

2.3. ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА

Плазматическая мембрана представляет собой барьер с высокоизбирательной проницаемостью, который отделяет клетку от окружающей среды и одновременно контактирует с внутриклеточными органеллами (рис. 2.14, 2.15). Сама плазматическая мембрана есть сложное образование, состоящее из нескольких слоев. Периферическая зона ПМ у растительных и животных клеток различна. Непосредственно с ПМ соприкасается та область цитоплазмы (гиалоплазма), которая отличается малым содержанием органелл. У растительных и бактериальных клеток имеется клеточная стенка — толстая прочная оболочка, состоящая из нескольких слоев, включающих белки, полисахариды и другие специфические компоненты. Толщина оболочки различна, как и ее проницаемость, для низкомолекулярных веществ. В животных клетках эта структура обычно отсутствует.

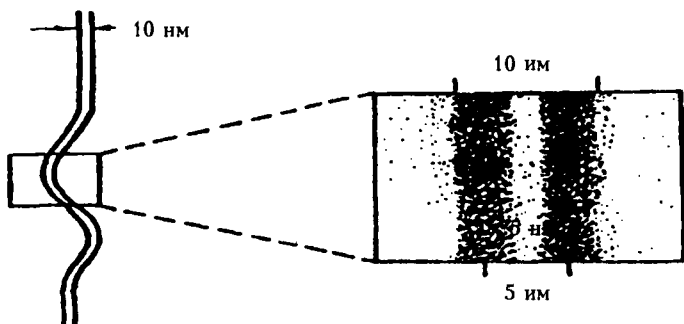


Рис. 2.14. Изображение клеточной мембраны на электронной микрофотографии

У одноклеточных организмов ПМ представляет собой однородный барьер, в то время как у ПМ клетки ткани возможны изменения структуры, связанные с наличием межклеточных контактов. Известно несколько видов межклеточных контактов. При плотном контакте мембраны клеток примыкают друг к другу достаточно близко, возможны и межклеточные соединения, посредством которых осуществляется обмен молекул и ионов. При щелевом контакте мембраны соседних клеток разделены межклеточным пространством шириной до 2 нм. Здесь при функционировании необходим перенос ионов и небольших молекул через межклеточное пространство. Иногда мембраны клеток разделены более широким пространством — от 15 до 35 нм. В данном случае наблюдают изменения примембранного слоя цитоплазмы и даже самой мембраны. Такой тип межклеточного контакта называется десмосомой (рис. 2.16).

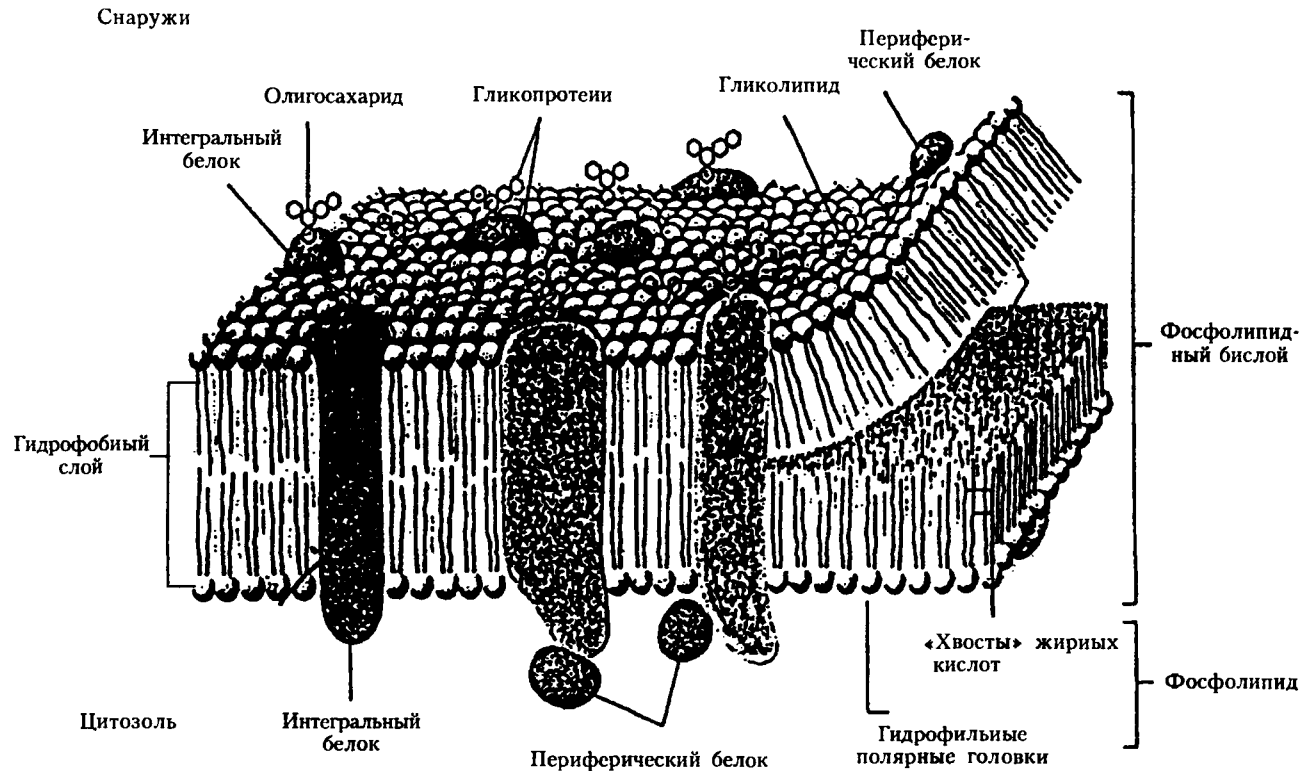


Рис. 2.15. Схематическая модель участка клеточной мембраны

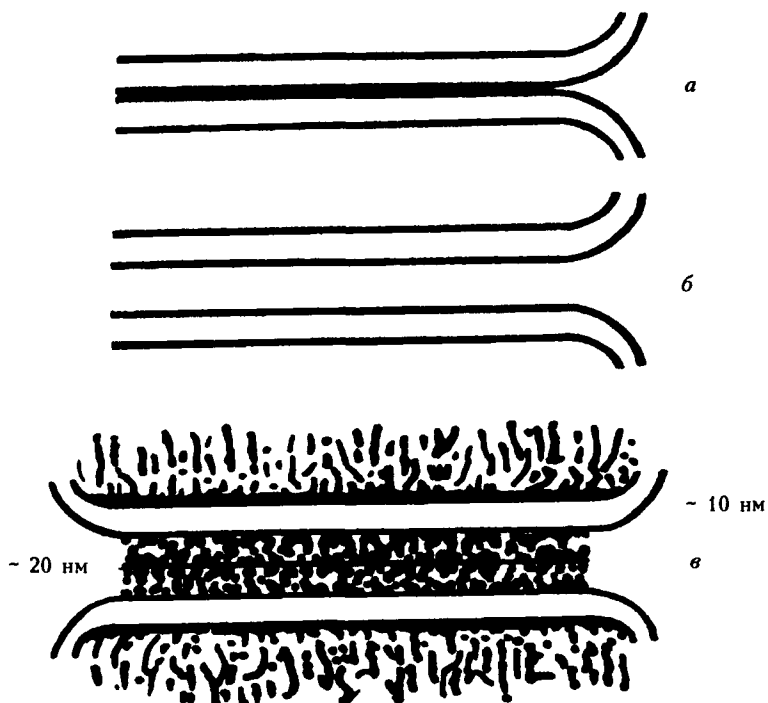


Рис. 2.16. Типы межклеточных контактов: *a* — плотный, *б* — контакт со щелью; *в* — десмосома

В ПМ постоянно происходит движение макромолекул, ее эластичность меняется. Однако связь механических изменений с функционированием мембраны исследована мало. Трудно также определить, какие механические изменения связаны с самой плазматической мембраной и какие — с гиалоплазмой.

В плазматических мембранах всех эукариотических клеток большинство белков, расположенных на поверхности клетки, и некоторые липидные молекулы наружного монослоя ковалентно связаны с олигосахаридными цепями. Углеводные цепи могут быть сложными. Функции их пока не установлены, но предполагается, что некоторые из олигосахаридных цепей участвуют в процессах межклеточной рецепции.

Функции плазматических мембран многообразны: механическая защита содержимого клеток; их электрическая изоляция от окружающей среды; участие в синтезе компонентов клеточных стенок и локализация рецепторов и поверхностных антигенов; поглощение света; адгезия и слияние; избирательное пропускание ионов и небольших молекул; проведение нервного импульса; экзоцитоз и эндоцитоз; осущест-

ствление пьезоэлектрического эффекта; функция «биологических часов». Большинство из перечисленных функций плазматической мембраны тесно связано с работой целой клетки. Ведущая роль именно плазматической мембраны заключается в обеспечении адгезии, экзо- и эндоцитоза.

Адгезия клеток. Одна из важнейших функций плазматических мембран — обеспечение сцепления клеток друг с другом (адгезия). Соединение клеток возможно благодаря наличию на их поверхности специализированных структур — выростов. Осуществляется сцепление клеток разными способами: в одних случаях создается механическое сцепление по типу «выступ — гнездо», в других между молекулами, входящими в состав структур-выступов, устанавливается химическая связь. Существует предположение, что межклеточная жидкость содержит склеивающее вещество. Основой для такого типа контакта может быть органическая соль кальция, образующая связи с карбоксильными группами белков и липидов. Это предположение подтверждается тем, что с понижением концентрации кальция в межклеточной жидкости способность клеток к адгезии уменьшается.

Взаимодействие клеток существенно зависит от величины поверхностного заряда ПМ. Отрицательный заряд на поверхности клеток вызывает их взаимное отталкивание, сила которого определяется величиной электрокинетического потенциала. Если действием трипсина вызвать полную дезинтеграцию клеток тканей (например, куриного эмбриона), то через некоторое время можно наблюдать слияние однотипных клеток и образование агрегатов из клеток одной ткани. Если смешать клетки зародышей разных видов, то их последующая адгезия будет связана не с видовой специфичностью, а с тканевой принадлежностью. По-видимому, организация клеток в ткани обусловлена локализацией на клеточной поверхности специального механизма. Способность к адгезии у всех клеток различна: клетки злокачественных опухолей обладают более низкой способностью к адгезии, чем нормальные, что объясняется пониженным содержанием Ca^{2+} в раковых клетках и соответственно их высоким поверхностным зарядом. Повышение электрокинетического потенциала вызывает возрастание сил взаимного отталкивания, поэтому опухолевые клетки обладают более высокой подвижностью по сравнению с нормальными. Они легко отрываются от опухоли и уносятся с током тканевой жидкости, инициируя образование метастазов.

Экзоцитоз и эндоцитоз. Клетки выделяют секрет и поглощают макромолекулы посредством экзоцитоза и эндоцитоза. При экзоцитозе, когда везикулы сливаются с плазматической мембраной, их содержимое высвобождается наружу. Под термином «эндоцитоз» подразумеваются фагоцитоз и пиноцитоз — процессы, при которых твердые и жидкие материалы транспортируются из внеклеточного пространства внутрь клетки. При эндоцитозе локальные участки плазматической мембраны выпячиваются и отщепляются внутри клетки, формируя пу-

зырьки. При фагоцитозе формируются крупные пузырьки, при пиноцитозе — мелкие. Большинство эндоцитозных пузырьков в конце концов сливаются с первичными лизосомами. При этом образуются вторичные лизосомы, в которых переваривается большая часть макромолекулярного содержимого пузырьков. Основная же часть мембранных компонентов пузырьков удаляется из вторичных лизосом и возвращается в плазматическую мембрану. Оба процесса — экзоцитоз и эндоцитоз — представляют собой локальные ответы ПМ и цитоплазмы клетки при выполнении функционального запроса. Большинство клеток животных участвует в формировании эндоцитозных пузырьков, что вызывает поглощение внеклеточной жидкости и растворенных в ней веществ (жидкофазный эндоцитоз). Крупные внеклеточные частицы, такие, как обломки клеток или микроорганизмы, захватываются фагоцитами — специализированными клетками, имеющими на поверхности рецепторы различных типов и обеспечивающими фагоцитоз. У одноклеточных (например, амебы) эндоцитоз непосредственно связан с питанием; вгнутриклеточные вакуоли, образующиеся в результате слияния эндоцитозных пузырьков и лизосом, можно рассматривать как примитивный пищеварительный аппарат (низкомолекулярные продукты поступают в цитоплазму, а непереваренные выбрасываются в клетки). У многоклеточных в результате фагоцитоза изолируются и уничтожаются проникающие в организм патогены.

При пиноцитозе клетки аккумулируют различные молекулы из внешней среды. Пиноцитозные пузырьки обычно очень малы и слабо различимы в световом микроскопе. Они присутствуют в клетке в очень большом количестве. Пиноцитоз присущ клеткам различных типов.