

Розділ 2.3. МЕМБРАННИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Мембранний потенціал (потенціал спокою) – різниця потенціалів між зовнішньою («+») і внутрішньою («-») поверхнями мембрани (-60 – -90 мВ). Величина постійна для кожного виду клітин.

Значення мембранного потенціалу – забезпечення біологічної властивості — збудливості, тобто готовності до збудження.

Виникнення мембранного потенціалу обумовлене:

I. Різною концентрацією іонів Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- всередині і зовні клітини: у внутрішньоклітинній рідині більше іонів K^+ (в 50 разів) і HCO_3^- ; в позаклітинній рідині – більше іонів Na^+ (в 8-12 разів) і Cl^- (в 30 разів). Зовнішня поверхня заряджена позитивно за рахунок катіонів (Na^+ і K^+), внутрішня – негативно за рахунок аніонів (A^- – органічні кислоти).

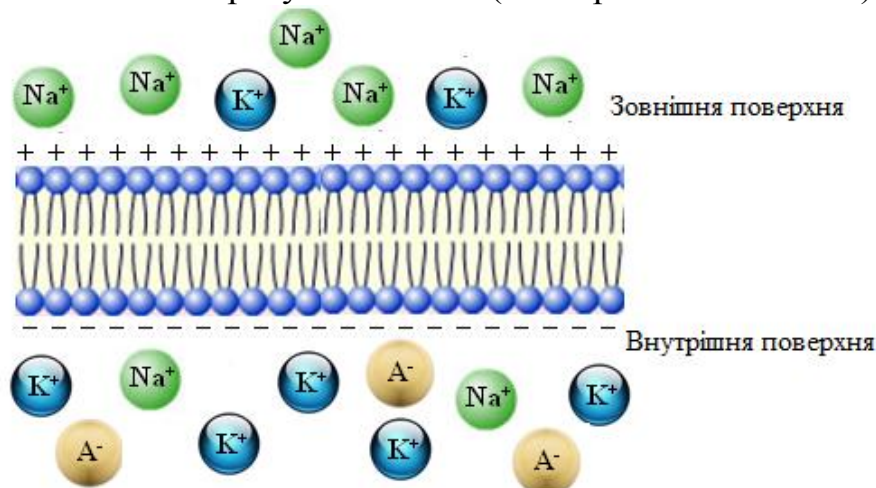


Рис. 1. Розташування іонів і поляризація мембрани клітини в стані спокою

II. Різною проникністю мембрани для цих іонів.

У стані спокою мембрана проникна для іонів K^+ , тому що більшість калієвих каналів відкриті, слабо проникна для Na^+ , тому що практично всі натрієві канали закриті, і непроникна для органічних аніонів і Cl^- , оскільки всі канали для них закриті. Такий стан іонних каналів мембрани дуже важливий для генерації мембранного потенціалу. Крім того, поляризація мембрани при відкритих калієвих каналах пояснюється ще, хоча і невеликим, але існуючим витоком внутрішньоклітинного K^+ у навколишнє середовище. Витік K^+ створює різницю електричних потенціалів в умовах, коли вхід Na^+ у клітину або вихід з неї органічних аніонів, що могли б порушити градієнт іонів, виключені властивостями спочиваючої мембрани. У цій ситуації на мембрані створюється подвійний електричний шар: зовні – катіони, в основному, Na^+ , усередині – аніони, переважно, органічних кислот. Таким чином, вихід K^+ із клітини створює надлишок позитивного заряду на зовнішній поверхні мембрани, сумуючись із позитивними зарядами іонів Na^+ .

Негативно ж заряджені іони цитоплазми концентруються біля внутрішньої поверхні мембрани, створюючи негативний потенціал.

III. Na^+ - K^+ -насос підтримує різницю концентрацій Na^+ і K^+ по обидві сторони мембрани (3 Na^+ на 2 K^+). Він відкачує натрій із клітини і повертає калій в клітину. Такий перенос проти градієнта концентрації називається активним іонним транспортом на відміну від пасивного – витоку іонів. Основним компонентом натрій-калієвого насоса є фермент – Na, K-ATФаза . Іонний насос працює, споживаючи енергію АТФ, що надходить з мітохондрій.

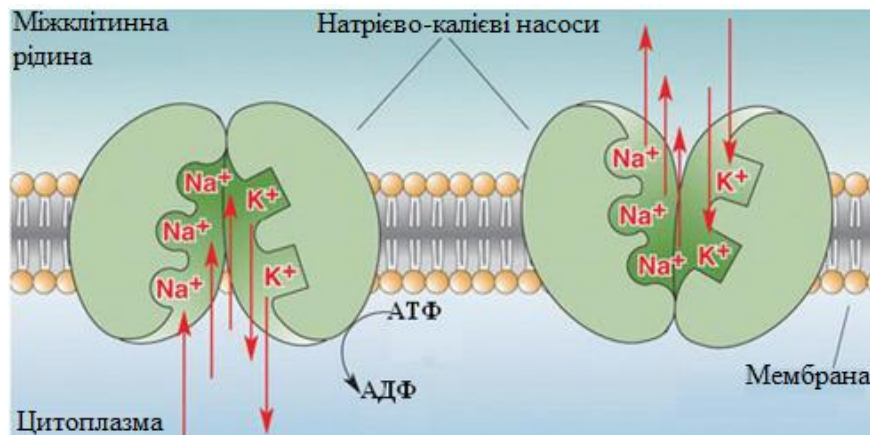


Рис. 2. Натрієво-калієвий насос мембрани

Натрієво-калієвий насос приєднує з боку мембрани три іона Na^+ , що змінює конформацію активного центру АТФази, яка після активації здатна гідролізувати одну молекулу АТФ, причому фосфат-іон фіксується на поверхні переносника з боку мембрани.

Енергія витрачається на зміну конформації АТФази, після чого три іона Na^+ та іон (фосфат) опиняються на зовнішній стороні мембрани, де іони Na^+ відщеплюються, і заміщуються на два іона K^+ . Потім конформація переносника змінюється на протилежну, іони K^+ опиняються на внутрішній стороні мембрани, відщеплюються, і переносник знову готовий до роботи.

Функції АТФази:

1. Зсередини клітини "забирає" три іона Na^+ , потім розщеплює молекулу АТФ і приєднує до себе фосфат
2. "Викидає" іони Na^+ і приєднує два іона K^+ із зовнішнього середовища
3. Від'єднує фосфат, два іона K^+ викидає всередину клітини

Таким чином, в позаклітинному середовищі створюється висока концентрація іонів Na^+ , а всередині клітини – висока концентрація K^+ . Робота Na^+, K^+ -АТФази створює не тільки різницю концентрацій, але і різницю зарядів – на зовнішній стороні мембрани створюється позитивний заряд, на внутрішній – негативний.