

канал заполняется жидкостью из внеш. среды, а затем отделяется и продвигается внутрь цитоплазмы, где через нек-рое время мембрана растворяется и содержимое канала высвобождается. При фагоцитозе частицу окружает вырост клеточной мембраны, к-рый затем втягивается внутрь клетки. Образование и отделение каналов при эндоцитозе требует затраты энергии клеткой.

«Узнавание» внеклеточных частиц осуществляется с помощью системы рецепторов — белков, находящихся, по крайней мере, часть времени вне клеточной мембраны, где они взаимодействуют с внеш. раздражителями. Наряду со своей специфич. ф-цией, хемосорбцией, нек-рые из этих белков играют роль молекул-переносчиков. Связав соответствующую молекулу, белок-рецептор изменяет свою конформацию и стимулирует систему подвижности клетки.

Экзоцитоз (процесс, обратный эндоцитозу) состоит в выделении во внеш. среду веществ, синтезированных в клетке (напр., в мембранах т. н. комплекса Гольджи), в виде пузырьков жидкости. Подобный процесс используется в спец. структуре (синапсе), осуществляющей передачу сигнала от одной нервной клетки к другой с помощью выделения хим. вещества (медиатора). Синапс образован мембранами двух соседних клеток, между к-рыми имеется зазор (рис. 10). Вблизи первой мембраны внутри клетки расположено большое кол-во синаптич. пузырьков, их поверхность образована двуслойной фосфолипидной мембраной, внутри находится медиатор. Нервный импульс существ-

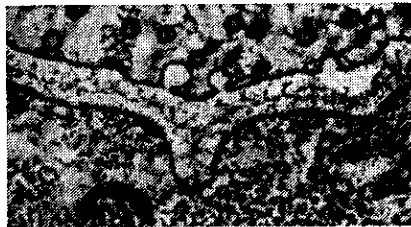


Рис. 10. Электронная микрофотография нервно-мышечного синапса лягушки в момент сливания синаптического пузырька с пресинаптической мембраной и высвобождения медиатора.

венно изменяет ионный состав клетки: ионы K^+ замещаются на ионы Na^+ , а также выделяется нек-рое кол-во ионов Ca^{2+} . Это приводит к встраиванию части пузырьков в мембрану, при этом содержащийся в пузырьках медиатор выделяется в зазор между клетками. Попадая затем на рецепторы второй мембраны, медиатор вызывает её возбуждение.

2. Системы подвижности клеток.

Передвижение клеток осуществляется с помощью спец. систем, при этом расходуется часть энергии, получаемой клеткой из процессов метаболизма, фотосинтеза и хемосинтеза. Бактерии движутся с помощью нитевидных структур (жгутиков), соединённых с «мотором».

Бактериальный мотор состоит (рис. 11) из системы колец (белковых частиц, имеющих форму диска) 4—5, к одному из к-рых прикреплен стержень, а остальные встроены в мембрану и стенку бактериальной клетки 6—7, стенка служит для предохранения организма от повреждений и представляет собой двумерную сеть, охватывающую клетку как мешок; сеть образуется путём полимеризации углеводов и спец. белков клеточной стенки, синтезированных в цитоплазме под действием ферментов, расположенных на внеш. стороне клеточной мембраны. К стержню 3 прикреплен крюк 1, переходящий в длинную нить (филамент) 2. Крюк и нить выступают из тела клетки и погружены в окружающий раствор. Кольца, стержень, крюк и нить составляют бактериальный жгутик. Обычно спираль жгутика является левовинтовой, и при нормальном прямолинейном движении клетки эта спираль вращается против часовой стрелки.

Жгутиковые нити бактерий обладают свойством самосборки. Диаметр нитей $\sim 13,5$ нм, длина \sim неск. мкм. Нити состоят из белка флагеллина, расположенного так, что филамент принимает форму спирали, в к-рой

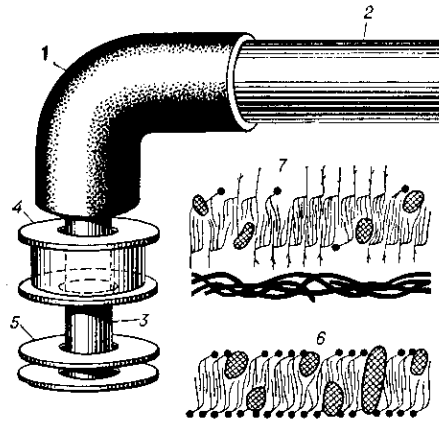


Рис. 11. Схема бактериального мотора: 1 — крюк, 2 — нить (филамент), 3 — стержень, 4—5 — кольца, 6 — клеточная мембрана, 7 — клеточная оболочка.

на один виток приходится 8—10 белковых субъединиц. При нагревании в растворе с физиологич. концентрацией соли нить диссоциирует; при охлаждении такого раствора в присутствии затравочных структур (коротких фрагментов нитей) происходит самосборка нитей. Образование крюка, стержня и колец бактериального мотора также происходит путём самосборки из белковых субъединиц.

У целого ряда бактерий имеются только два кольца в бактериальном моторе: S-кольцо, прикреплённое к стенке, и отстоящее от него на 3,5 нм M-кольцо, погружённое в клеточную мембрану и скреплённое со стержнем мотора; кольца состоят из 15—16 секторов. В живой бактериальной клетке часть энергии, получаемой ею при фотосинтезе и питании, используется для приведения в действие протонного насоса, выкачивающего протоны во внеш. среду и создающего в клетке попер. концентрацию протонов. Предполагают, что возникающий в результате этой разности концентраций поток протонов, проходящий между S- и M-кольцами, приводит в действие бактериальный мотор; при этом ротор мотора совершает один оборот относительно статора при прохождении примерно 300 протонов. Скорость вращения нити при работе мотора составляет обычно 10—20 оборотов в секунду.

Микротубулярные структуры эукариот. У эукариотич. клеток встречаются две системы подвижности: первая строится из микротрубочек, осн. компонентом к-рых является белок тубулин, а вторая — из микрофиламентов, содержащих гл. обр. актин. Микротрубочки связаны с движением ресничек и жгутиков, миграцией пигментных гранул в хроматофорах и т. п., микрофиламенты — с амёбидным движением, потоками цитоплазмы и т. п. В системах подвижности кроме осн. белковых компонентов содержатся также др. белки, к-рые непосредственно взаимодействуют с тубулином и актином при генерации движения, выполняют регуляторные ф-ции, образуют соединения между микротрубочками, микрофиламентами и др. структурами. Обе системы могут перекрываться, напр. разветвлённая сеть микротрубочек внутри клеток может служить каркасом для прикрепления микрофиламентов (рис. 12).

Микротрубочки представляют собой длинные полые цилиндры, наружный диаметр к-рых ~ 24 нм, внутренний ~ 15 нм, длина \sim неск. мкм (за исключением нек-рых клеток, напр. нейронов, достигающих длины в неск. см). Микротрубочки осуществляют генерацию движения клеток, участвуют в поддержании формы