

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 577.3

С. А. БАДЖИНЯН, С. А. КОВАЛЕВ, Л. М. ЧАЙЛАХЯН

ИЗМЕНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ БИМОЛЕКУЛЯРНЫХ
ФОСФОЛИПИДНЫХ МЕМБРАН ПРИ ИХ СЛИПАНИИ

В отношении некоторых типов клеток известно, что в области их контакта существуют мембраны, сопротивление которых меньше, чем сопротивление свободных мембран. Левенштейн и Канно [2, 3] определили электрическое сопротивление мембран в области межклеточных контактов и мембран свободной поверхности клеток слюнной железы личинки дрозофилы. Исследования Левенштейна показали, что контактирующие поверхности клеток обладают высокой проницаемостью, что является довольно общим для многих явлением [2, 3].

Нами измерялось электрическое сопротивление мембран двух фосфолипидных бимолекулярных мембран в области их контакта и свободной поверхности. Эти мембраны являются довольно близкой моделью биологических мембран, поскольку обладают как структурными (химический состав, толщина) 60—90 Å, емкость—0,5 мкф/см²), так и важными функциональными особенностями (избирательная проницаемость для ионов) биологических мембран [1, 5]. Фосфолипидные мембраны, используемые нами, получались по методу, описанному впервые Мюллером и его соавторами [4]. Использовались фосфолипиды, экстрагированные из белого вещества бычьего мозга. Перед началом работы они переводились в раствор Н-гептана, концентрация липидов в растворе равнялась примерно 3—4 мг/мл. Сферические мембраны получались нанесением капли раствора фосфолипида на отверстия двух тефлоновых трубок с внутренним диаметром отверстий, равным 1 мм. Каналы этих трубок и сосуд, в котором находились трубки, заполнялись водными растворами солей NaCl и KCl в концентрации от 1 мМ до 100 мМ. При помощи шприцев из отверстий трубочек выдувались сферические мембраны нужного диаметра. После получения шаров мембраны, как правило, через несколько минут «чернели»,—свидетельствует о том, что они становились бимолекулярными.

Измерение сопротивления фосфолипидных мембран проводилось электрометрическим прибором типа VI-2 при помощи хлорсеребряных электродов с агаровыми мостиками, введенными внутрь фосфолипидных шаров. Первоначально была проведена серия опытов по измерению сум-

марного сопротивления двух сферических мембран до и после их слипания на немодифицированных мембранах. Во всех случаях имело место четкое падение суммарного сопротивления двух мембран при их слипании. Суммарное сопротивление двух разведенных сферических мембран колебалось в пределах 7×10^9 — 9×10^9 ом, каждая из них имела площадь 9—12 мм². Сопротивление этих же мембран после слипания составляло 4×10^9 — 6×10^9 ом (площадь контакта—0,7—1,5 мм²).

Таким образом, наблюдается уменьшение суммарного сопротивления сферических мембран при их контакте в 1,5—2 раза.

Сходная серия опытов была проведена и в отношении мембран, модифицированных разобшителем. Использовался разобшитель окислительного фосфорилирования ТТФБ в концентрации 10^{-5} М, понижающий сопротивление мембран примерно на три порядка. Если сопротивление сферических мембран с площадью 9—12 мм² до слипания колебалось в пределах $7,5 \times 10^6$ — 12×10^6 ом, то при слипании (площадь зоны контакта—0,9—1,3 мм²) оно было равно $4,5 \times 10^6$ — 7×10^6 ом, т. е. относительное уменьшение суммарного сопротивления примерно такое же, как и на немодифицированных мембранах.

Так как в опытах на модифицированных и немодифицированных мембранах в момент слипания не происходило заметного изменения площади сфер и их расположения, то остается предположить, что падение сопротивления контактирующих сферических мембран связано с процессом слипания. Расчетные величины сопротивления на единицу поверхности немодифицированных мембран составили $4,7 \times 10^8$ ом см² вне области контакта и $1,2 \times 10^8$ ом см² в области контакта. Для модифицированных разобшителем ТТФБ в концентрации 10^{-5} М мембран соответствующие величины составляют $3,8 \times 10^5$ ом см² и $0,8 \times 10^5$ ом см². Таким образом, сопротивление на единицу поверхности в области слипания примерно в пять раз ниже сопротивления на единицу поверхности свободной бимолекулярной фосфолипидной мембраны.

Нами исследовалось также сопротивление свободных и контактных мембран при различных концентрациях водородных ионов в солевых растворах. Для поддержания стабильности концентрации ионов водорода в солевых растворах использовался цитратно-фосфатно-боратный буфер. Оказалось, что сопротивление свободных мембран уменьшается при варьировании от рН 3 до рН 5 и увеличивается при изменении от рН 3 до рН 9, причем при рН 9 оно оказывается больше, чем при рН 3. Суммарное сопротивление двух слипшихся сферических фосфолипидных бимолекулярных мембран всегда было в 1,5—2 раза меньше такового до слипания их. Подобная картина наблюдалась и при введении в солевые растворы разобшителя ТТФБ в концентрации от 10^{-4} М до 10^{-7} М. Таким образом, проведенные опыты показывают, что относительное увеличение проводимости сферических фосфолипидных бимолекулярных мембран в области контакта существенно не меняется при изменениях рН от 3 до 9. Было бы интересно в дальнейших исследованиях найти условия, при которых увеличение проводимости искусственных фосфоли-

пидных мембран в области контакта было бы сходно с биологическими объектами.

Институт проблемы передачи информации
АН СССР, Москва

Поступило 7.VII 1970 г

Ս. Ա. ԲԱԶԺԻՅԱՆ, Ս. Ա. ԿՈՎԱԼԵՎ, Լ. Մ. ՉԱԼԱԽՅԱՆ

ԵՐԿՄՈՒԵԿԱՌՈՒՄԸ ՖՈՍՖՈՐԻՊԻՄԱՆ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ԴԻՄԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆՐԱՆՑ ՄԻԱԶՈՒՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Աշխատության մեջ հաստատված է երկմոլեկուլյար ֆոսֆորիլիդային թաղանթների ընդհանուր, գումարային դիմադրության անկումը 1,5—2 անգամ նրանց միաձուլման ժամանակ: Որոշված է երկու ֆոսֆորիլիդային զնդած թաղանթների դիմադրությունը միաձուլման հատվածի մակերեսի միավորում: Այն մոտավորապես 5 անգամ փոքր է ազատ թաղանթների մակերեսային միավորի դիմադրությունից:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Либерман Е. А., Бабаков А. В., Биофизика, 13, 362, 1968.
2. Kanno Y., Loewenstein W. R. Science, 143, 959, 1964.
3. Loewenstein W. R. Nature, 212, 629, 1966.
4. Mueller F., Rudin D. O., Tien H. T., Wescott W. C. Nature, 194, 979, 1962.
5. Tien H. T., Diann A. L. Chem. Phys. Lipids, 2, 1967.