

ПРОНИЦАЕМОСТЬ БИМОЛЕКУЛЯРНЫХ ФОСФОЛИПИДНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ИОНОВ

Е. А. ЛИБЕРМАН, В. П. ТОПАЛЫ

Институт биологической физики АН СССР, Пущино (Московская область)

Проводимость бимолекулярных мембран увеличивается при добавлении в водные растворы, окружающие мембраны, солей четырехзамещенного аммония, тетрафенилборнатрия или фенилдикарбаундекаборана цезия. Проводимость мембран в присутствии этих веществ связана с прямым прохождением через мембрану жирорастворимых ионов. Изученные анионы проникают через мембраны значительно лучше катионов из-за гораздо более высокого коэффициента распределения между липидной фазой мембраны и водной средой (для анионов коэффициент распределения $\sim 10^4$, для катионов ~ 1). В присутствии малых количеств анионов проницаемость бимолекулярных мембран для катионов, а также коэффициент распределения катионов между мембраной и водой значительно возрастают. Высказано предположение, что помимо отрицательного поверхностного заряда бимолекулярные мембраны имеют внутренний положительный заряд. Стационарные вольт-амперные характеристики бимолекулярных мембран в присутствии жирорастворимых ионов имеют предельный ток, а нестационарные характеристики в присутствии тетрафенилборнатрия и фенилдикарбаундекаборана цезия имеют участок с отрицательным сопротивлением. Стационарные вольт-амперные характеристики мембран с падающим участком могут возникать, если свободные и связанные с ионом формы подвижных переносчиков одновременно заряжены. Предложен способ определения знака заряда одновременно заряженных подвижных переносчиков в мембране. Примером переносчиков H^+ , у которых обе формы заряжены отрицательно, может служить декахлорбарен при рН 12—13. Переносчики с положительно заряженными формами образуются при введении в липидный раствор, из которого получают мембраны, тетрахлор-2-трифторметилбензимидазола (~ 1 мг/мл), а в водные растворы с рН 5,5—6,5 сульфата меди (10^{-6} — 10^{-5} М) и гидроксилamina (10^{-4} —1 М).

В предыдущих работах [1—4] исследовался перенос H^+ и ряда других ионов через бимолекулярные фосфолипидные мембраны (БФМ). Опыты показали, что наиболее вероятным механизмом ионной проницаемости БФМ является транспорт ионов с помощью подвижных жирорастворимых переносчиков [2]. Результаты теоретического расчета в рамках этой модели [4] находятся в хорошем согласии с основными экспериментальными фактами. Настоящая работа посвящена описанию дальнейших экспериментов для проверки модели подвижных переносчиков. Изучался прямой проход через БФМ жирорастворимых ионов: диметилдобензиламмония (DDA^+), триметилфениламмония (TFA^+), трифенилметилфосфония (TFF^+), тетрафенилбората (TB^-) и фенилдикарбаундекаборана (FDB^-).

Методика

Мембраны получали из смеси фосфолипидов бычьего мозга. Опыты проводились по методике, описанной ранее [1—3].

Для определения коэффициентов распределения проникающих ионов между мембраной и водным раствором использовались мицеллы из