

клетки, во внутриклеточном транспорте веществ, в секреции клеточных продуктов (процессах экзоцитоза), в движении хромосом клетки. Микротрубочки могут быть рассеяны в цитоплазме или собраны в организмы структуры.

Реснички и жгутики эукариот устроены след. образом: центр. пару микротрубочек окружает кольцо из

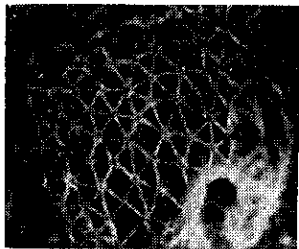


Рис. 12. Изображение трёхмерной сети актиновых нитей в клетке, полученное с помощью флуоресцирующих антител, специфично связывающихся с белком тропомиозином.

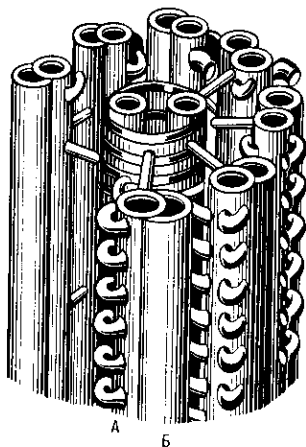


Рис. 13. Схематическое изображение аксономы жгутика.

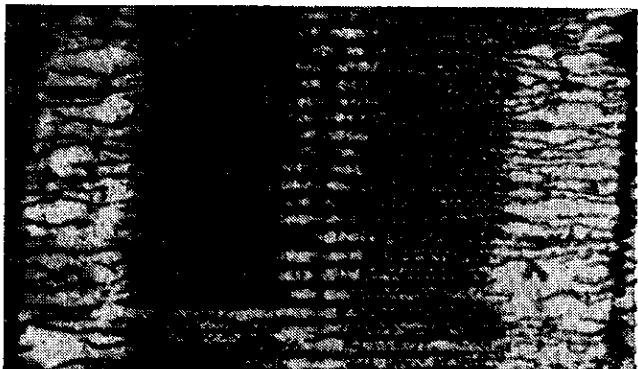
микротрубочек, обычно парных. Микротрубочки связаны между собой поперечными мостиками; вся конструкция наз. а к с о н е м о й (рис. 13). Стенка каждой из центр. микротрубочек образована 13 продольными рядами (протофибриллами) белковых субъединиц. В каждом из девяти дублетов микротрубочек, окружающих центр. пару, одна (А) имеет полностью замкнутую стенку, состоящую из 13 протофибрилл, а вторая (Б) имеет серповидную форму (состоит из 10 протофибрилл) и примыкает к первой. Каждая микротрубочка А соединена с микротрубочкой Б соседнего дублета. От обращённой внутрь поверхности микротрубочки А отходит по направлению к центру белковый выступ — «радиальная спица», кроме того, каждая микротрубочка А имеет боковые «ручки» длиной ~14 нм. Все эти выступы расположены с определ. периодичностью и играют важную роль в генерации движения. Спец. структура (базальное тельце), из к-рой исходит жгутик, находится в цитоплазме клетки и действует как организатор ассоциации микротрубочек. Самосборка микротрубочек имеет неск. стадий: сборка колец и фрагментов спиралей из тубулина, формирование ленточных структур, свёртывание листовых структур в микротрубочки.

Микротрубочки могут генерировать движение с помощью двух разл. механизмов: за счёт активного скольжения (подобного аналогичному процессу в мышечном волокне; см. ниже) или же путём изменения своей длины вследствие полимеризации или деполимеризации микротрубочек. К последнему типу относится движение хромосом.

М и к р о ф и л а м е н т ы эукариотич. клеток представляют собой длинные нитевидные структуры толщиной 5—7 нм, находящиеся в цитоплазме, и состоят гл. обр. из актина. Обычно из микрофиламентов образуются подвижные пучки или тонкие сетчатые структуры, форма и локализация к-рых в цитоплазме зависят от жизненного цикла клетки, её движения и др., а в нек-рых структурах, напр. в мышечных волокнах, — упорядоченные и стабильные структуры. Когда клетки находятся в состоянии покоя и прикреплены к стенкам сосуда, в к-ром живут, в цитоплазме имеются длинные пучки микрофиламентов, располагающиеся под мембраной (стрессовые волокна).

Нек-рые жгутиковые передвигаются с помощью спец. структуры, т. н. сократимого акостилля, способного совершать волнообразные дви-

жения. Сократимый акостиль — ленточная структура, проходящая от одного конца клетки до другого через всю цитоплазму. Каждый лист акостилля построен из множества микротрубочек, число листов варьирует от 2—3 до 20—30, листы в акостиле находятся на расстоянии ~30 нм друг от друга, а расстояния между соседними микротрубочками одного листа ~40 нм. Белко-



вые мостики, расположенные в определ. порядке вдоль микротрубочек, соединяют их между собой в пределах каждого листа. Такая структура обладает подвижностью, т. к. построенные из микротрубочек листы могут скользить относительно друг друга.

Мышечное волокно. Мышца представляет собой высокоупорядоченную структуру, состоящую из мышечных волокон (миофибрилл), к-рые образованы тонкими и толстыми нитями диаметром 3 и 10 нм соответственно, упакованными в гексагональную решётку (рис. 14). Тонкие нити образованы белком актином, а толстые — миозином. Одним своим концом актиновые нити прикреплены к т. н. Z-пластинкам, участок мышцы между двумя Z-пластинками наз. с а р к о м е р о м. Микроскопически структура миофибриллы напоминает гексагональную фазу лиотропного жидкого кристалла, в к-рой роль цилиндрич. мицелл играют актиновые и миозиновые нити. Период кристаллич. структуры в поперечном срезе мышцы определяется дальнедействующими ван-дер-ваальсовыми и эл.-статич. силами; при увеличении концентрации ионов в пространстве между нитями (при пост. длине саркомера) период гексагональной решётки уменьшается. В естеств. условиях сокращение мышцы инициируется нервным импульсом, в ответ на к-рый нити актина и миозина скользят относительно друг друга, при этом их перекрытие увеличивается, а длина саркомера уменьшается. Активное скольжение нитей в мышечном волокне осуществляется с помощью т. н. головки молекулы миозина (рис. 15), к-рая может находиться в двух конформ. состояниях. Связав молекулу АТФ, миозиновая головка переходит в активированное состояние и прикрепляется к одной из актиновых субъединиц ближайшего микрофиламента, что, в свою очередь, вызывает гидролиз АТФ. За счёт выделившейся при этом энергии головка переходит в новое конформ. состояние и немного перемещает актиновый микрофиламент, к к-рому головка прикреплена. Связывание комплекса миозин-АТФ с актином возможно только в присутствии ионов Ca^{2+} , к-рые высвобождаются при деполаризации мембраны, вызванной приходом нервного импульса.

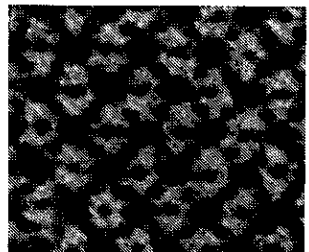


Рис. 14. Электронная микрофотография продольного (сверху) и поперечного (внизу) срезов скелетной мышцы.