

ЕЛЕКТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАЗМАТИЧНОЇ МЕМБРАНИ
КЛІТИН СЛИННОЇ ЗАЛОЗИ ВІНОГРАДНОГО СЛИМАКА

М. Ю. Клевець, М. Ф. Шуба

Львівський університет; Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Як свідчать літературні дані, клітини досліджених до цього часу слинних залоз не здатні генерувати потенціалів дії ні спонтанно, ні при подразненні секреторних нервів [2, 10, 11]. Пояснюється це хемозбудливістю їх плазматичної мембрани [4, 7].

Ми вивчали здатність клітин слинних залоз генерувати потенціали дії при їх прямому подразненні електричним струмом і досліджували деякі електричні параметри їх плазматичної мембрани.

Методика досліджень

Досліди проведені на слинних залозах виноградного слимака *Helix pomatia*. Відпрепаровані залози закріплювали у невеликій камері з проточним розчином Рінгера такого складу: NaCl—75 мМ; KCl—5 мМ; CaCl₂—10 мМ [1].

Подразнення клітин електричним струмом і відведення змін мембранного потенціалу здійснювали одним і тим же мікроелектродом, який вмикали в компенсаторну мостову схему [6]. В процесі відбору мікроелектродів придатними вважали ті з них, які не спотворювали форми і величини позитивних і негативних прямокутних імпульсів і опір яких не перевищував 15 Мом.

Для вимірювання сили подразного струму використовували один канал осцилографа СІ-18, а другий з катодним повторювачем на вході [3] служив для реєстрації змін мембранного потенціалу.

Подразнення здійснювали струмами прямокутних імпульсів тривалістю 20 мсек. Частота подразнення становила 0,6—1 ім/сек. Генератором прямокутних імпульсів служив електростимулятор УЕС-2М, в комплекті якого наявний радіочастотний перетворювач.

Розміри клітин визначали на гістологічних препаратах залози з допомогою гвинтового окулярного мікрометра АМ-9-2.

Результати досліджень

На рис. 1 наведені електротонічні потенціали і прямокутні імпульси, якими викликався електротон. Відхилення вгору відповідають кателектротону і негативним імпульсам, а вниз — анелектротону і позитивним імпульсам.

З рис. 1, I видно, що при силі струму $0,57 \cdot 10^{-9}$ а величина кат- і анелектротону однакова і становить 30 мв. Збільшення сили струму до $1 \cdot 10^{-9}$ а супроводжується збільшенням амплітуди і виникненням відмінності між кат- і анелектротонами (рис. 1, II). Амплітуда анелектротону дорівнює за цих умов 45 мв. Амплітуда кателектротону також досягає 45 мв, проте зменшується наприкінці імпульсу до 36 мв. За рахунок цього на кателектротоні формується своєрідний зліт, який нагадує локальний потенціал нервових і м'язових клітин.

У відповідь на імпульс величиною $1,29 \cdot 10^{-9}$ а (рис. 1, III) виникає анелектротон амплітудою 55,5 мв; кателектротон разом із зльотом досягає 49,5 мв, без зльоту — 37,5 мв. При струмі $2 \cdot 10^{-9}$ а (рис. 1, IV) амплітуда анелектротону досягає 76,5 мв, наприкінці імпульсу зменшується до 65 мв. Внаслідок цього на анелектротоні виникає також зліт, характерний і для клітин інших збудливих тканин [5]. Кателектротон із зльотом дорівнює в цих умовах 57 мв, без зльоту — 45 мв. Зліт на кат- і анелектротоні виникає при струмах $2,45 \cdot 10^{-9}$ а (рис. 1, V) і $2,7 \cdot 10^{-9}$ а (рис. 1, VI). Слід відзначити, що із збільшенням частоти подразнення величина зльоту зменшується як на кателектротоні, так і на анелектротоні.

На рис. 2 наведено графік залежності амплітуди електротонічних потенціалів від сили струму або ж вольт-амперна характеристика мембрани, яка свідчить про те, що

до виникнення зльоту на кат- і анелектротоні існує лінійна залежність між силою струму і амплітудою електротонічних потенціалів. Це означає, що в даній ділянці опір мембрани залишається постійним як для вхідних, так і для вихідних струмів. Починаючи приблизно з $0,5 \cdot 10^{-9}$ а лінійна залежність порушується по відношенню до вихідних струмів, а з $1,5 \cdot 10^{-9}$ а і по відношенню до вхідних струмів, що зв'язано із зменшенням опору мембрани. Оскільки поріг зменшення опору мембрани для вихідних струмів менший, ніж для вхідних, то при силах струму між цими порогами мембрана проявляє властивості випрямлення, які виражаються у більшій амплітуді анелектротону, ніж кателектротону.

Враховуючи поведінку мембрани, ми використали для визначення її опору і ємності гіперполяризуючі поштовхи струму силою $1 \cdot 10^{-9}$ а. За даними дев'яти вимірювань, цей струм викликає на

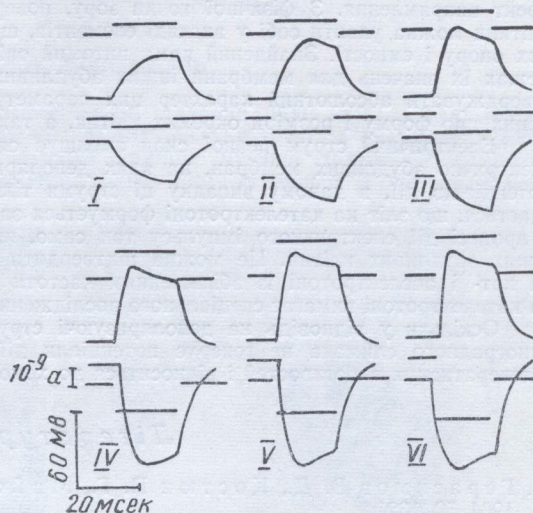


Рис. 1. Електротонічні потенціали і прямокутні електричні імпульси, що їх викликають. Пояснення в тексті.

опорі мембрани спад напруги величиною $39,1 \pm 3,7$ мВ. Тоді, виходячи з закону Ома, вхідний опір клітин дорівнює в середньому $39,1$ Мом. При середньому діаметрі клітин 30 мк площа їх кулястої поверхні дорівнює $2,8 \cdot 10^{-5}$ см², а опір мембрани на одиницю поверхні $R_m = 1094,8$ ом·см².

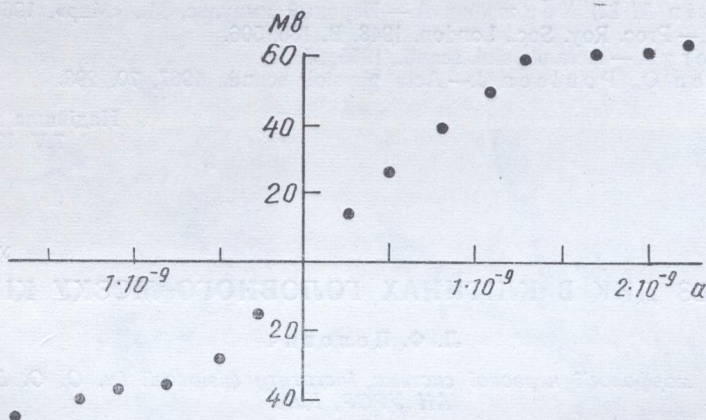


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика мембрани слинних залозистих клітин виноградного слимака.

По горизонталі: праворуч — гіперполяризуючий струм, ліворуч — деполаризуючий. По вертикалі: вгорі — анелектротон, внизу — кателектротон. Амплітуду електротонічних потенціалів відкладено без зльоту.

Вимірювання часу наростання цих же електротонічних потенціалів до $0,63$ їх амплітуди дали середнє значення постійної часу $\tau = 3,9 \pm 0,08$ мсек. Згідно розрахунків за формулою $\tau = RC$, вхідна ємність мембрани рівна $9,9 \cdot 10^{-5}$ мкф, а питома ємність $C_m = 3,5$ мкф/см².