



Лекция на тему:

ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ



ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

- 1. Основные понятия общей физиологии возбудимых тканей**
- 2. Классификация раздражителей**
- 3. Структура мембраны возбудимых клеток**
- 4. Различия состава внутриклеточной и интерстициальной жидкостей.**
- 5. Механизмы мембранного транспорта**
- 6. История открытия электрических явления в тканях.**
- 7. Гальванические явления, возникающие при наличии металлических включений в полости рта. Влияние гальванизма на состояние органов полости рта и другие системы организма.**
- 8. Мембранный потенциал покоя (МПП). Мембранная теория происхождения МПП**
- 9. Потенциал действия**

1. Раздражимость и возбудимость живых систем

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ



Состояние покоя - при отсутствии специальных раздражающих воздействий.



Активное состояние - при изменениях внешней или внутренней среды (т.е. при воздействии раздражителей).

Способность всех живых систем реагировать на раздражители изменением своих свойств (обмен веществ, выделение тепловой энергии, др.) называют **раздражимостью**.

Раздражение – процесс воздействия раздражителей на живой объект.

Реакция – изменение (усиление или ослабление) деятельности живой системы в ответ на раздражение.

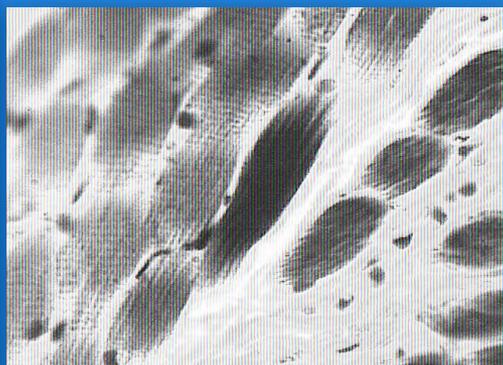
Способность биосистемы отвечать на раздражение активной специфической реакцией называется **возбудимостью**.

Клетки, способные к возбуждению называют **возбудимыми**.

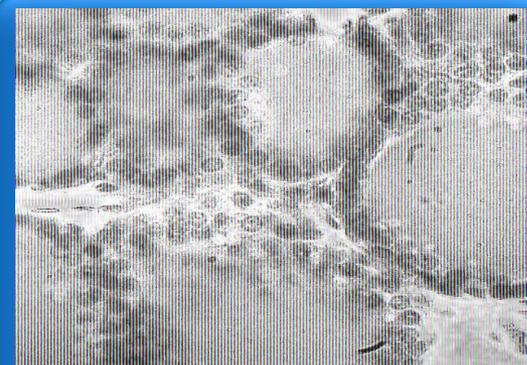
ВОЗБУДИМЫЕ КЛЕТКИ



нервные

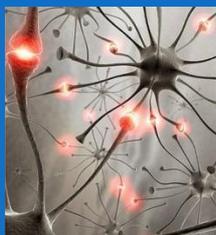


мышечные



секреторные

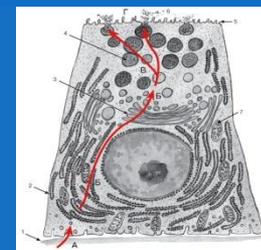
Специфическая реакция



нервный импульс



сокращение

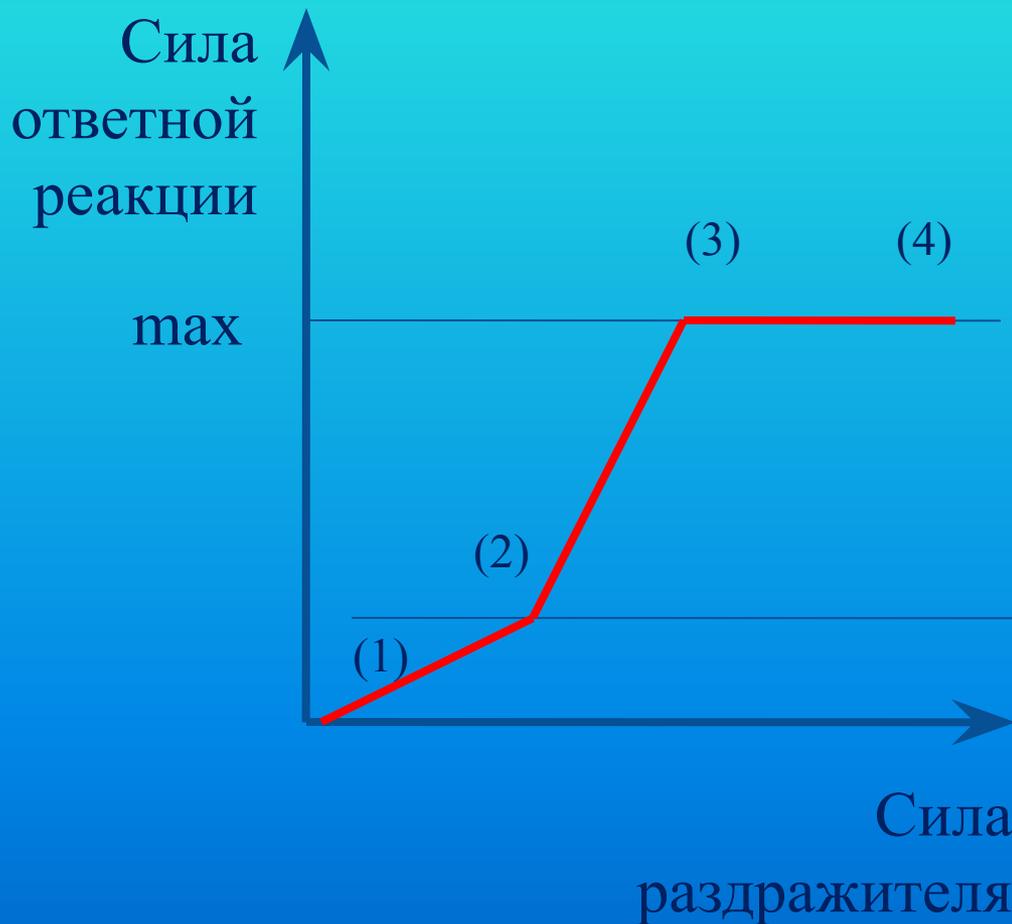


выделение секрета

Раздражители – это факторы внешней или внутренней среды, вызывающие переход биосистемы в активное состояние.

2. Классификация раздражителей

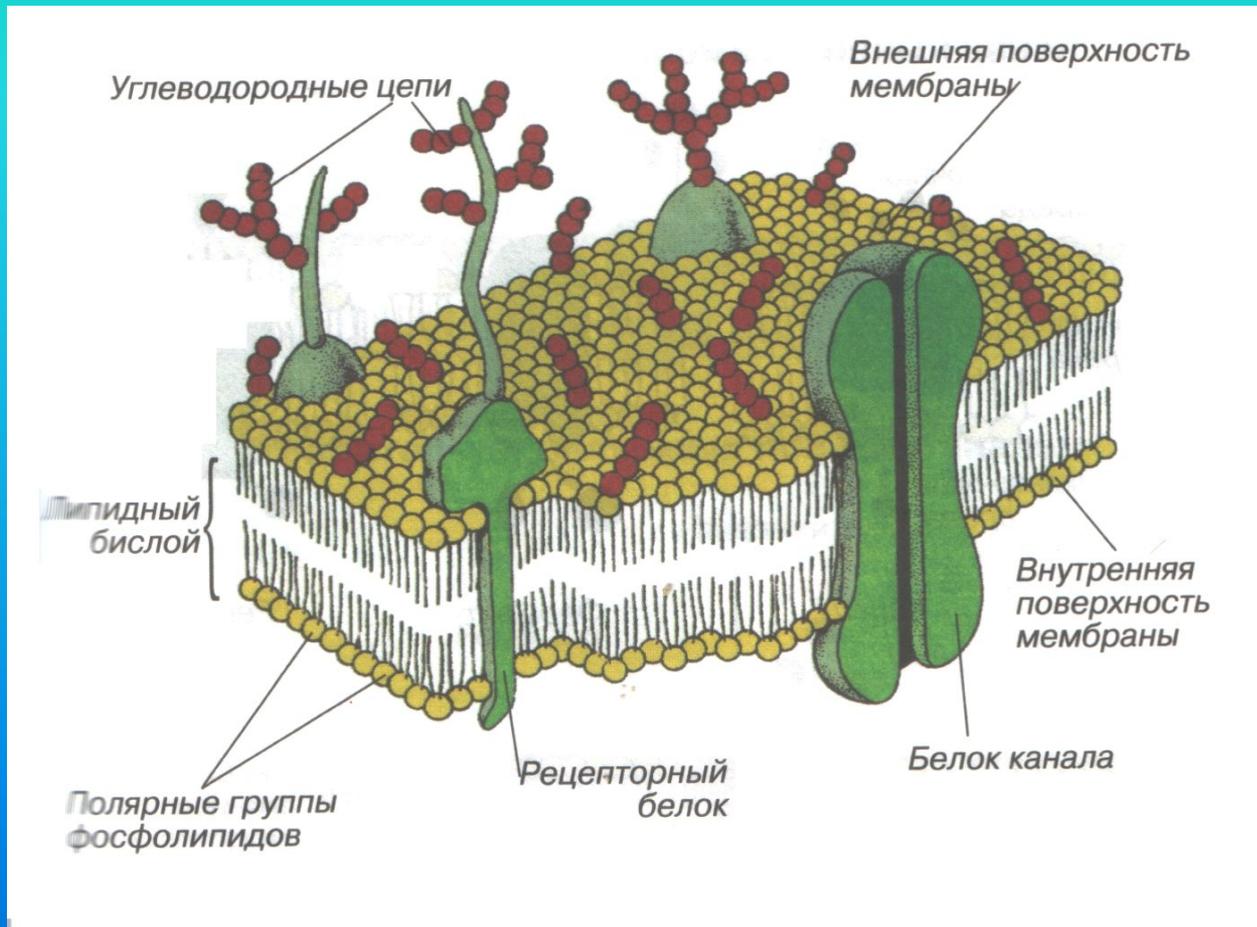
1. *По месту возникновения* - внешние (экстеро-) и внутренние (интеро-) раздражители
2. *По биологической значимости* - адекватные и неадекватные.
3. *По качественному признаку* - физические (температурные, звуковые, световые, электрические, механические и др.) и химические раздражители.
4. *По количественному признаку* - подпороговые, пороговые, субмаксимальные, максимальные и супермаксимальные.



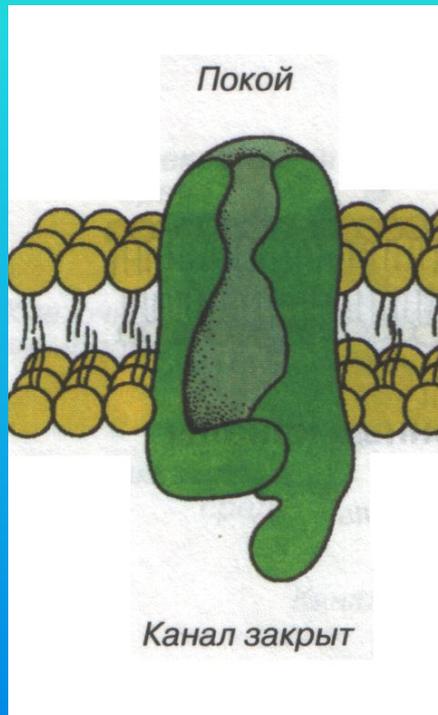
Количественная характеристика раздражителей

подпороговые (1-2),
пороговые (2),
субмаксимальные (2-3),
максимальные (3)
супермаксимальные (3-4).

3. Структура мембраны возбудимых клеток

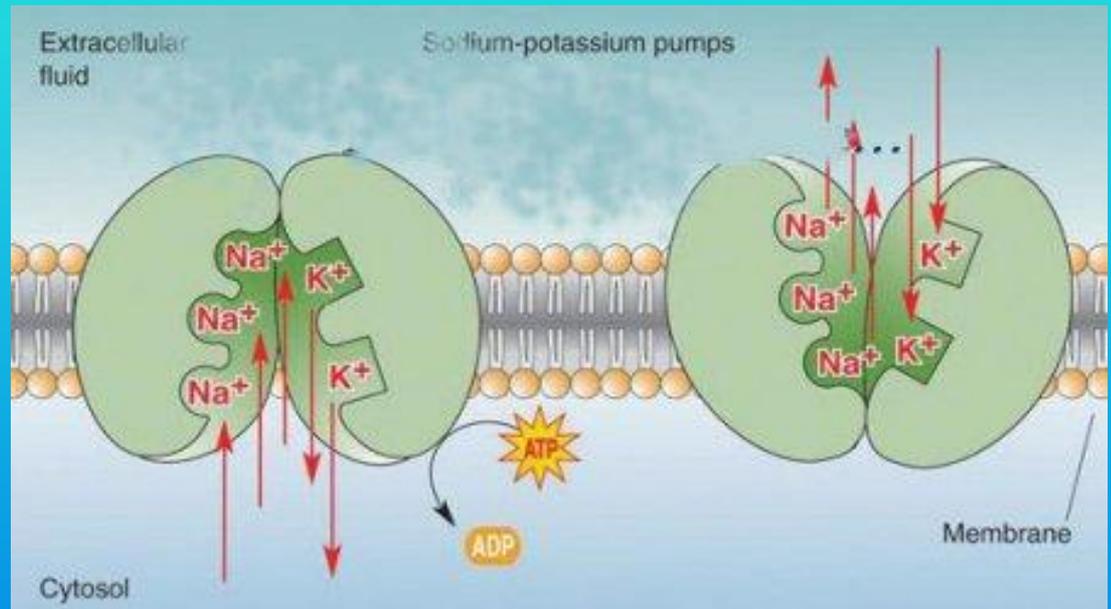


Белок-канал



Избирательная
диффузия
веществ через
мембрану

Белок-насос



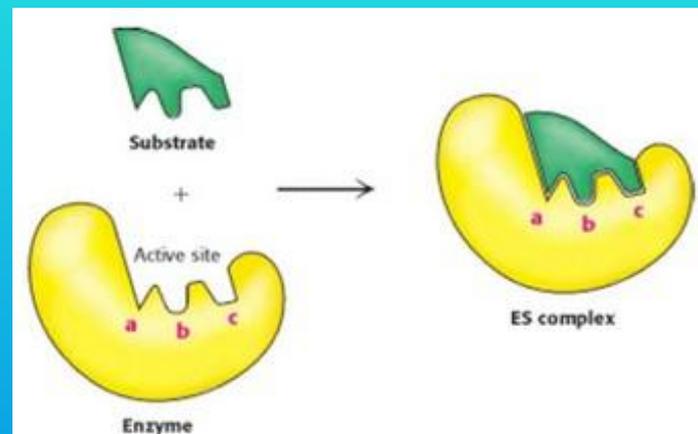
Активный транспорт веществ через мембрану

Белок-рецептор



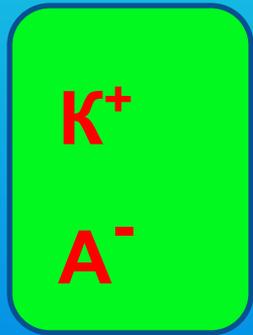
«Узнает» биологически активное вещество

Белок-фермент



Облегчает или замедляет биохимические реакции

4. Различия состава внутри- и внеклеточной жидкостей



Cl^-

Na^+

Ca^{2+}

	Внутриклеточная концентрация	Внеклеточная концентрация
Na^+	12 ммоль*л ⁻¹	<u>145 ммоль*л⁻¹</u>
K^+	<u>155 ммоль*л⁻¹</u>	4 ммоль*л ⁻¹
Ca^+	10^{-8} - 10^{-7} ммоль*л ⁻¹	2 ммоль*л ⁻¹
Cl^-	4 ммоль*л ⁻¹	<u>120 ммоль*л⁻¹</u>
A^-	<u>155 ммоль*л⁻¹</u>	Прочие анионы 5 ммоль*л ⁻¹

Избирательная проницаемость – это способность мембраны пропускать одни вещества, и не пропускать другие.

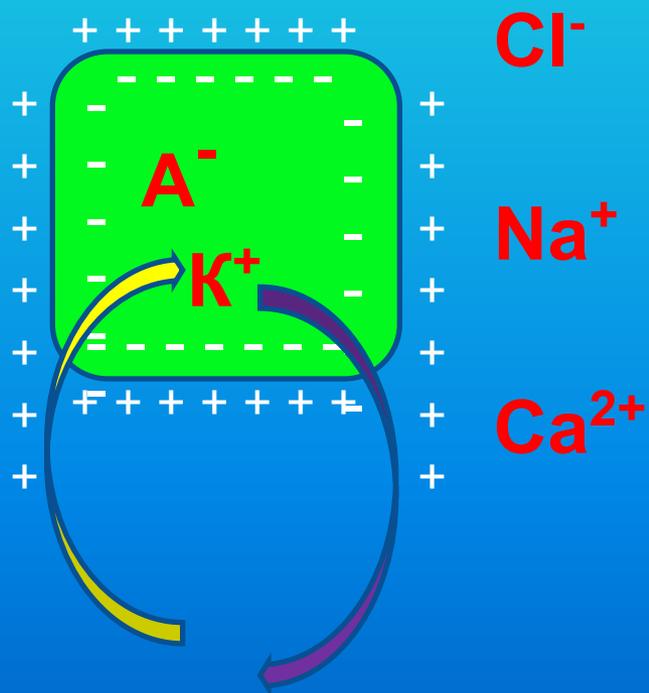
5. Механизмы мембранного транспорта

Электрохимический градиент иона - это движущая сила потока ионов, которая является комбинацией мембранного потенциала (электрический градиент) и градиента концентрации ионов (химический градиент).

Электрический градиент характеризует движение только ионов и направлен в сторону их противоположного заряда.

Химический градиент направлен из области высокой концентрации растворенного вещества в область низкой.

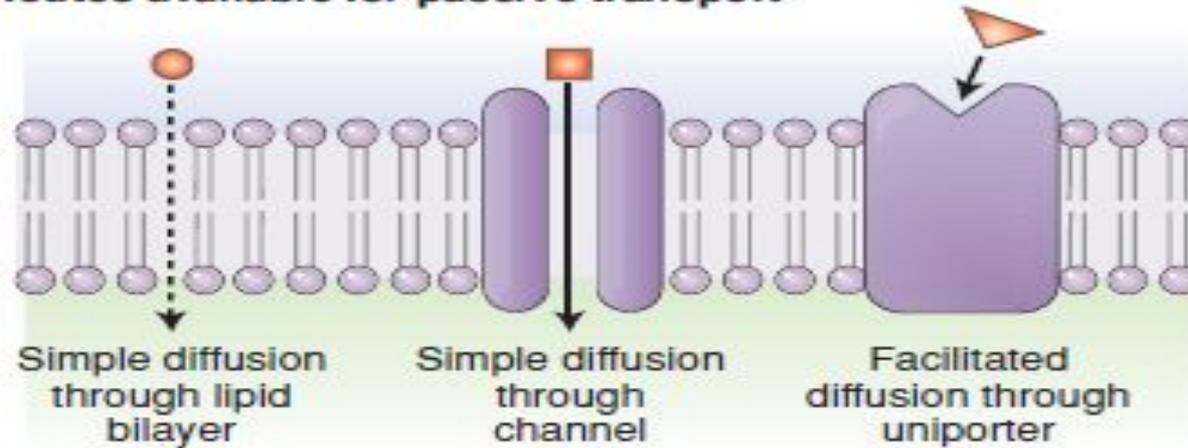
Электрохимический градиент иона - это движущая сила потока ионов, которая является комбинацией мембранного потенциала (**электрический градиент**) и градиента концентрации ионов (**химический градиент**).



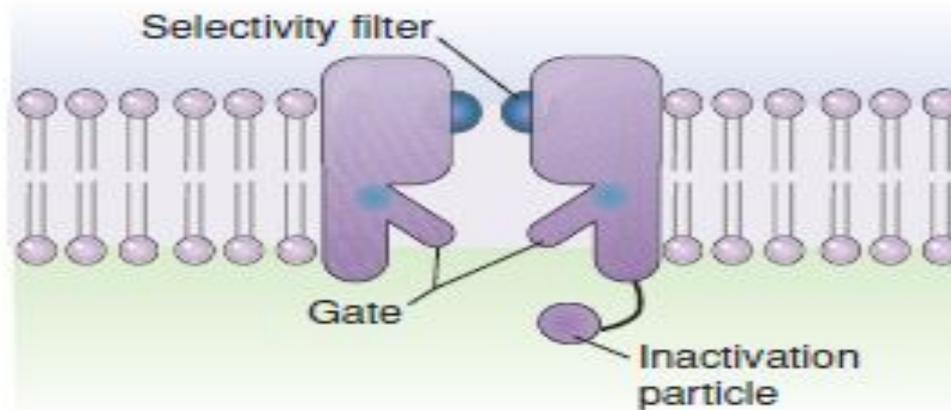
Ионы	Химический градиент	Электрический градиент
K ⁺	из клетки	в клетку
Na ⁺	в клетку	в клетку
Ca ⁺	в клетку	в клетку
Cl ⁻	в клетку	из клетки
A ⁻	из клетки	из клетки

Пассивный транспорт

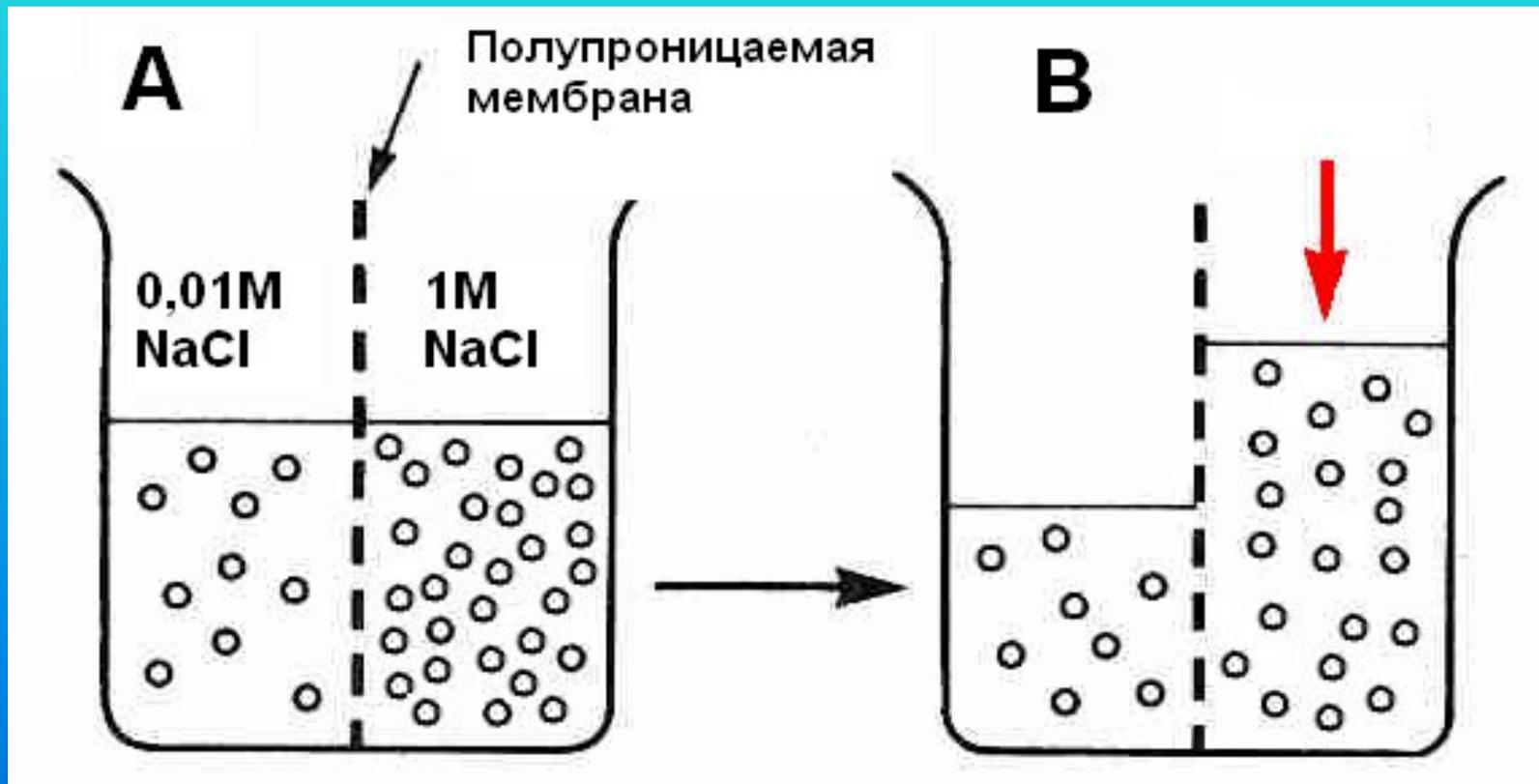
A. Routes available for passive transport



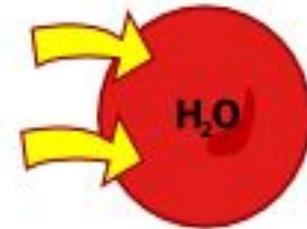
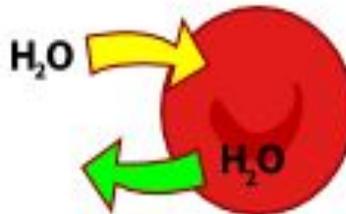
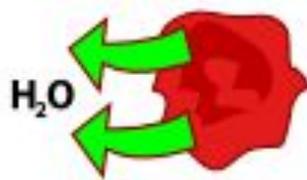
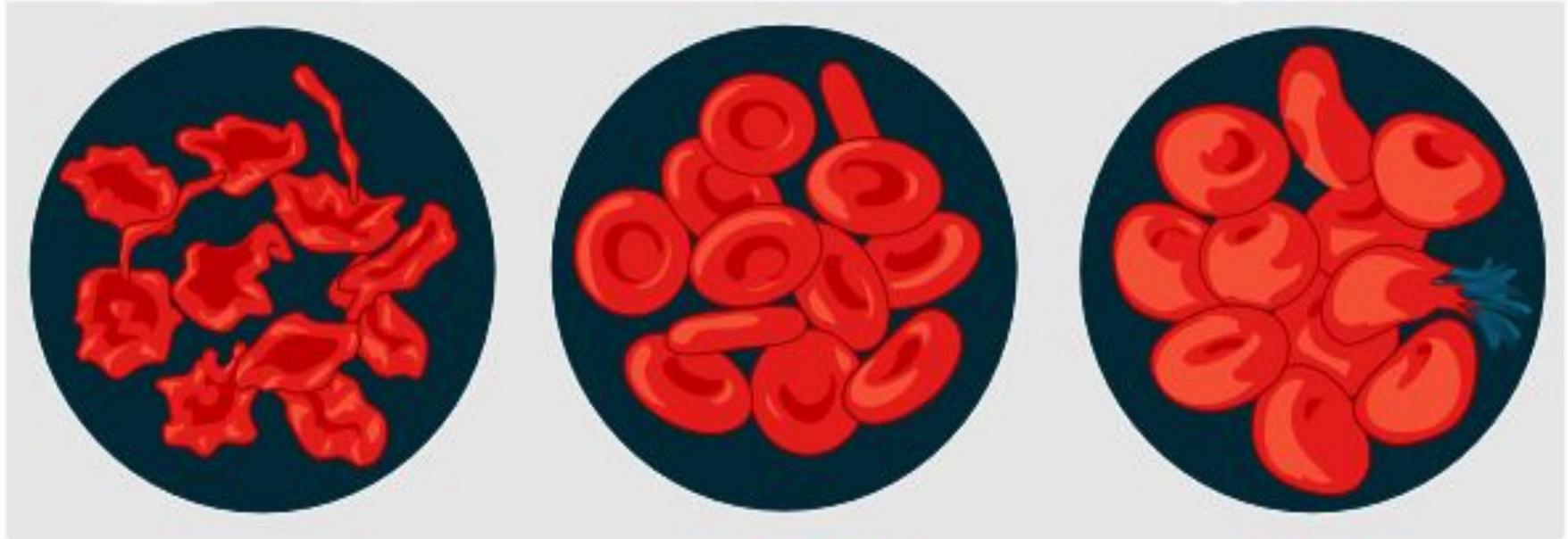
B. Components of ion channels



Осмос



Осмотическое давление

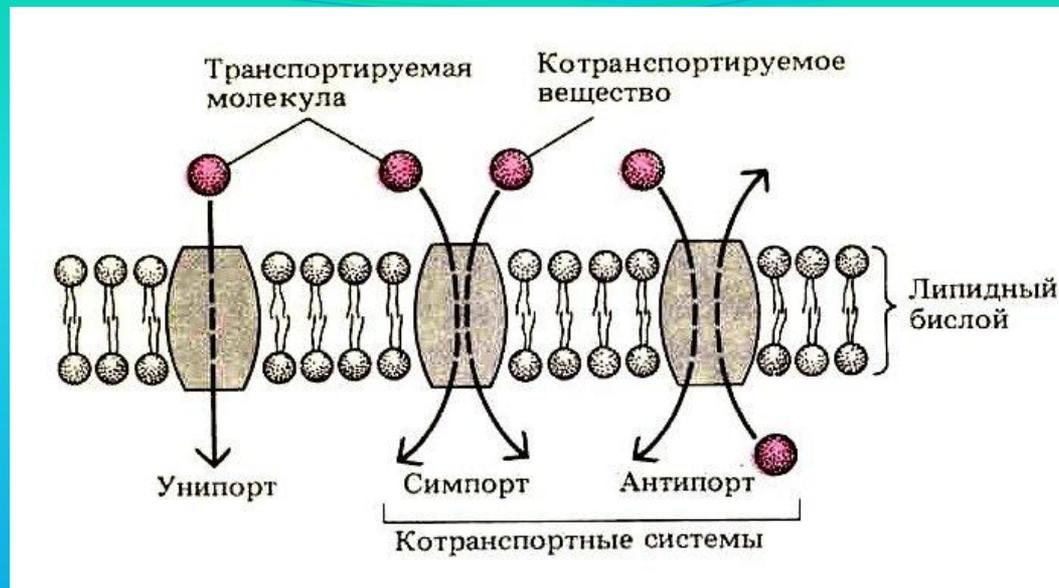


Гипертонический раствор
NaCl (> 0,9%)

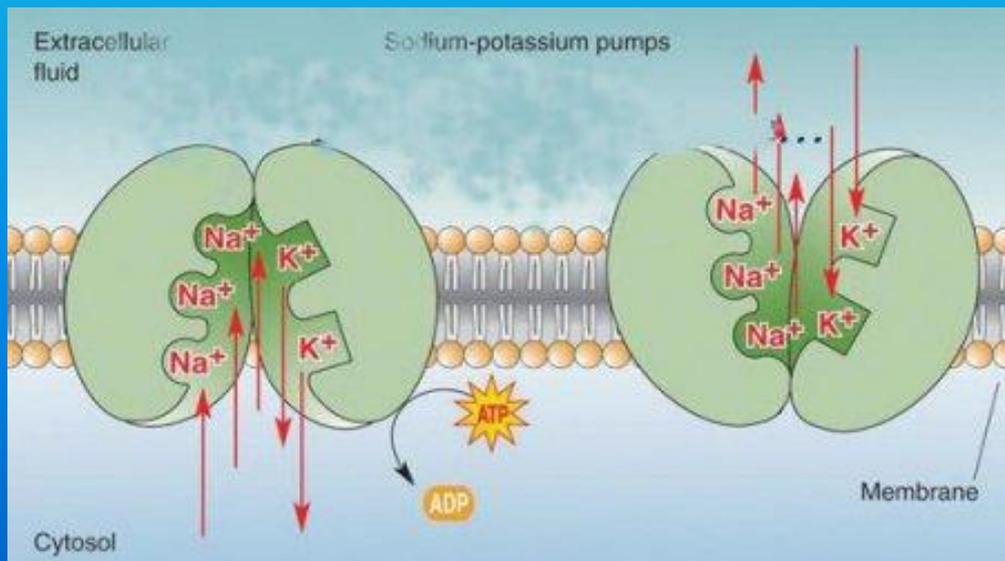
Изотонический раствор
NaCl (0,9%)

Гипотонический раствор
NaCl (< 0,9%)

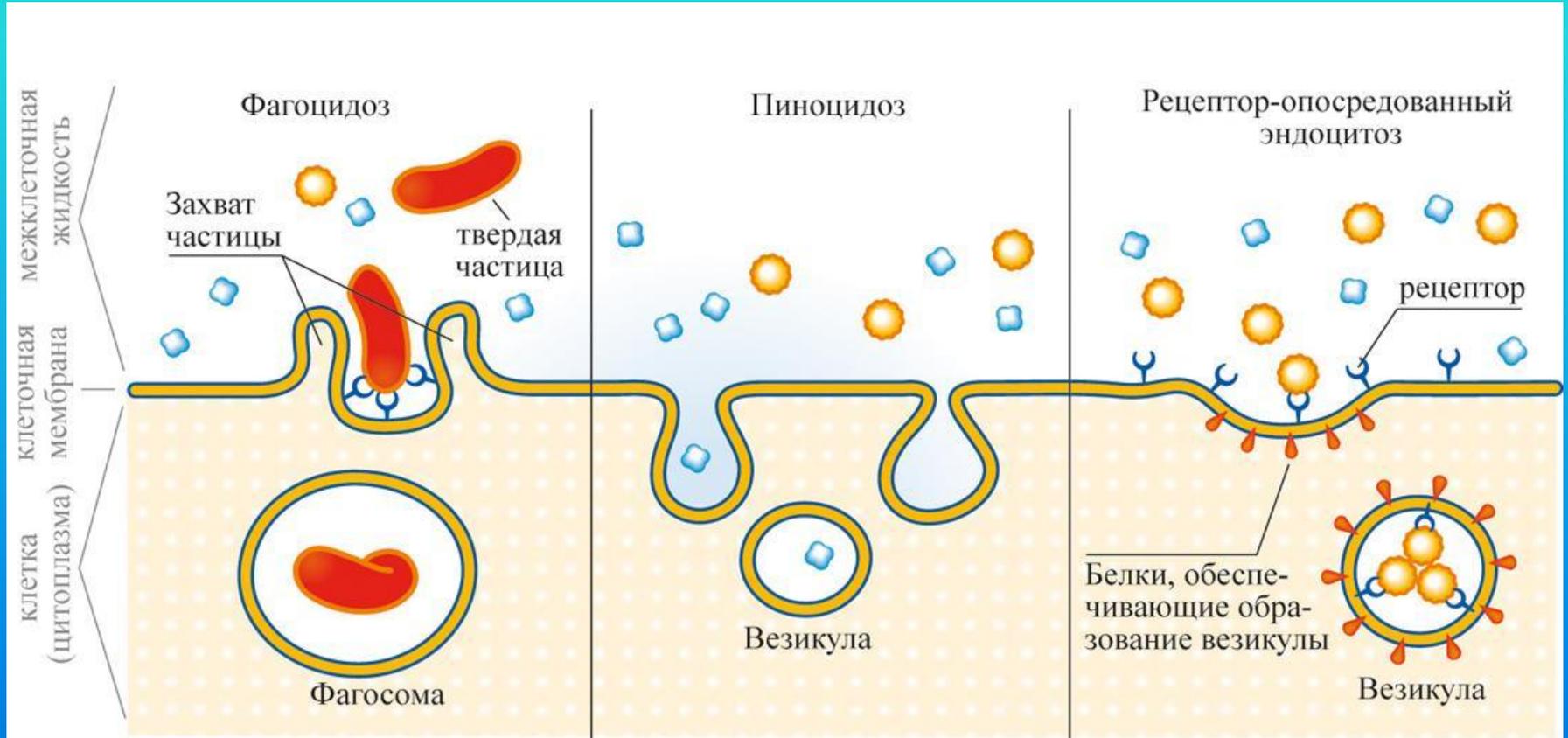
Активный транспорт



Na/K-насос

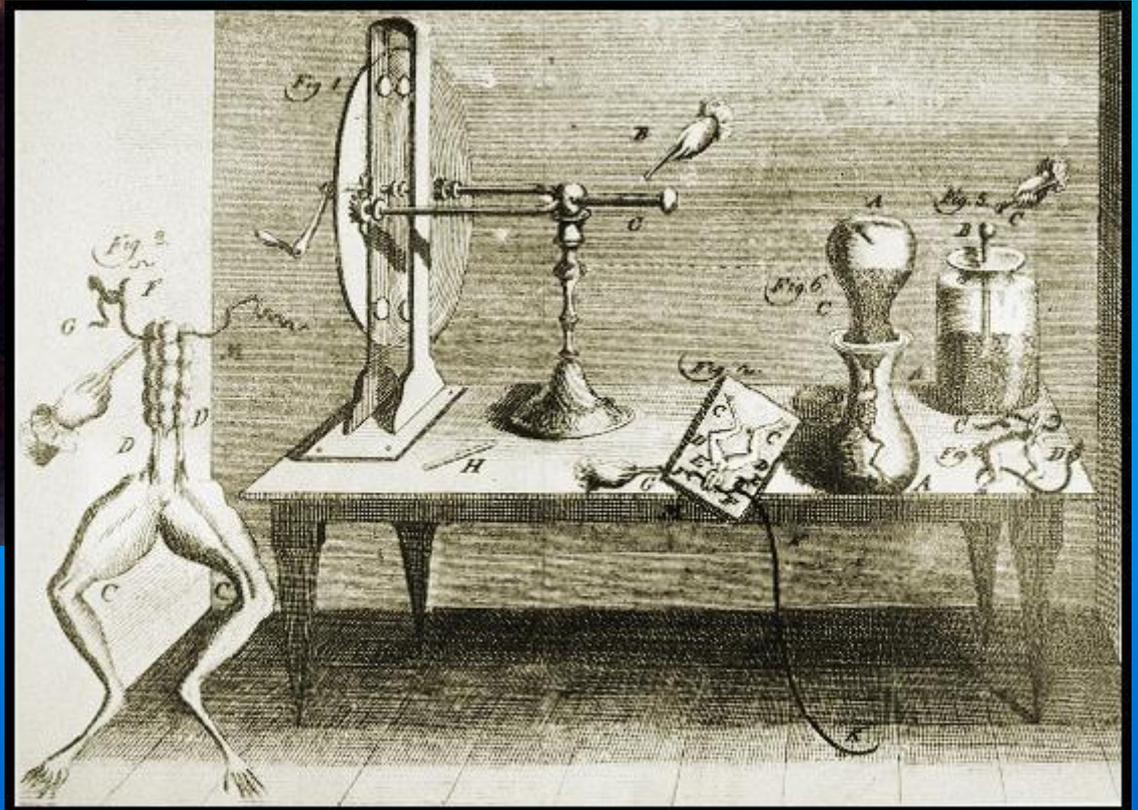
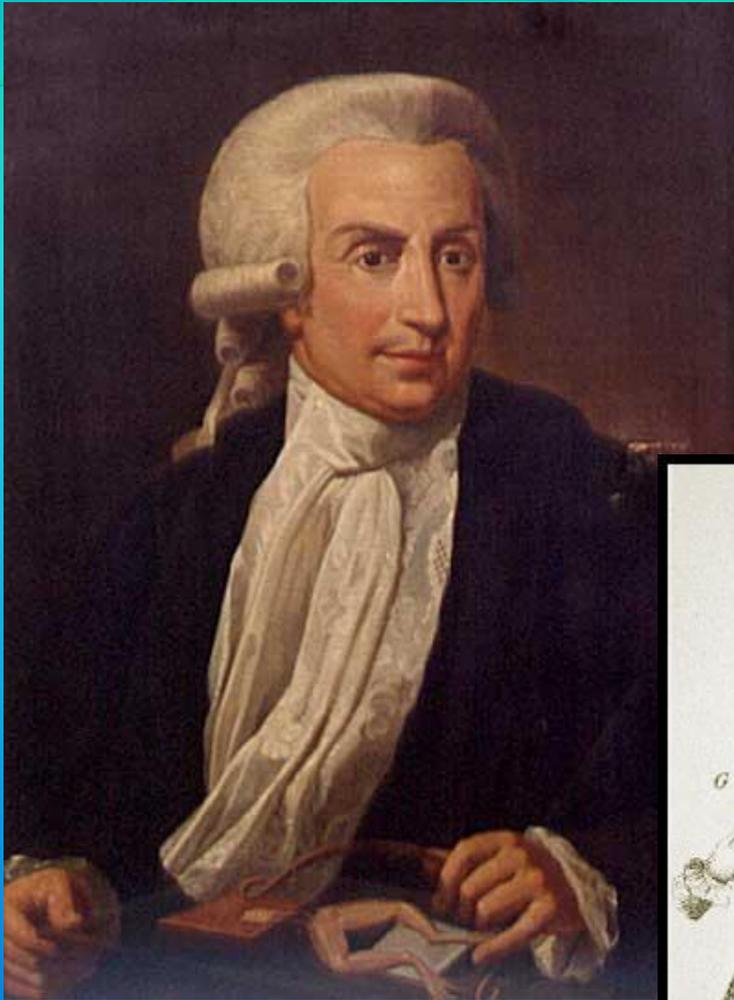


Везикулярный транспорт

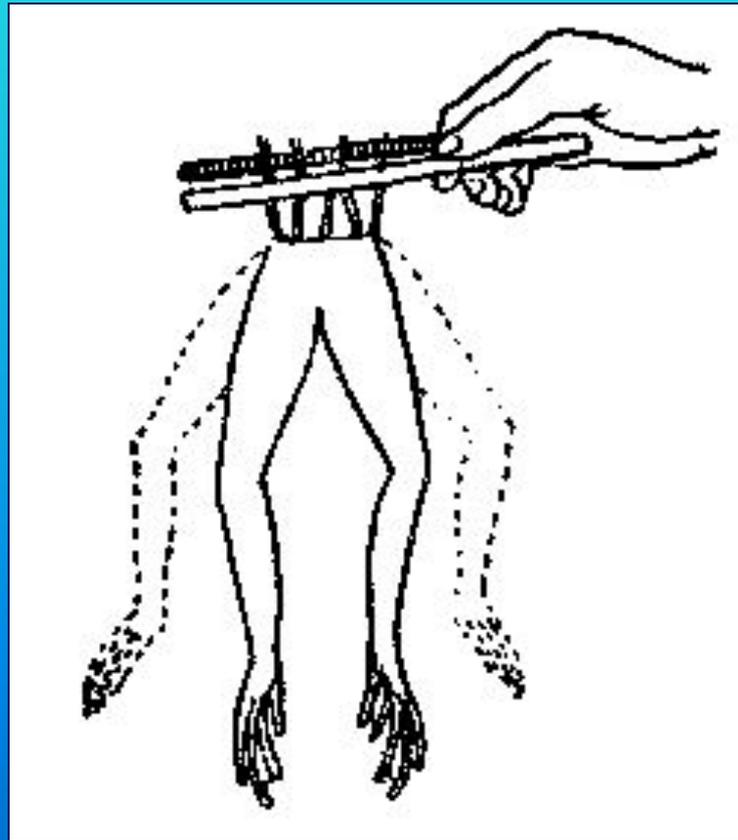


6. «Животное электричество». опыты Гальвани и Матеуччи

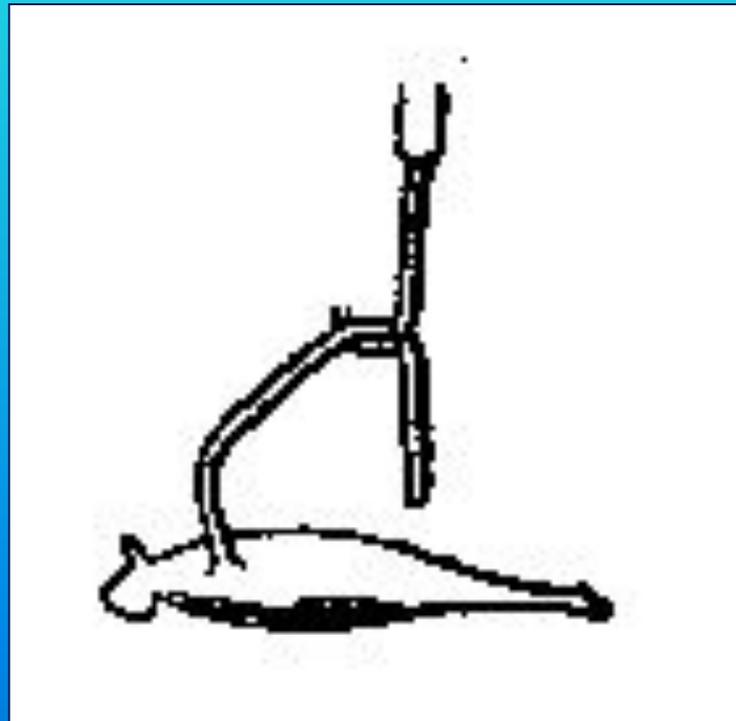
Луиджи Гальвани



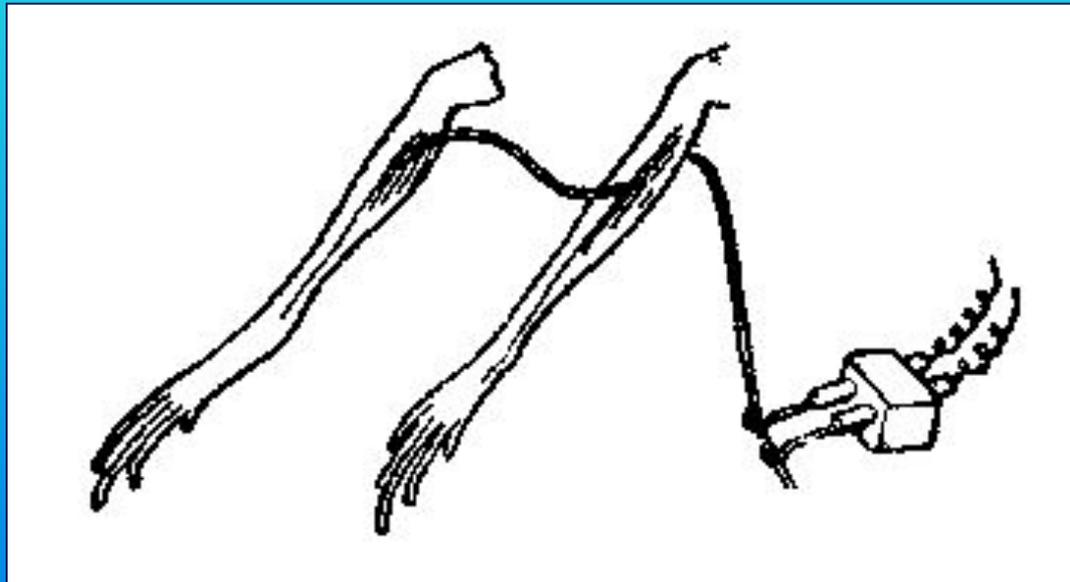
Первый опыт Гальвани



Второй опыт Гальвани



Опыт Матеуччи



7. Гальванические явления в полости рта



при протезировании
и пломбировании
зубов разнородными
металлами (золото,
нержавеющая сталь,
амальгамы)

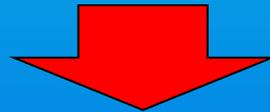


Механизм гальванизма в полости рта

Разнородные металлы
(золото, нержавеющая сталь, амальгамы)
действуют как электроды



слюна является электролитом



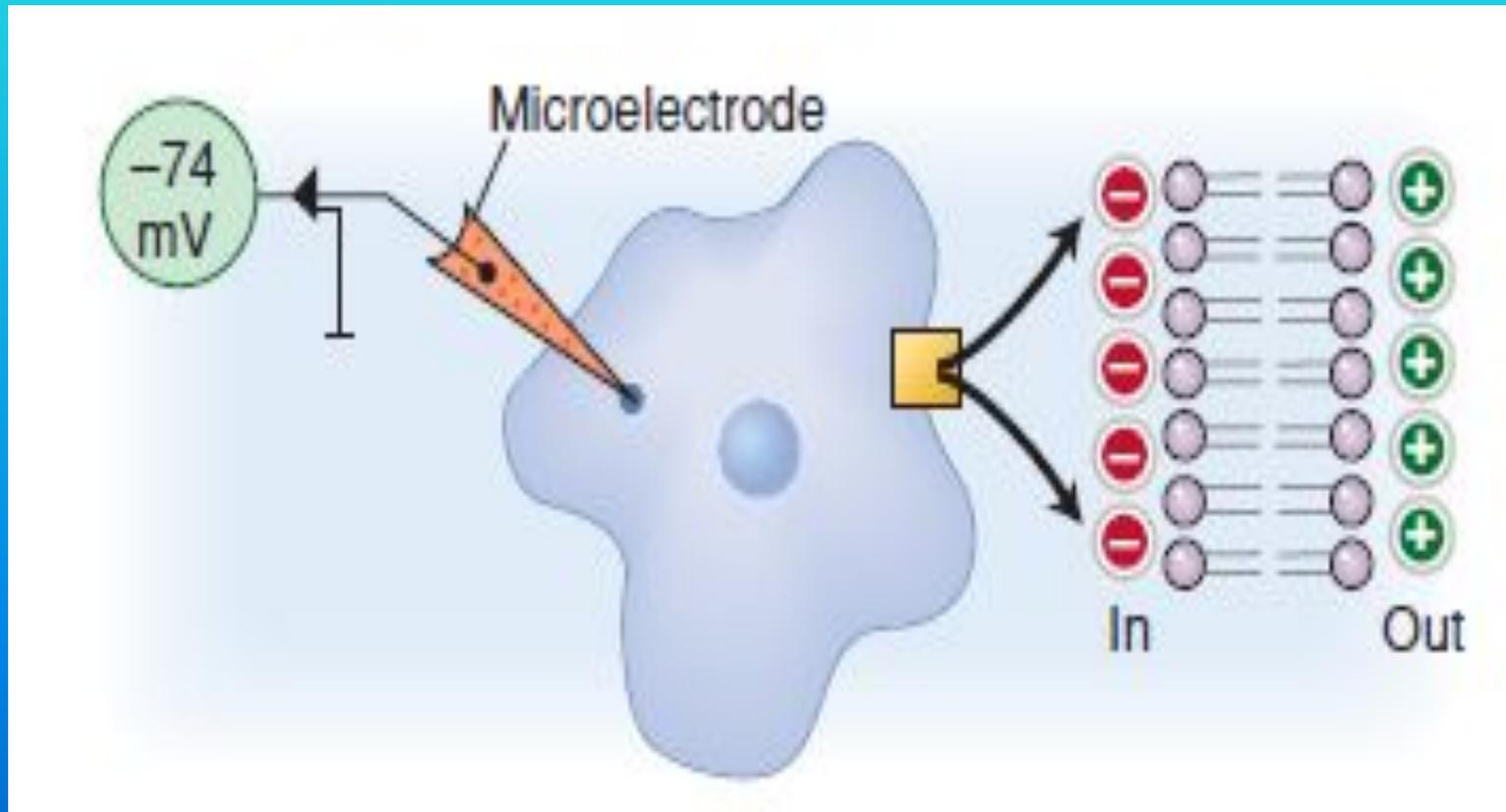
Выделение ионов металлов в слюну создает
условие для возникновения в полости рта
микротоков

Изменения в полости рта при гальванизме

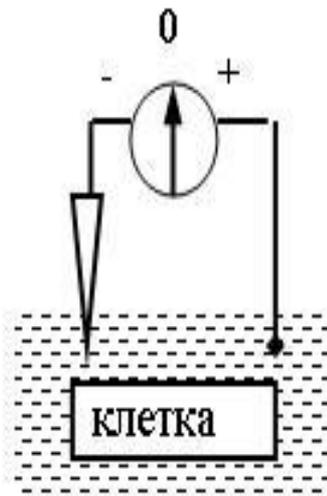
- **Симптомы гальванизма:** постоянное жжение слизистой оболочки рта различной локализации (80%); металлический и кисловатый привкус (70%); расстройство саливации (58%).
- токсическое действие ионов металлов и микроэлементов на рецепторы слизистой рта приводит к ее воспалению → понижается и извращается вкусовая чувствительность на сладкое, кислое и соленое → нарушается механическая и химическая обработка пищи в полости рта и речеобразование.
- хроническое воспаление слизистой полости рта: покраснение, набухание сосочков языка, возникновение эрозий и язв.
- попадание слюны в пищеварительный тракт и действие микроэлементов слюны на слизистую желудка и кишечника вызывает обострение хронических желудочно-кишечных заболеваний.
- При токе 80 мкА явления гальванизма выражены сильно, при 25-80 мкА возникают слабые ощущения, а при 5 мкА жалоб практически нет.

8. Мембранный потенциал покоя

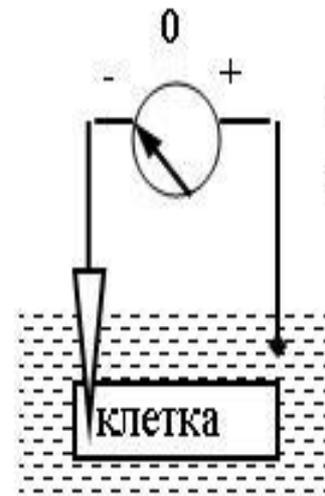
Исследование биоэлектрических явлений в клетке



Регистрация мембранного потенциала покоя



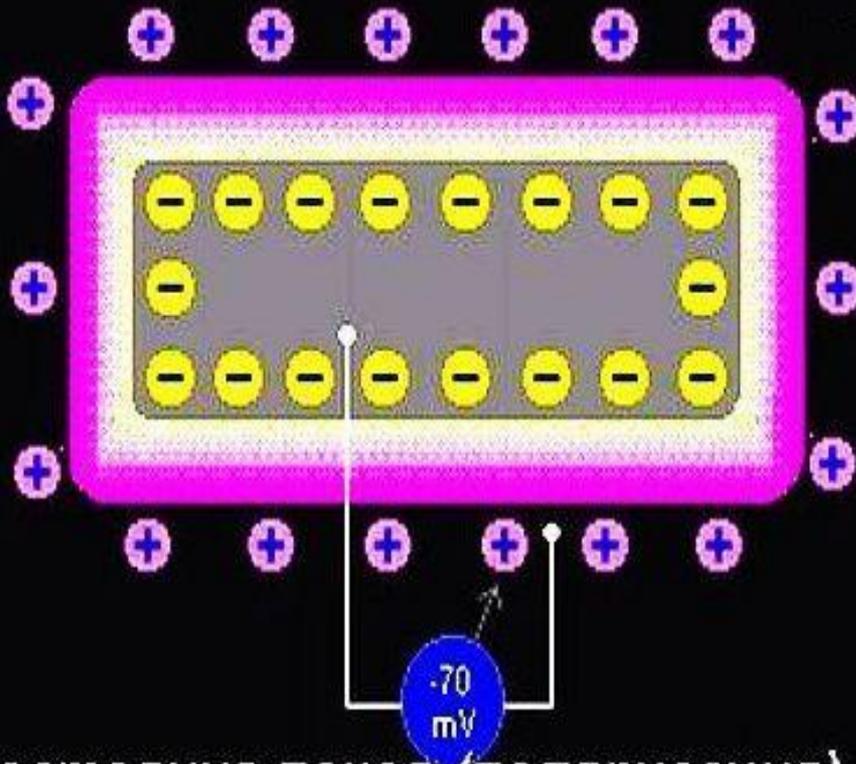
(А) Внеклеточная регистрация



(Б) Внутриклеточная регистрация



Рис. 3 Мембранный потенциал и его изменения



состояние покоя (поляризация)

Проницаемость мембраны низкая. На наружной ее поверхности ионы натрия и кальция, на внутренней - ионы калия.

**Все клетки в покое
имеют
отрицательный
мембранный
потенциал**

КОМПОНЕНТЫ МПП

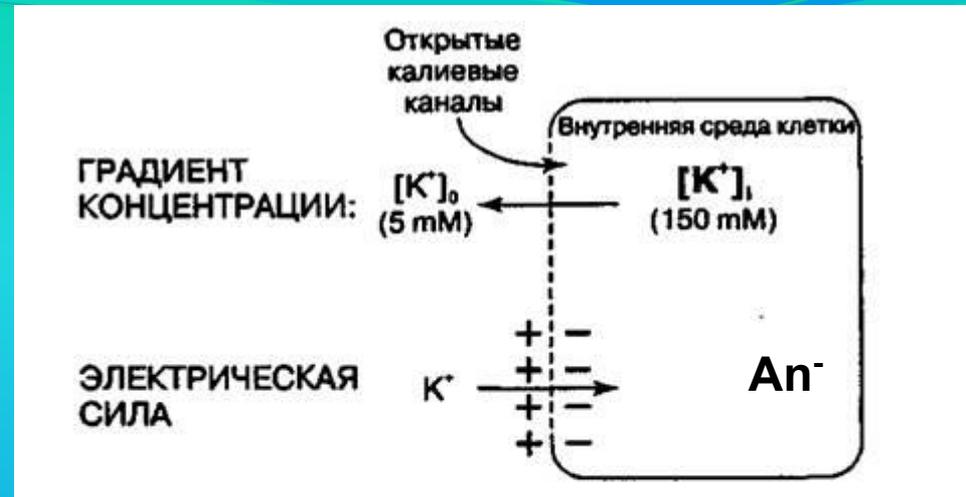


Ионная компонента зависит от концентрационных градиентов ионов и мембранных проницаемостей для них.



Метаболическая компонента: Na/K-насос выкачивает из цитоплазмы 3 иона Na^+ в обмен на 2 иона K^+ с использованием энергии АТФ.

Ионная компонента МПП

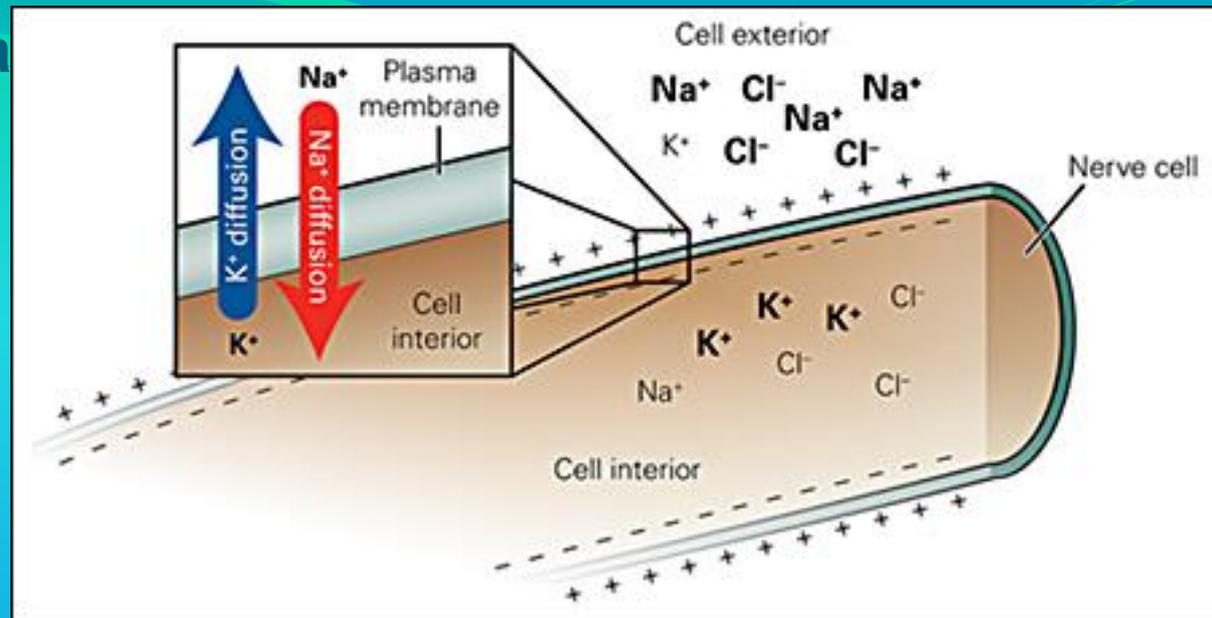


Расчет *равновесного потенциала.*
Уравнение Нернста.

$$E_{K^+} = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_{нар}}{[K^+]_{внутр}}$$

где E_{K^+} - равновесный потенциал для K^+ ; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура; F – число Фарадея; $[K^+]_{нар}$ и $[K^+]_{внутр}$ – наружная и внутр. концентрации K^+ .

Ионная компонента МПП



Расчет *равновесного потенциала.*

Уравнение Гольдмана.

$$E_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{K^+}[K^+]_{нар} + P_{Na^+}[Na^+]_{нар} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{внутр}}{P_{K^+}[K^+]_{внутр} + P_{Na^+}[Na^+]_{внутр} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{нар}}$$

где E_m – мембранный потенциал, P — проницаемость мембраны для соответствующих ионов. Ее часто выражают в относительных величинах, принимая P_K за единицу. Для мембраны аксона кальмара в покое отношение $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$.

Значение МПП для клетки

- МПП является основным условием, обеспечивающим возбудимость клетки.
- МПП обеспечивает регуляцию деятельности внутренних органов и опорно-двигательного аппарата посредством запуска процессов возбуждения и сокращения в мышце.

4. Потенциал действия

Возбуждение, проявлением которого служит быстрое колебание мембранного потенциала, называется **потенциалом действия**.



Условия возникновения возбуждения

- мембранный потенциал должен стать равным или меньше критического уровня деполяризации ($MP \leq KUD$)

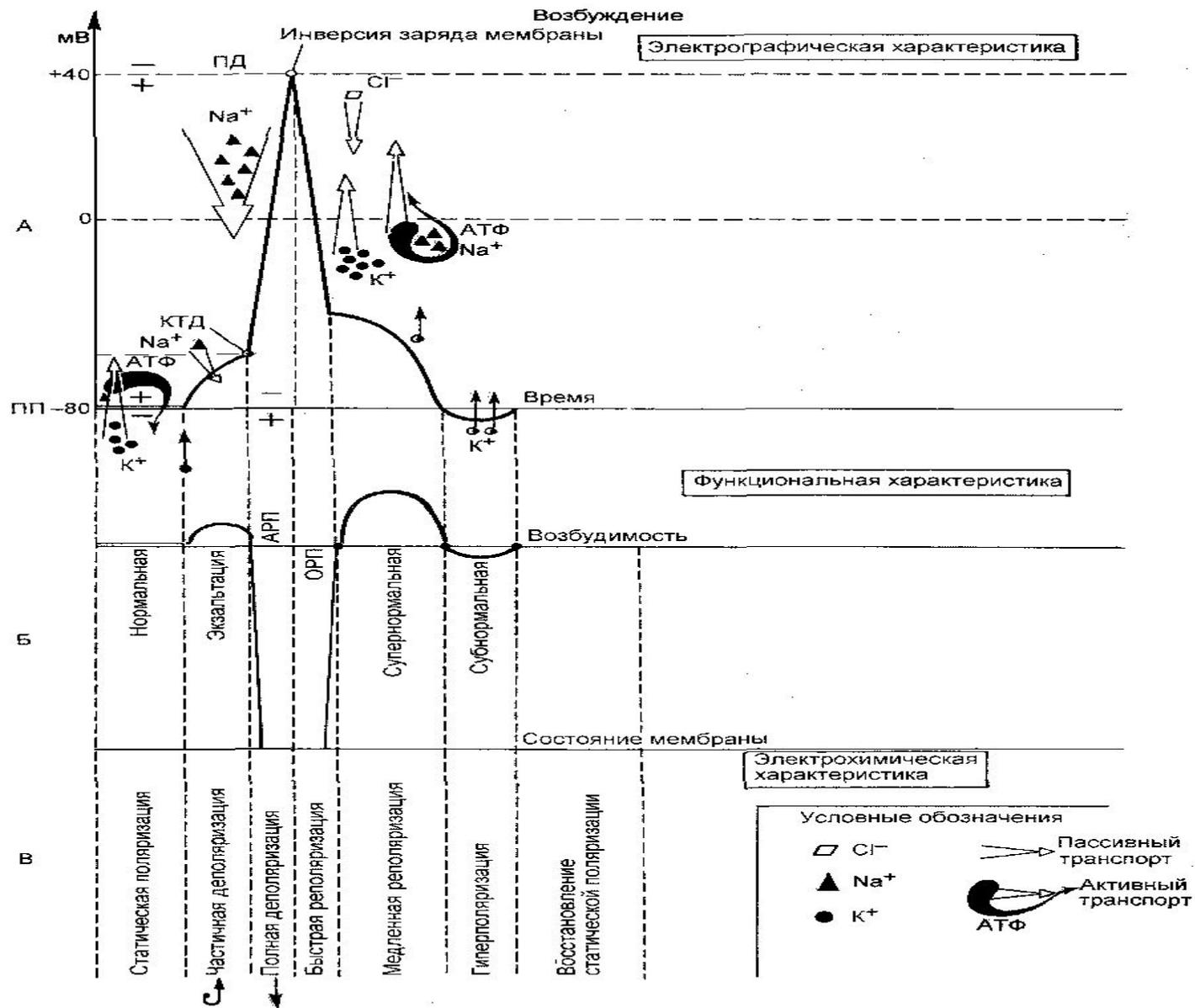
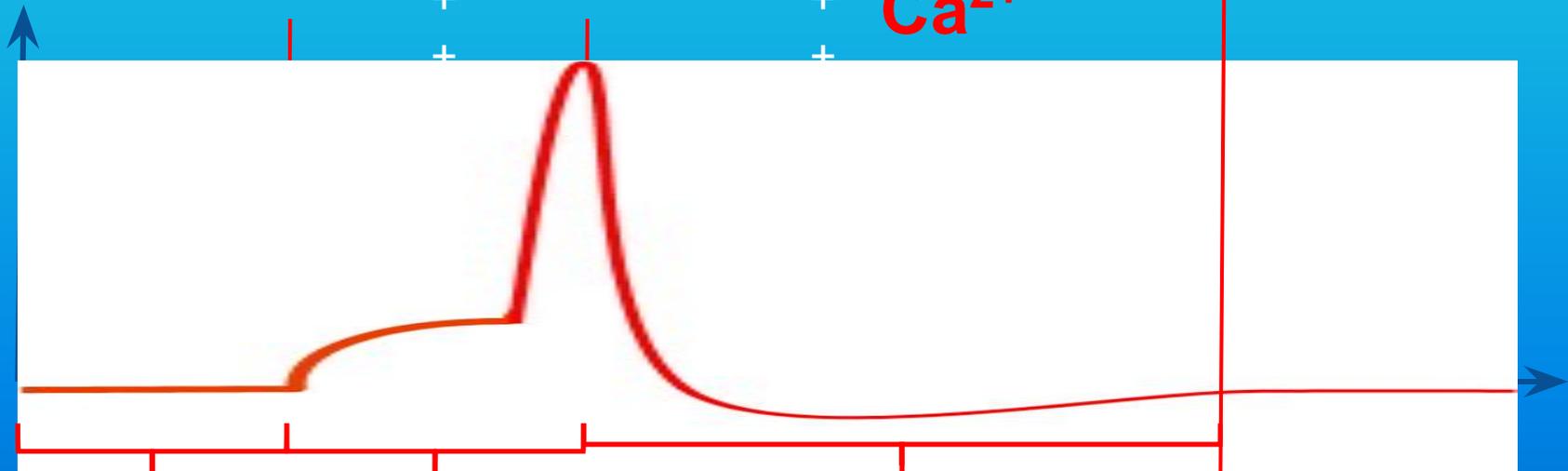
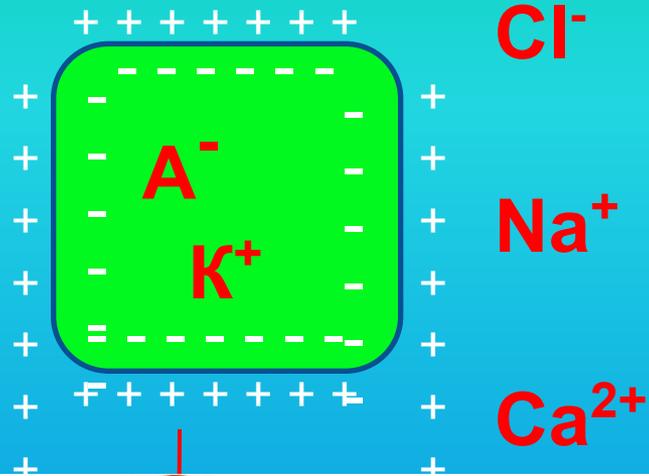


Рис. 4.8. Проявления процесса возбуждения: электрографические — А, ПД; функциональные — Б, изменение возбудимости; электрохимические — В.

Электрохимические проявления

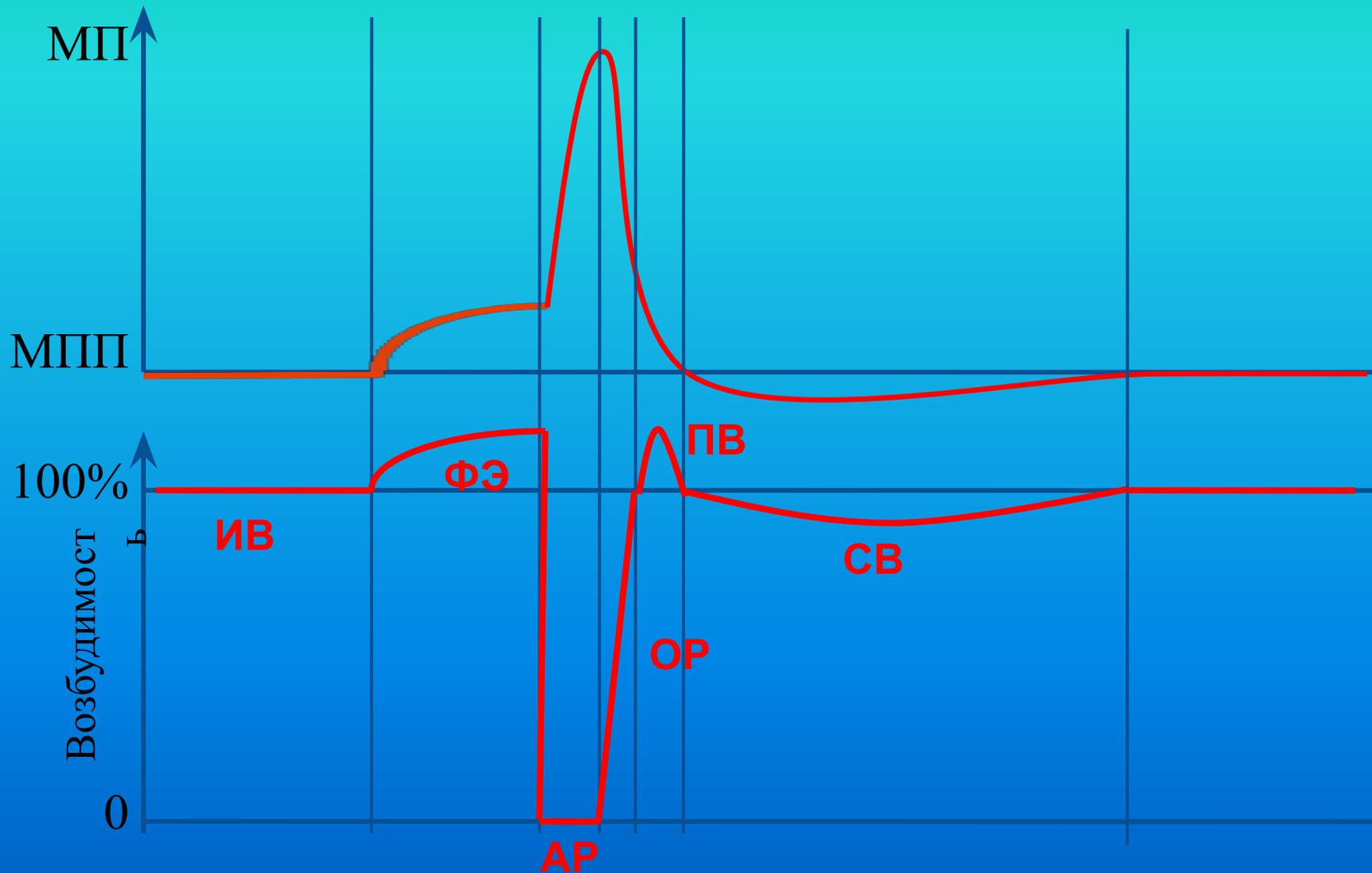


покой

Na⁺ в клетку

K⁺ из клетки

Функциональные проявления



Спасибо за внимание!