

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОФИЗИКА  
ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ:  
происхождение потенциала действия,  
условия возникновения возбуждения.**

*Проф. Мухина И.В.*

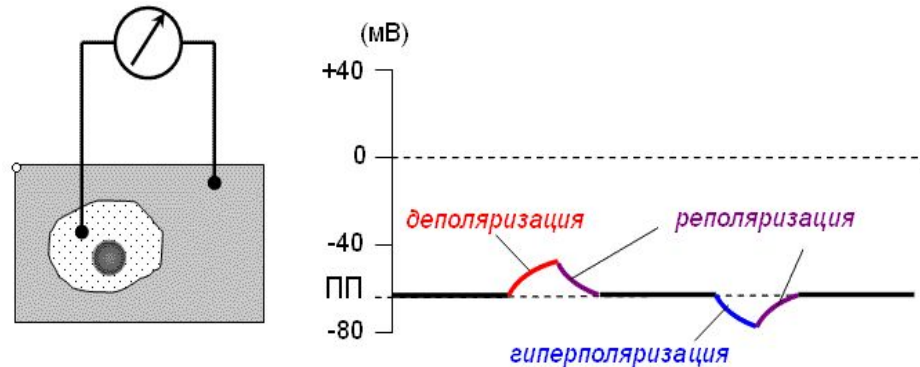
Лекция №2

Лечебный факультет

# **ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ**

# Пороговый потенциал

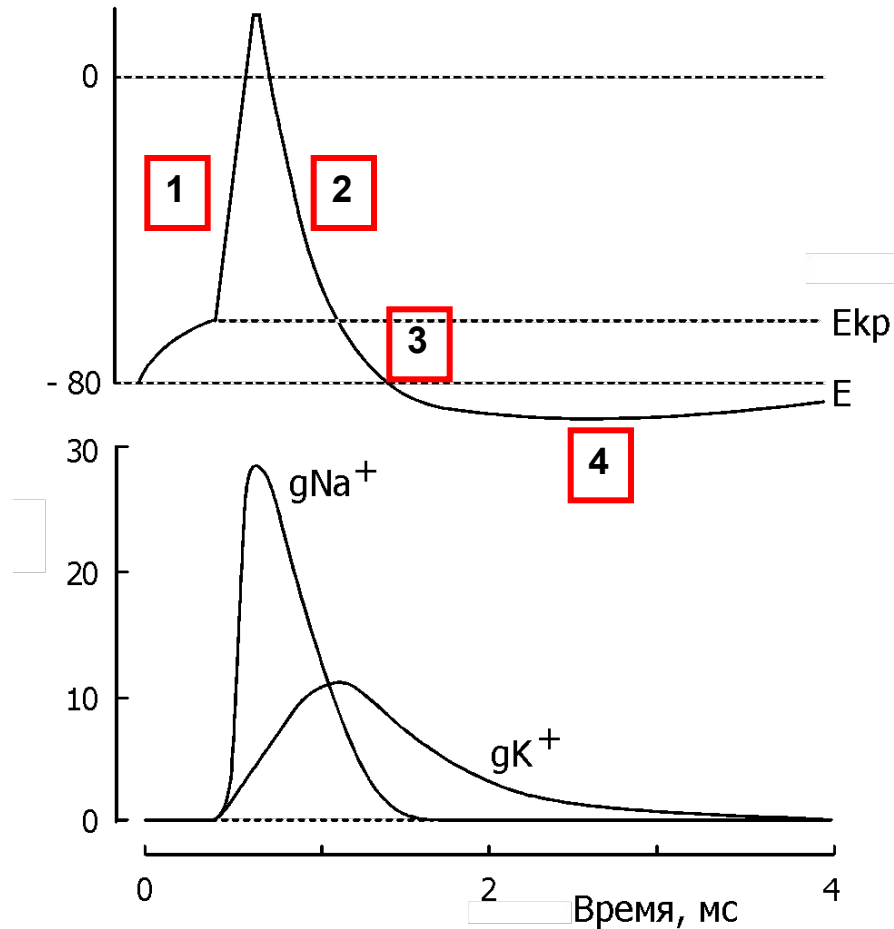
Уменьшение заряда мембраны называется деполяризацией, а увеличение заряда – гиперполяризацией.



При нанесении раздражения с силой, равной некоторой критической величине, достигается критический уровень деполяризации (Екр) или **КУД** и развивается быстрая деполяризация или **ПД**.

- Разница между  $E_0$  и  $E_{кр}$  называется порогом деполяризации или пороговым потенциалом ( $\Delta E$ ).
- Чем меньше  $\Delta E$ , тем выше возбудимость. **Порог деполяризации** – одна из характеристик мембраны, отражает ее особенности и функциональное состояние и является мерой возбудимости. При изменении функционального состояния мембраны наблюдаются разные  $\Delta E$ .

**Потенциал действия – это быстрое колебание МПП, возникающее при возбуждении.**



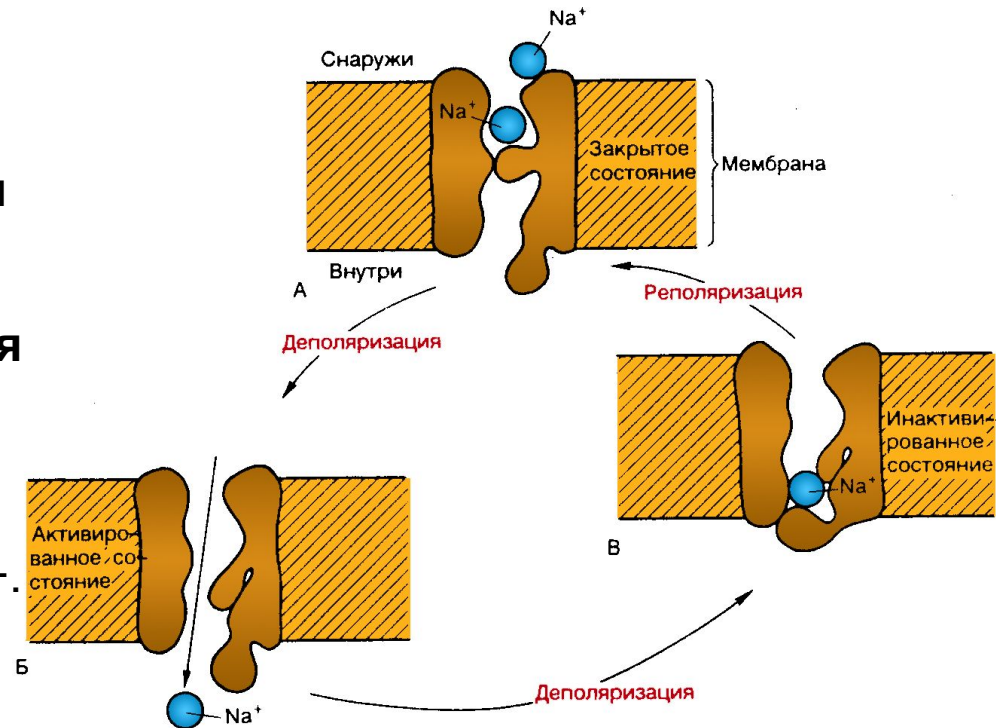
- 1. Фаза быстрой деполяризации
- 2. Фаза реполяризации
- 3. Фаза следовой деполяризации или отрицательный следовой потенциал (*замедление реполяризации*)
- 4. Фаза следовой гиперполяризации или положительный следовой потенциал

# ИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПД

1. При достижении критического уровня деполяризации открываются все имеющиеся натриевые каналы по закону "все или ничего",

2. Фаза реполяризации, обусловлена Na<sup>+</sup>-инактивацией и повышением проницаемости для K<sup>+</sup>.

3. Следовая деполяризация и гиперполяризация, обусловлены медленным восстановлением исходной проницаемости для ионов K<sup>+</sup>.



Для поддержания концентрационного градиента после серии разрядов включается активная деятельность мембранных АТФаз (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-насосов), направленных на восстановление измененного концентрационного градиента Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>.

# Условия для возникновения возбуждения в возбудимых системах

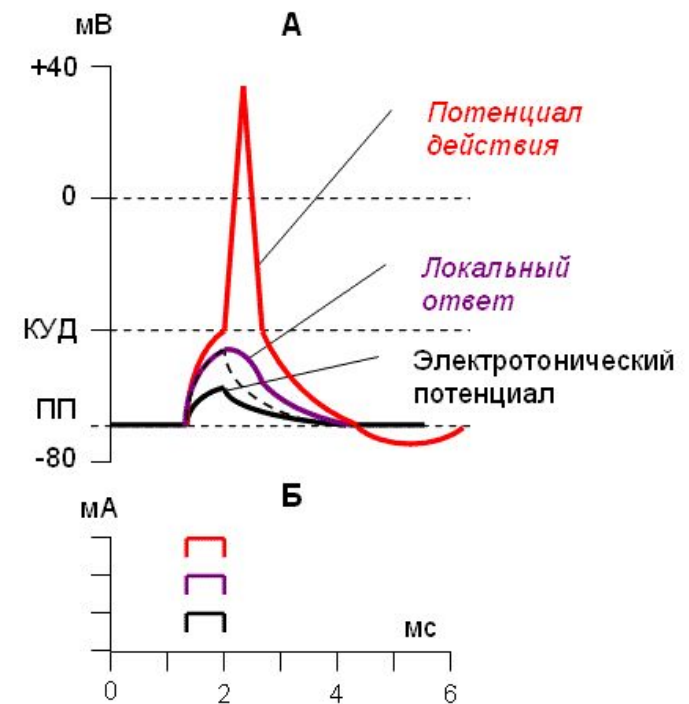
# НЕ ВСЯКОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ ПРИВОДИТ К ВОЗБУЖДЕНИЮ

**Условия для возникновения возбуждения в  
возбудимых системах:**

- 1). Структурно-функциональное состояние мембраны (достаточный уровень МПП, определенный уровень  $E_{кр}$ . или порогового потенциала ( $\Delta E$ ), уровень  $K^+$ ,  $Na^+$ -проницаемости)
- 2). Значение параметров раздражителя (сила, время, градиент нарастания силы во времени), достаточное для возникновения возбуждения.

## 2. Достаточный уровень параметров раздражителя – силы, времени действия и градиента нарастания силы во времени.

- Минимальная сила раздражителя, способная вызвать возбуждение, называется порогом раздражения. В связи с данным определением можно выделить подпороговое, пороговое и сверхпороговое раздражение.
- При нанесении раздражения с силой **<50%** пороговой величины происходит пассивная деполяризация мембраны, называемая **электротоническим ответом** или **электротоном**.
- При нанесении раздражения с силой 50%- 99,9% пороговой величины к пассивному изменению электрического поля мембраны добавляется активное изменение в форме повышения натриевой проводимости. **Активные подпороговые изменения МПП называются локальным ответом**. Локальные ответы:
  - 1). не способны к распространению,
  - 2). градуальны (чем больше раздражение, тем больше ответ).
- Пример: ВПСП, ТПСП, рецепторный потенциал.

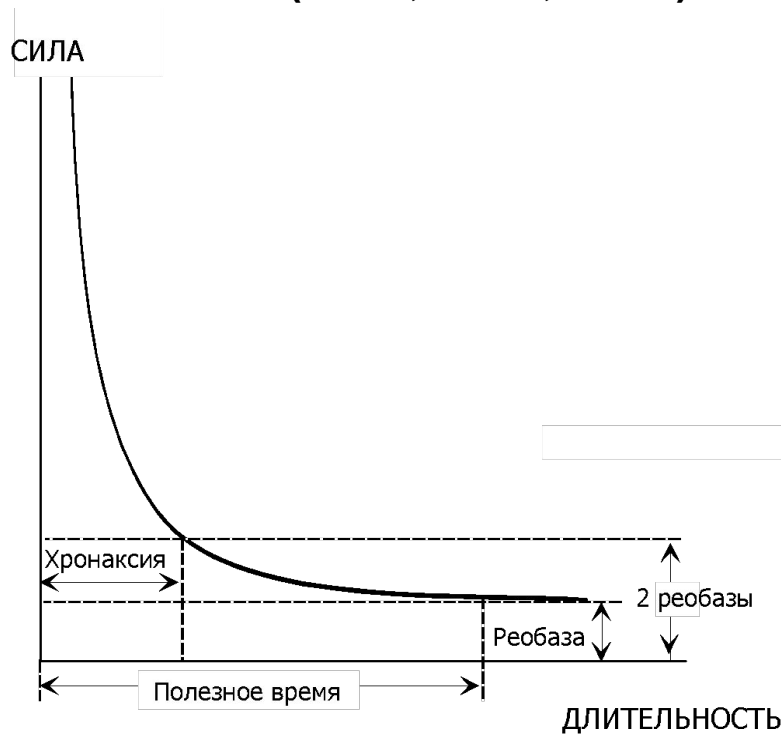


Мерой возбудимости можно считать порог раздражения (характеристика раздражителя, а не возбудимой ткани).



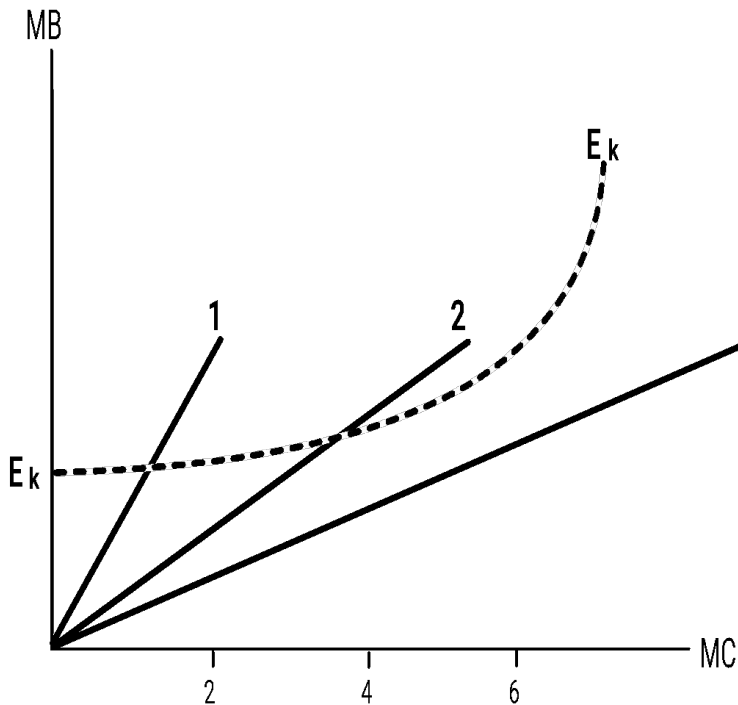
# ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СИЛОЙ И ВРЕМЕНЕМ ДЕЙСТВИЯ РАЗДРАЖИТЕЛЯ

Кривая (гипербола)  
«сила-длительность».  
По имени ее авторов –  
кривая Гоорвейга-Вейса-  
Лапика (1892, 1901, 1909).



- Минимальная величина силы раздражителя, вызывающая возбуждение, называется абсолютным порогом силы, или реобазой (отрезок AB).
- Минимальная величина времени действия раздражителя, вызывающая возбуждение, называется абсолютным порогом времени (отрезок AC).
- Полезное время - это минимальное время, в течение которого должен действовать раздражитель пороговой силы с тем, чтобы вызвать возбуждение (отрезок AD).
- Хронаксия – время (отрезок AE), в течение которого должен действовать раздражитель удвоенной реобазы (отрезок AF), чтобы вызвать возбуждение. Чем меньше хронаксия, тем больше возбудимость. Например, хронаксия нервных волокон ниже, чем мышечных

# Градиент нарастания силы во времени



- Понижение возбудимости ткани и амплитуды ПД вплоть до полного его отсутствия при медленно нарастающем стимуле (малой крутизне) называется АККОМОДАЦИЕЙ.
- В основе аккомодации лежат инактивация натриевой и повышение калиевой проводимости, развивающиеся во время медленно нарастающей деполяризации мембраны.
- Раздражитель неизменной величины (например, постоянный ток между моментами включения и выключения) вообще не вызывает возбуждения.

# Вопросы для студентов

- 1. Что является причиной развития фазы ПД быстрой деполяризации?
- 2. Какие параметры раздражителя являются мерой возбудимости мембраны?
- 3. Что такое локальный ответ?
- 4. Дать определение хронаксии.