

Глава 2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ

Биологические мембраны (лат. membrana — кожа, оболочка, перепонка) — структуры, ограничивающие клетки (клеточные, или плазматические, мембраны) и внутриклеточные органеллы (мембраны митохондрий, хлоропластов, лизосом, эндоплазматического ретикулума и др.). Мембраны содержат белки, липиды, углеводы, различные макромолекулы (гликопротеиды, гликолипиды), а также в небольших количествах коферменты, нуклеиновые кислоты, антиоксиданты, неорганические ионы и т. д.

Биологические мембраны состоят из нескольких молекулярных слоев, суммарная толщина которых обычно не превышает 10 нм.

Предположение о существовании мембран, отделяющих внутреннее содержимое живой клетки от окружающей среды, высказывалось еще в XIX в. На это указывали, в частности, данные о значительных различиях между составом клетки и окружающей среды. В 1890 г. немецкий исследователь В. Пфедфер (W. Pfeffer) предложил термин «клеточная, или плазматическая, мембрана». Однако увидеть и сфотографировать ПМ удалось лишь в 40-е гг. XX в. при использовании электронного микроскопа. В 1935 г. Дж. Даниелли (J. Danielli) и Г. Давсон (H. Davson) сформулировали гипотезу двойного липидного слоя, определяющего строение ПМ. В 1964 г. Дж. Д. Робертсон (J. D. Robertson) развил данное представление, сформулировав концепцию асимметричности в строении ПМ. Согласно его теории биологическая мембрана содержит белки, которые связаны электростатически; на наружной поверхности БМ находятся гликолипиды. В 1966 г. Дж. Ленард (J. Lenard) и С. Сингер (S. Singer) предложили жидкомозаичную модель структуры БМ, согласно которой белки «плавают» на поверхности липидного бислоя в виде глобулярных молекул, погруженных в БМ. В 1970 г. Г. Вандеркой (G. Vanderkooi) и Д. Е. Грин (D. E. Green) предложили белково-кристаллическую модель структуры БМ; наличие в БМ жесткой белковой структуры обусловлено дальнедействующими белок-белковыми взаимодействиями. Отметим, что эти представления активно развиваются и сегодня (рис. 2.1). В настоящее время наиболее популярна теория жидкомозаичной мембраны.

Рассмотрим подробнее плазматическую мембрану. ПМ играют важную роль в осуществлении следующих клеточных функций:

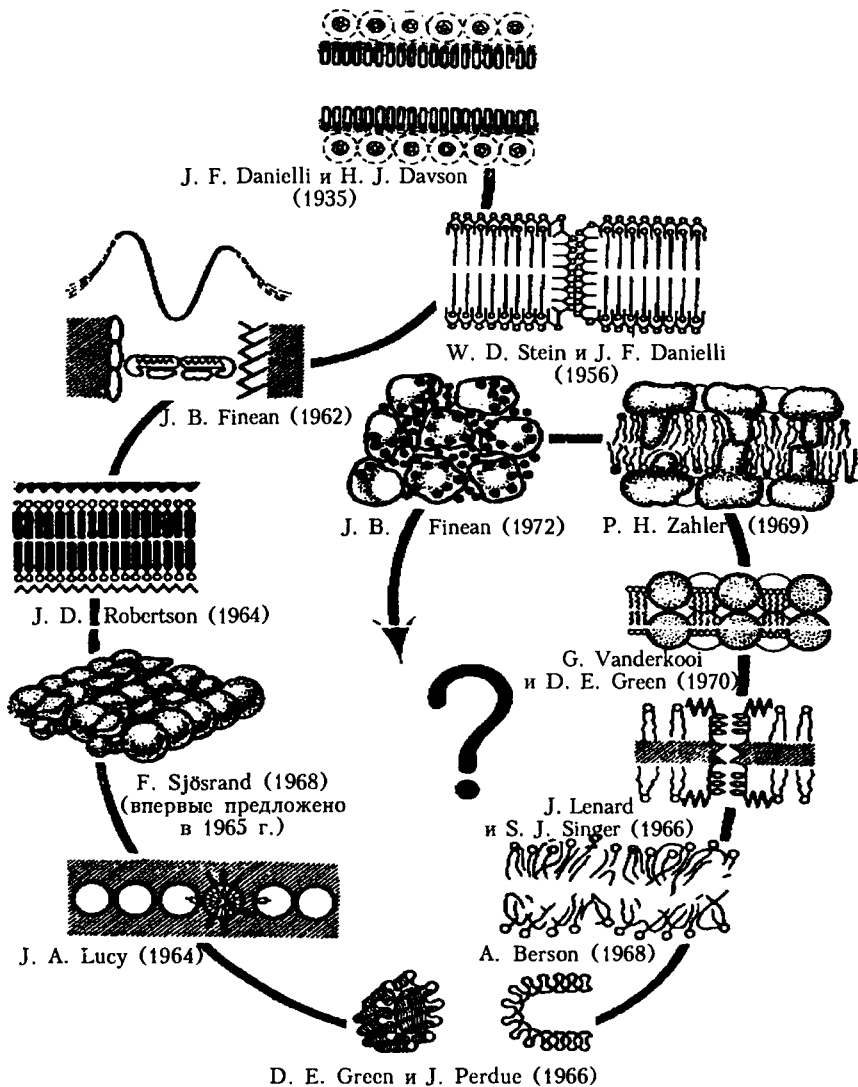


Рис. 2.1. Развитие представлений о молекулярной организации биологических мембран

- 1) механическая — обеспечивают прочность и автономность клетки;
- 2) барьерная — благодаря полупроницаемости обеспечивают селективный транспорт и распределение ионов между клеткой и средой;

3) генерация и проведение возбуждения — содержат каналы, обменники и насосы, обеспечивающие транспорт ионов;

4) энергетическая — обеспечивают синтез АТФ в мембранах митохондрий и хлоропластов;

5) матричная — обеспечивают расположение и ориентацию белков и их взаимодействие;

6) адгезивная — обеспечивают межклеточные взаимодействия;

7) двигательная — обеспечивают процесс движения клетки;

8) секреторная — обеспечивают процесс экзо- и эндоцитоза.

Липиды ПМ подразделяют на фосфолипиды, гликолипиды, холестерин, триглицерол, стероиды и свободные жирные кислоты. Белки ПМ выполняют ряд функций (клеточное узнавание, рецепция, соединение отдельных комплексов и т. д.) и подразделяются на интегральные и периферические. Интегральные белки пронизывают липидный бислой ПМ и связаны с фосфоинозиотидами. Периферические белки локализованы на поверхности ПМ (ферменты; белки, координирующие форму цитоскелета; белки, связанные с гликокаликсом).

Для ПМ клетки характерно явление асимметрии, при котором распределение и состав липидов на цитоплазматической поверхности мембраны отличаются от распределения и состава на экстраклеточной. Явление асимметрии ПМ необходимо для:

— поддержания исходной формы клетки;

— фиксации белковой ориентации, способствующей максимальному проявлению их активности (фермент, канал);

— распознавания антигенов;

— регуляции вязкости ПМ;

— обеспечения процесса выведения старых клеток.

В настоящее время рассматриваются несколько общих факторов, регулирующих состояние ПМ. К ним относят действие температуры, состав жирных кислот, содержание холестерина, контакт ПМ с цитоскелетом, действие детергентов, анестетиков и гормонов.

Особый интерес представляют данные о наличии в ПМ специализированных областей (доменов). Функциональное значение данных структурных модификаций ПМ заключается в определении различий между апикальной и базолатеральной поверхностями полярных клеток, создании барьеров между апикальной и базолатеральной мембранами, изменении характера процессов рецепции.

2.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

В соответствии с задачами эксперимента при исследовании мембран применяются следующие методы.