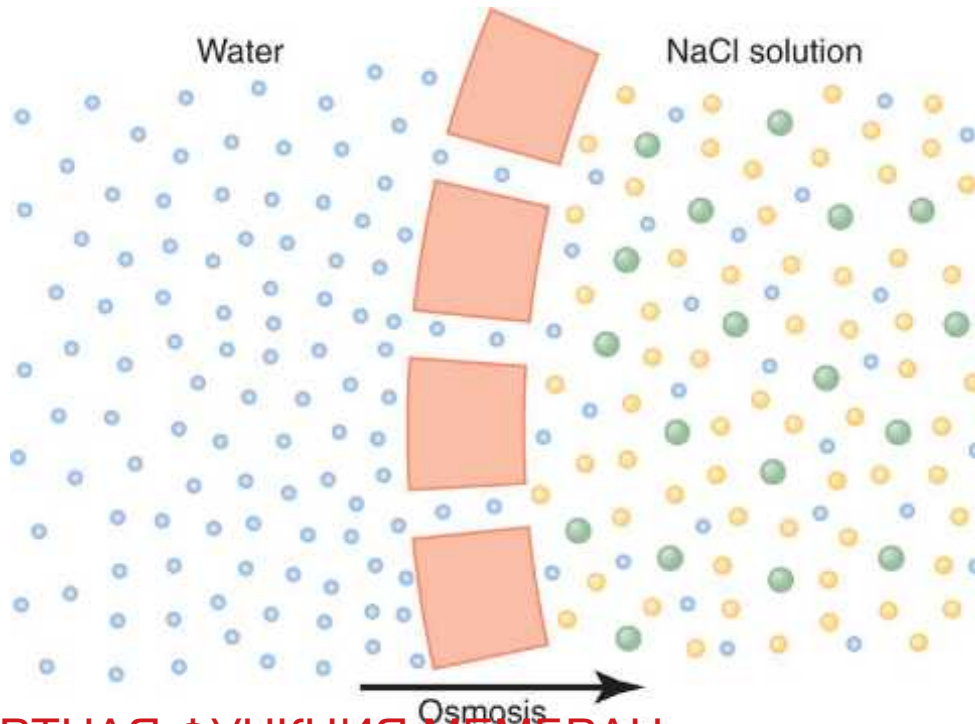
Ядерная пора содержит канал поры (80–150 нм) и комплекс ядерной поры. Кариоферины (импортин, экспортин).

Коннексон - Два коннексона соседних клеток образуют канал между клетками.

ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

2. фильтрация (проникновение воды через поры мембраны по градиенту гидростатического давления);

3. осмос (перемещение растворителя по градиенту осмотического давления).



АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

- осуществляется **против градиента концентрации;**
- осуществляется **с обязательной затратой энергии;**
- осуществляется **с участием переносчика, которым является мембранная АТФ-фаза.**

Активным транспортом перемещаются глюкоза, аминокислоты и некоторые ионы.

АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ - УНИПОРТ

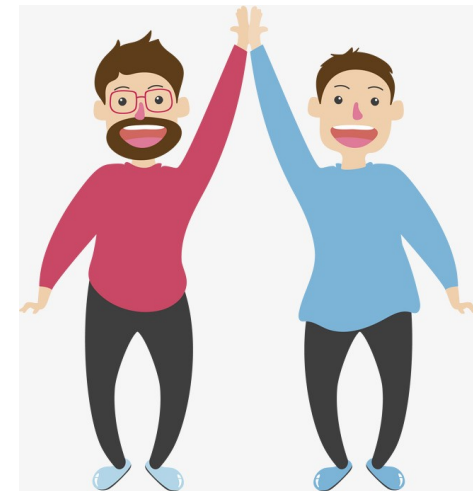
Переносчики глюкозы энтероцитов GLUT5 (всасывание глюкозы), GLUT2 - выход сахаров во внутреннюю среду организма. Точечная мутация гена GLUT2 (замена валина на изолейцин в позиции 197) — одна из причин развития сахарного диабета типа II.



АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ - СИМПОРТ

Мембранные гликопротеины, кодируемые генами SGLT - главный механизм почечной реабсорбции глюкозы и Na^+ в начальном отделе проксимальных извитых канальцев нефрона.

Мутации гена SGLT2 → потеря глюкозы (глюкозурия) в почках (до 60 г/сут).

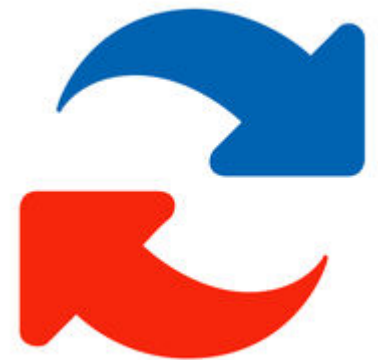


АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ - АНТИПОРТ

Респираторный обмен Cl^- на HCO_3^- (Er).

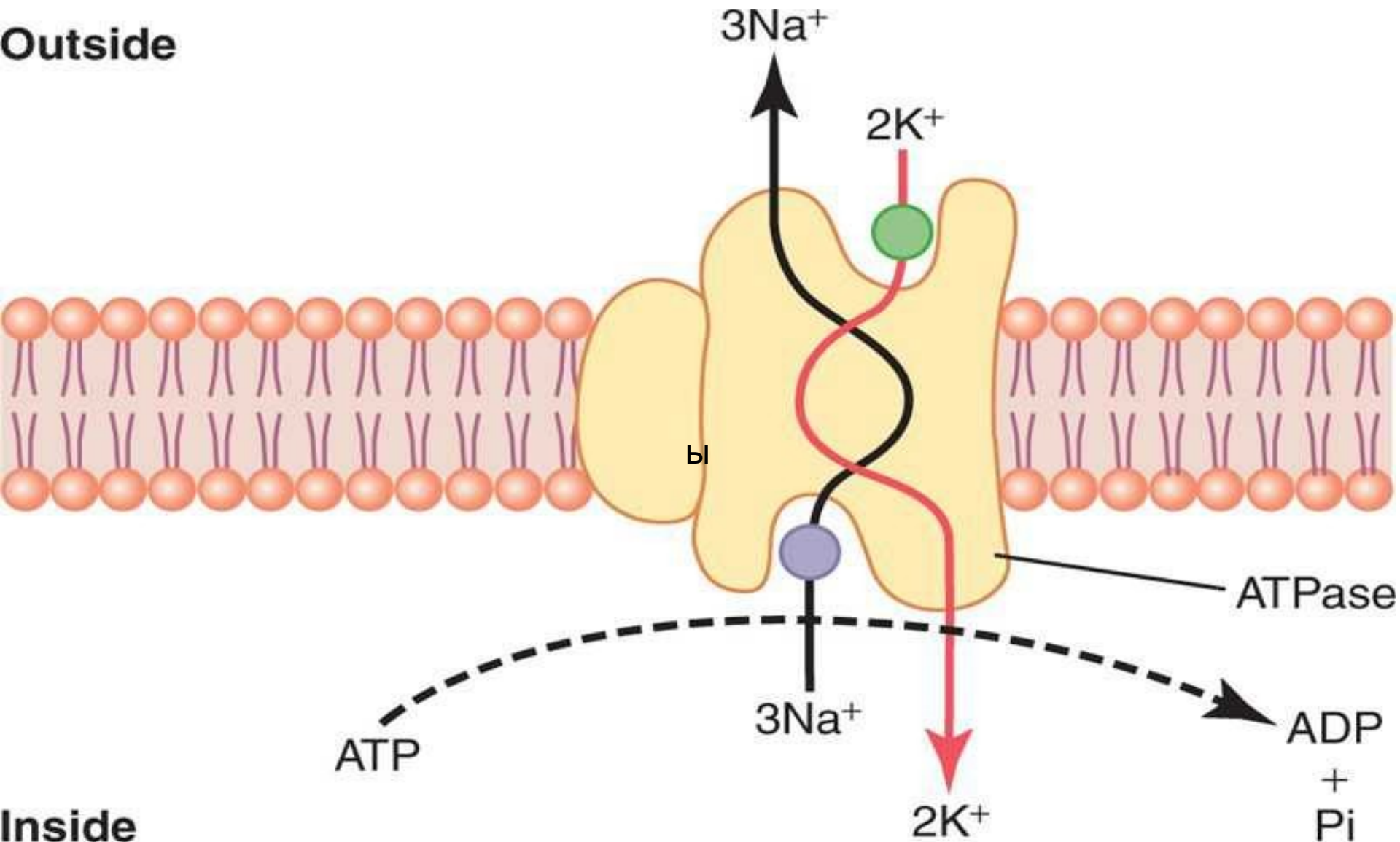
Обмен Na^+ на H^+ . Белки плазмолеммы NHE (от Na, H, Exchanger) - поддержание внутриклеточного pH, объёма клеток, секреции кислот (H^+) и абсорбции Na^+ (Гены SLC9A).

Обмен K^+ на H^+ . (H^+ , K^+ насос) - образование соляной кислоты.



ИНТЕГРАЛЬНЫЙ БЕЛОК - НА-К-НАСОС

Outside



Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

ТРАНСПОРТНАЯ ФУНКЦИЯ МЕМБРАН

МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ

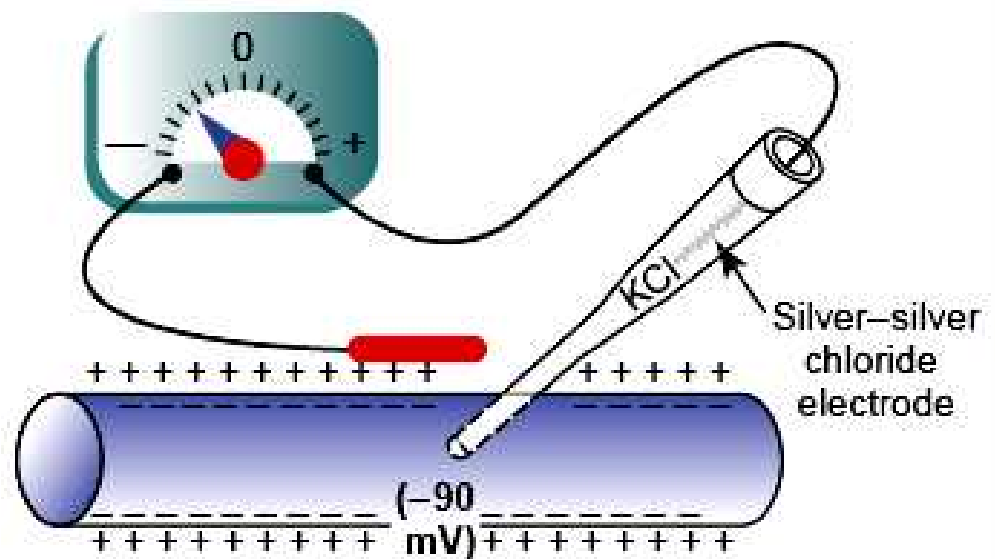
Разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны клетки, находящейся в состоянии покоя.

Регистрируется **внутриклеточно** по отношению к **внеклеточному электроду**.

Возникновение объясняет **мембранно-ионная теория** (Ю.Бернштейн; А.Ходжкин, А.Хаксли, Б.Катц).

ВЕЛИЧИНА МПП

- нервных клеток и кардиомиоцитов:
около -70 мВ
- скелетной мышцы: -90 мВ
- ГМК: около -55 мВ

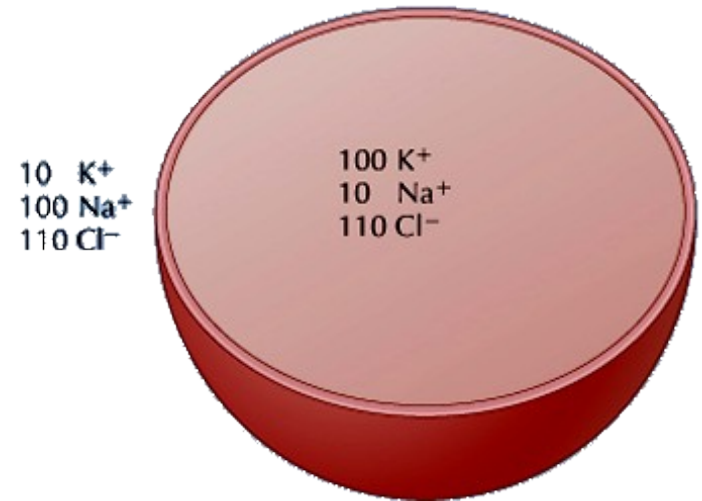


МЕХАНИЗМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МПП

1. **Различия концентраций** ионов снаружи и внутри клетки

$$[K^{+in}] > [K^{+out}],$$

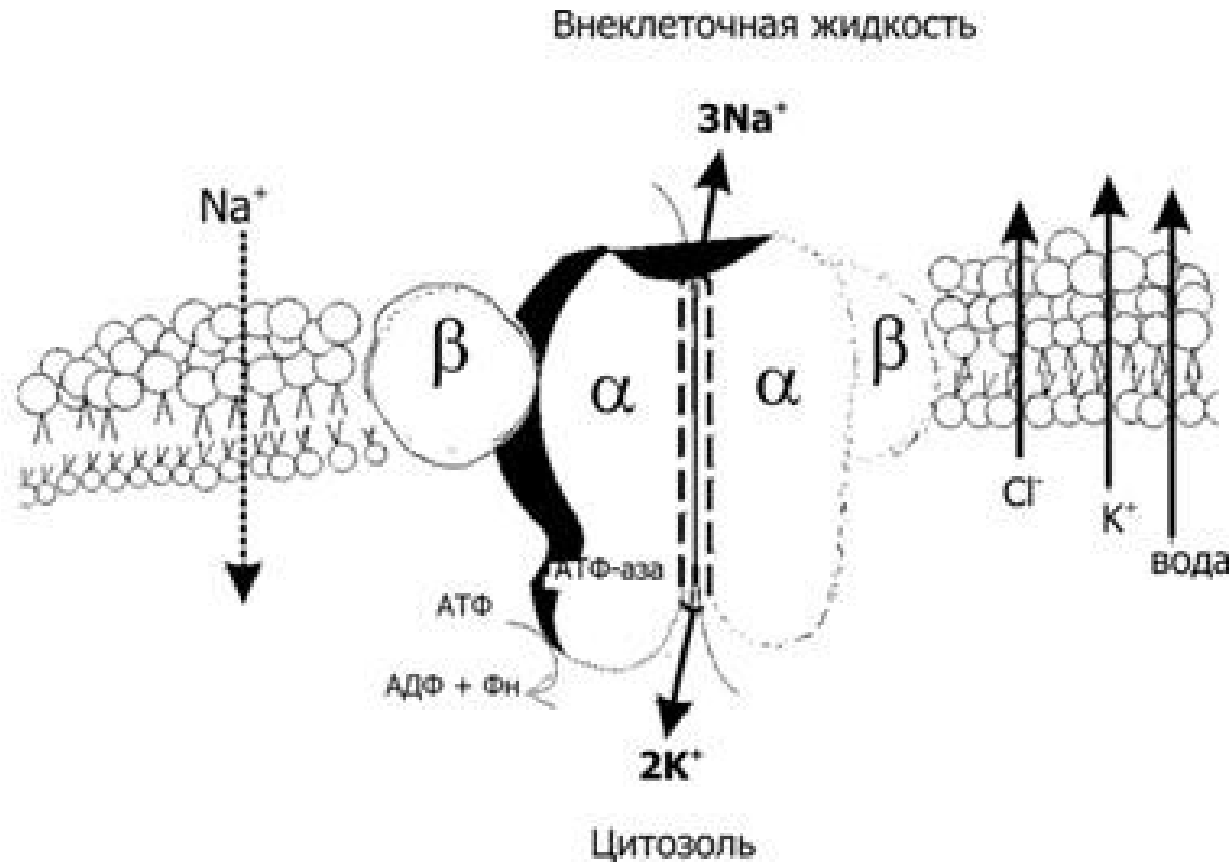
$$[Na^{+in}] < [Na^{+out}]$$



2. **Разная проницаемость** мембраны для ионов K, Na (преимущественно калиевый потенциал)

3. **Наличие белков-насосов** (перенос ионов против градиента концентрации)

ИОННАЯ АСИММЕТРИЯ



Сердечные гликозиды (уабаин, дигоксин) блокируют работу Na⁺,K⁺-насоса, мешая связыванию K⁺ на наружной поверхности мембраны

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ (ПД)

Разность потенциалов между возбужденным и невозбужденным участками мембраны, которая возникает в результате быстрой деполяризации мембраны с последующей ее перезарядкой.

Амплитуда ПД около 120 – 130 мкВ

Длительность (в среднем) - 3 – 5 мс.

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ (ПД)

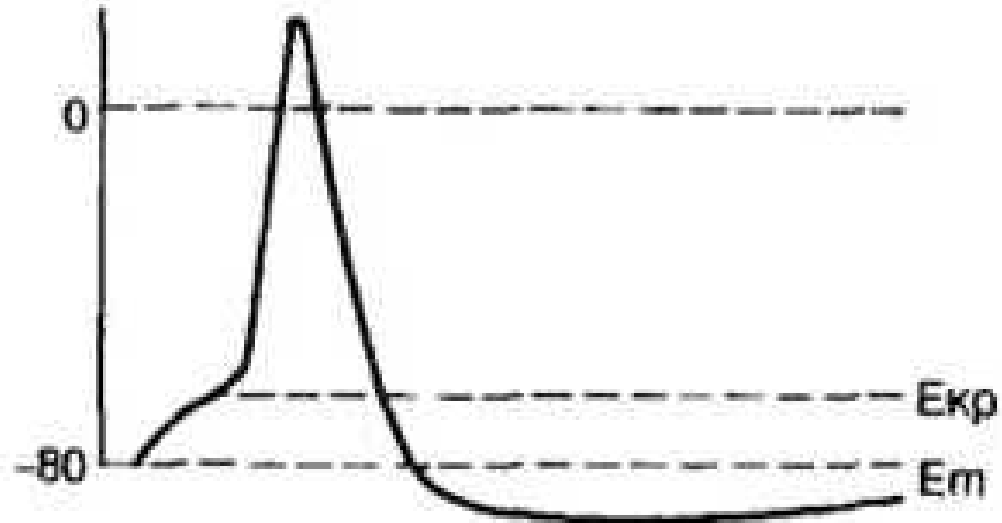


КРИТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ $E_{кр}$

Уровень деполяризации, при котором открывается максимально возможное количество натриевых каналов (все каналы открыты).

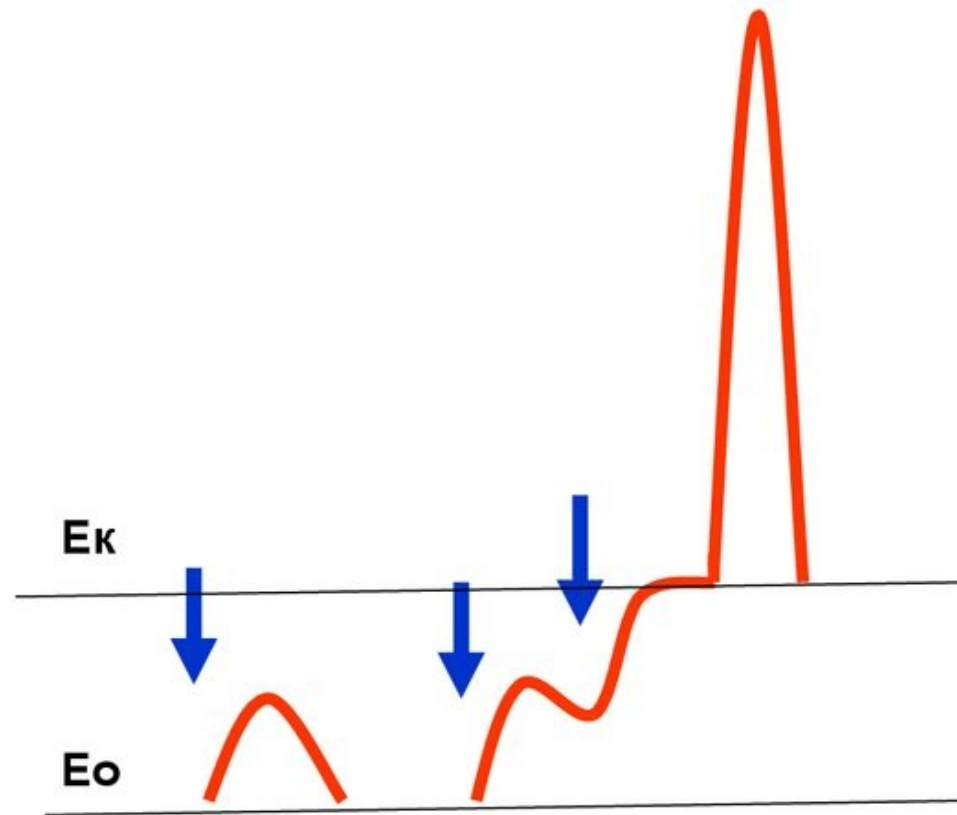
Поток ионов натрия устремляется в клетку

Цепная реакция!



2

Локальный ответ

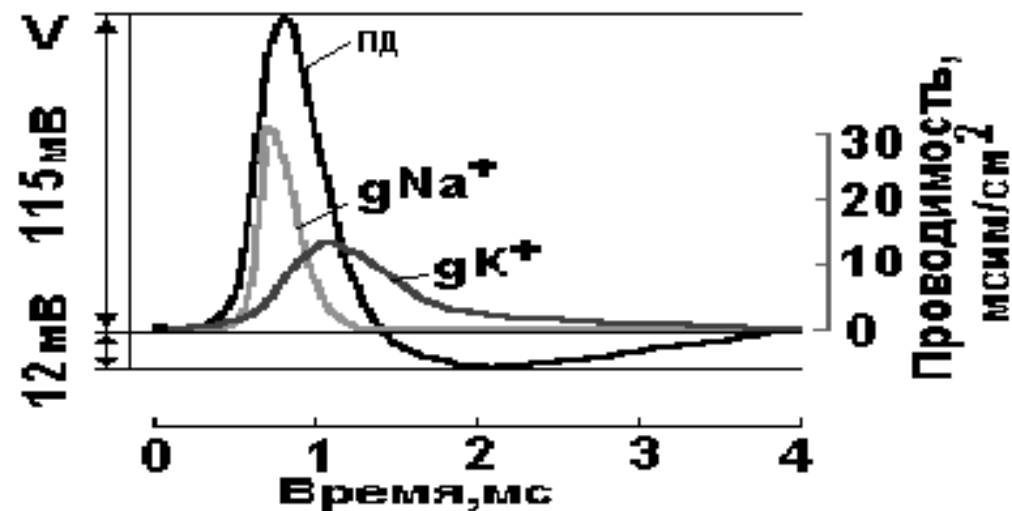


**Отличия локального
ответа от потенциала
действия:**

1. Возникает на подпороговые раздражители.
2. Не распространяется.
3. Не подчиняется правилу “Все или ничего”.
4. Способен к суммации.
5. Возбудимость в период локального ответа повышена.

Если локальный ответ достигнет уровня критической деполяризации, он перерастает в потенциал действия.

СОСТОЯНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАНЫ К ИОНАМ ПРИ РАЗВИТИИ ПД



- При действии раздражителя быстро открываются натриевые каналы. Они так же быстро закрываются инактивационными воротами.
- Одновременно начинают открываться и K⁺-каналы.
- Калиевые каналы медленные — они откроются тогда, когда натриевые уже закрыты.

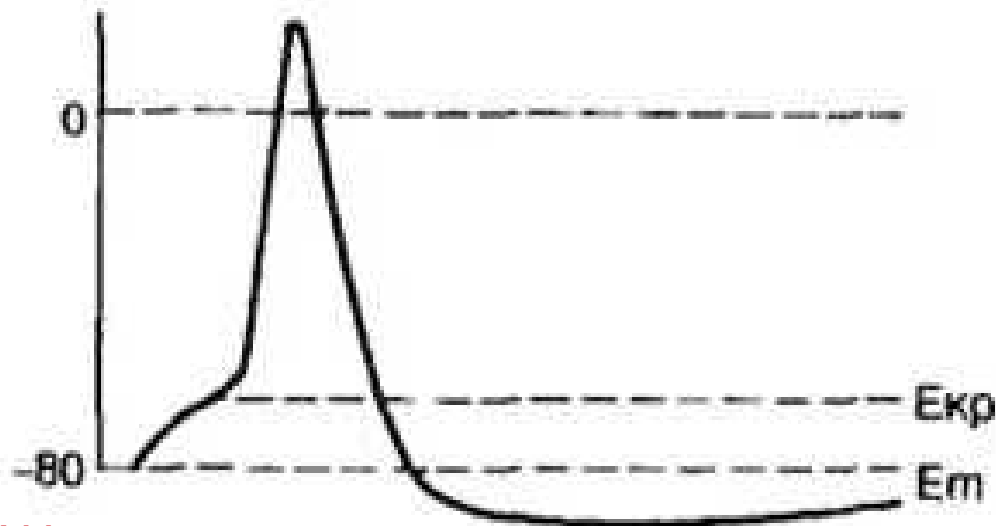
ПОРОГ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ

Разность между величиной исходной поляризации мембраны (E_m) и критическим уровнем деполяризации ($E_{кр}$)

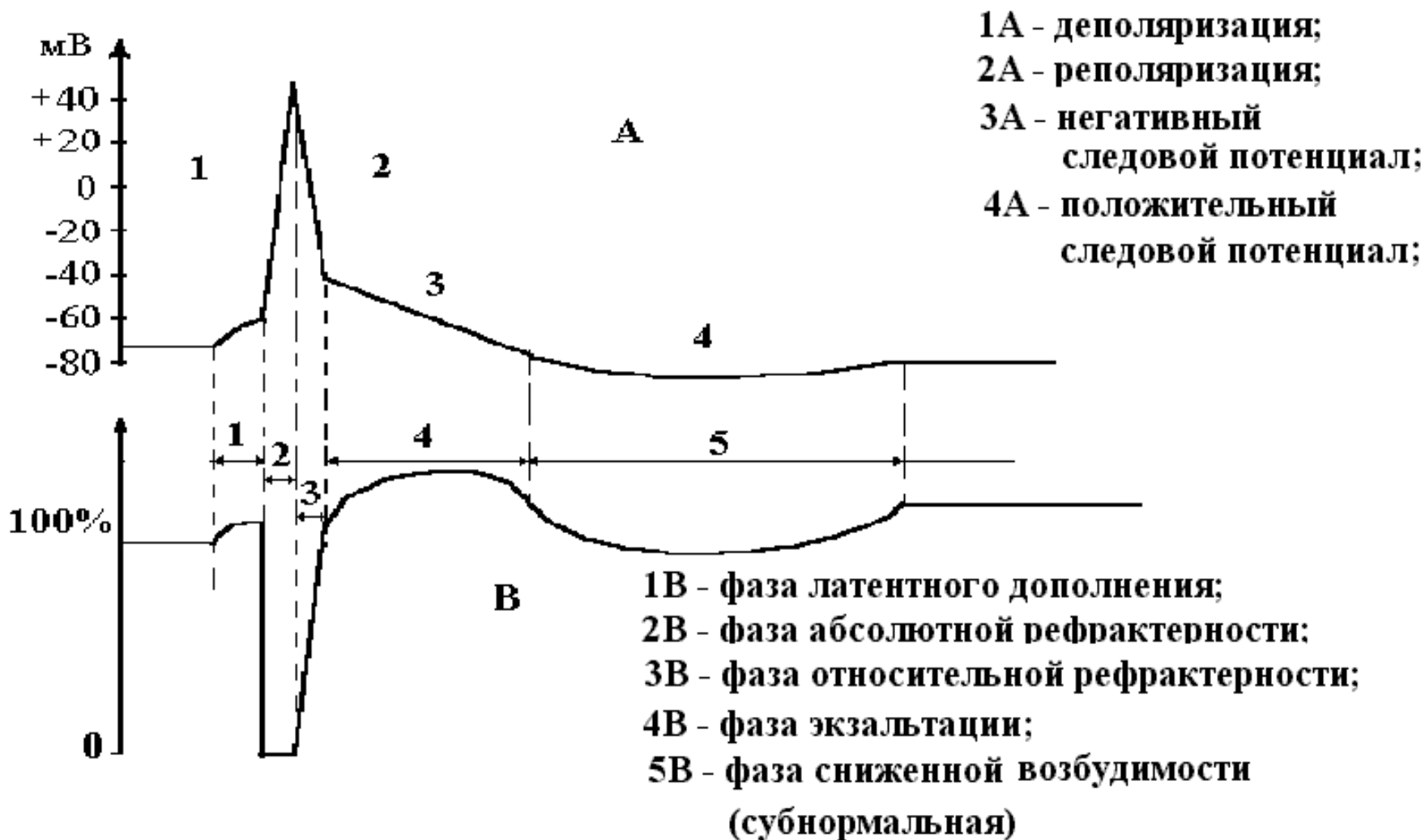
$$\Delta V = E_m - E_{кр}$$

Зависит от соотношения активированных натриевых и калиевых каналов.

Является мерой возбудимости.



СООТНОШЕНИЕ ПД И РЕФРАКТЕРНОСТИ



ЗАКОНЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

Комплекс правил, которым должен подчиняться раздражитель, чтобы он мог вызвать процесс возбуждения.

- **закон все или ничего**
- **закон силы**
- **закон времени (длительности действия)**
- **закон крутизны (времени нарастания силы)**
- **полярный закон**