

образует высокоупорядоч. структуры, к-рые разрушаются при восстановлении этого фермента.

**Транспорт ионов и молекул.** Определенный хим. состав цитоплазмы каждой клетки (неравновесный по отношению к внеш. среде) поддерживается регулированием транспорта разл. веществ через мембраны, к-рый осуществляется через систему расположенных в мембранах каналов (пассивный транспорт), молекул-переносчиков (облегченная диффузия) и насосов (активный транспорт), а также метаболит. процессами и специфич. процессами переноса крупных частиц сквозь мембраны (т. н. процессы эндо- и экзоцитоза).

Каналы образованы интегральными белками, пронизывающими мембрану насквозь и имеющими форму тора; канал по отношению к прохождению молекул может находиться в двух состояниях, открытом и закрытом. Избирательность канала к разл. молекулам или ионам определяется его формой и размерами, а также электростатич. свойствами выстилающих его поверхность аминокислот. На рис. 7 изображена трёхмерная структура мембранного белка (коннексона). Возможно образование двумерной кристаллич. структуры коннексонов в области контакта мембран двух клеток (рис. 8). Белок состоит из 6 одинаковых субъединиц, расположенных таким образом, что в центре образуется канал (диаметром ~2 нм на внеш. стороне мембраны и сужающийся внутри). Часть молекулы этого белка выступает из мембраны в межклеточное пространство, где она спо-

ление и т. д. Активный транспорт осуществляется специфич. мембранными белками за счёт изменения третичной структуры при подведении к ним хим. энергии (молекулы АТФ) или при поглощении кванта света. Самой распространённой системой активного транспорта ионов является т. н.  $K^+/Na^+$ -активируемая АТФ-аза, откачивающая ионы  $Na^+$  и одновременно обеспечивающая накопление ионов  $K^+$  в клетке, при этом одна молекула АТФ обеспечивает вывод трёх ионов  $Na^+$  из клетки и одноврем. ввод двух ионов  $K^+$ . Большинство клеток содержит, кроме того, насос др. типа, откачивающий ионы  $Na^+$  из клетки и обеспечивающий движущую силу для активного переноса сахаров и аминокислот в клетку.

Мн. клетки выкачивают из цитоплазмы ионы  $Ca^{2+}$ , расходуя при этом энергию АТФ. Активный транспорт  $Ca^{2+}$  осуществляется с помощью системы белковых субъединиц, включающей регулируемый кальциевый канал, а также специфич. белок, изменяющий свою конформацию (трёхмерную структуру) при связывании с ним иона  $Ca^{2+}$ . Бактерии, используя энергию метаболизма, создают в цитоплазме пониж. концентрацию протонов при помощи спец. протонного насоса; при этом регулируется осмотич. давление внутри клетки, а также поглощаются др. ионы, напр.  $K^+$ .

Аксоны нервных клеток, имеющие развитую поверхность клеточной мембраны, окружены многослойной липидной мембраной (миелиновой оболочкой), находящейся в жидкокристаллич. состоянии (рис. 9).

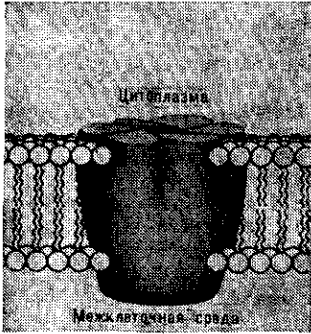


Рис. 7. Схема строения клеточной мембраны со встроенными белками (коннексонами).

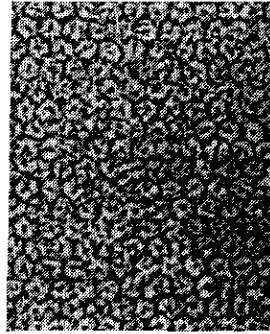


Рис. 8. Электронная микрофотография кристаллической «бляшки», образованной белками (коннексонами) в липидном слое.

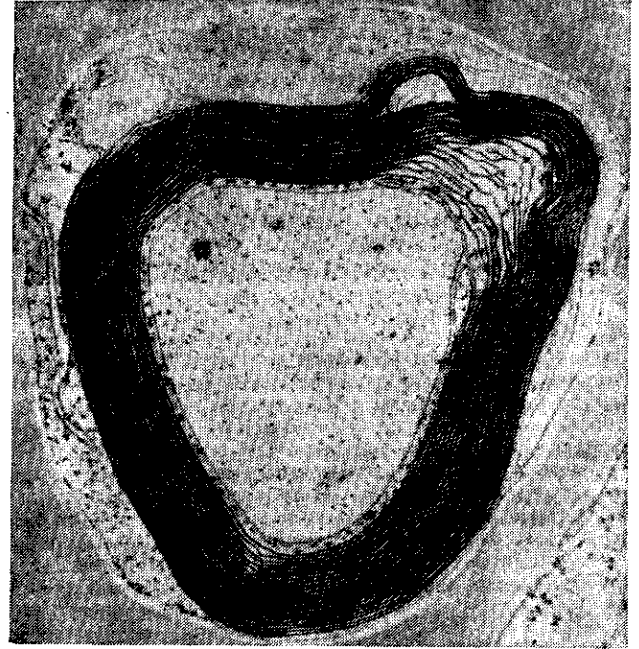


Рис. 9. Электронная микрофотография поперечного среза нервного волокна, покрытого миелиновой оболочкой.

собна связываться с коннексоном соседней клетки (образуя непрерывный канал, соединяющий внутр. пространство двух клеток). Отд. субъединицы коннексона смыкаются, подобно лепесткам диафрагмы фотоаппарата, при добавлении ионов  $Ca^{2+}$ , закрывая просвет канала и уменьшая его пропускную способность. Состояние нек-рых каналов зависит также от величины разности потенциалов на мембране и наличия спец. хим. веществ (медиаторов).

Перенос веществ через каналы происходит без затраты энергии и направлен в сторону уменьшения концентрации молекул. Этим же свойством обладает т. н. процесс облегчённой диффузии, когда молекула переносимого вещества связывается на одной стороне мембраны со спец. молекулой-переносчиком в единый комплекс, к-рый легко проходит через мембрану, а на другой её стороне распадается, отщепляя переносимую молекулу.

Системы активного транспорта могут осуществлять перенос веществ против градиента концентрации (затрачивая при этом энергию АТФ), обеспечивая в клетке оптимальную концентрацию ионов  $K^+$  и др. ионов, играющих важную роль в функционировании др. К. с., откачивая ионы  $Na^+$ , поддерживая пост. осмотич. дав-

Такая оболочка уменьшает пассивный выход натрия через плазматич. мембрану аксона, уменьшая тем самым затраты на метаболизм нервной клетки и, в конечном итоге, увеличивая скорость распространения нервного импульса.

**Транспорт крупных частиц. Синапс.** Мн. клетки поглощают крупные частицы, вещество к-рых используется в качестве строительного материала и источника энергии, при помощи процессов эндоцитоза, включающих пиноцитоз (поглощение жидких капель) и фагоцитоз (поглощение плотных частиц). При пиноцитозе клеточная мембрана, соприкоснувшись с частицей, деформируется, образуя канал. Этот