

слою, который содержит пучки актиновых нитей. Между неподвижным кортикальным слоем и мембраной вакуоли расположен слой движущейся цитоплазмы, в котором находятся ядра, митохондрии и другие органеллы. Молекулы миозина совершают круговое движение внутри клетки, равномерно перемещаясь вдоль нитей актина и увлекая за собой сравнительно крупные органеллы (митохондрии, эндоплазматический ретикулум, ядра и др.). Скорость перемещения органелл составляет 50 — 75 мкм/с. Благодаря этому в клетке водоросли возникает циркуляция цитоплазмы, за счет которой ее содержимое перемешивается гораздо быстрее, чем при простой диффузии. Известно, что при освещении растений хлоропласты быстро перемещаются внутри клетки, собираясь вблизи клеточной стенки. Возможно, эти феномены связаны с движением цитоплазмы при выполнении клеткой определенной функции. Действительно, благодаря динамике цитоскелета фибробласт может менять форму и направление движения в ответ на изменения окружающей среды. Несмотря на внешние различия, механизмы движения фибробластов и роста нервных отростков сходны: они включают создание внешними факторами неравномерности прикрепления и стабилизацию этих различий двумя цитоскелетными системами. Особенность нейронов заключается в чрезвычайно длительной и стойкой микротрубочковой стабилизации отростков, «долговременной памяти».

3.5. КЛЕТочНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ИММУНИТЕТА

Проникновение микробов в ткани, их размножение служат сигналом к мобилизации защитных клеток. Каким образом защитные клетки, циркулирующие в крови или осевшие в органах и тканях иммунной системы, отдаленные от «входных ворот» инфекции, получают сигнал об опасности? Этот процесс осуществляется с помощью семейства молекул, получивших название цитокинов (греч. *kytos* — «клетка», *kinētikos* — «связанный с движением»). Данные молекулы являются переносчиками сигнала от клетки к клетке. В геноме клетки имеются специальные гены, ответственные за синтез определенных цитокинов. До поры они находятся в «неактивном» состоянии, но после получения сигнала о проникновении микробов-паразитов активизируются. С них считывается информация о структуре соответствующих белков, затем осуществляется их синтез, и готовые молекулы цитокинов начинают выделяться (секретироваться) клеткой в окружающую среду. Для восприятия и распознавания различных сигналов клетки несут на своей поверхности рецепторы, специфические для каждого цитокина. Таким образом, цитокины, являясь единицами своеобразного языка межклеточного общения, позволяют клеткам общаться, взаимодействовать, объединяя свои усилия в борьбе с микробами-паразитами (рис. 3.44).

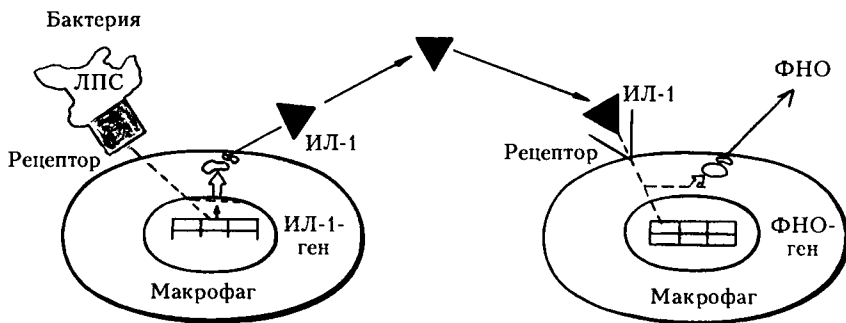


Рис. 3.44. Продукция и рецепция цитокинов. На поверхности бактерии-паразита имеется сигнальная молекула (ЛПС), которая распознается специальным рецептором на поверхности макрофага. От рецептора идет сигнал к активации гена, ответственного за синтез интерлейкина-1 (ИЛ-1), начинаются синтез этой молекулы и ее секречия. Другой макрофаг несет рецептор для ИЛ-1, через который идет сигнал к его гену, ответственному за синтез фактора некроза опухолей (ФНО), и запускаются синтез и секречия этого цитокина

Рассмотрим, как складываются такие межклеточные взаимоотношения, на примере макрофагов и Т-лимфоцитов. На поверхности макрофагов находятся молекулы-рецепторы, которые связываются с токсинами, выработанными микробами-паразитами. Распознавание токсина приводит к движению макрофага в область проникновения микробов. В очаге инфекции макрофаги осуществляют фагоцитоз микробов. Действие токсинов активирует многие гены макрофага и стимулирует производство цитокинов, таких, как ИЛ-1, которые с током крови попадают в мозг и действуют на центр терморегуляции. В результате повышается температура тела, т. е. запускается один из механизмов защиты организма, так как многие микробы снижают скорость размножения при повышении температуры. Те же молекулы ИЛ-1, действуя через соответствующие рецепторы, передают сигнал на лимфоциты, и запускается расширенный иммунный ответ. ИЛ-1 способен запускать каскад продукции других цитокинов, получивших название ИЛ-2, -3, -4 и т. д., которые находят соответствующие рецепторы на Т-, В-лимфоцитах и других клетках, передавая им сигналы, активирующие их отдельные функции. Хотя иммунный ответ запускает макрофаг, только лимфоциты обладают рецепторами для распознавания чужеродных молекул — антигенов — и могут обеспечить иммунный ответ. От клеточной мембраны Т-лимфоцита к ядру идут одновременно два типа сигнала: от антигенраспознающего рецептора и от рецептора, связывающего ИЛ-1. При таком комплексном воздействии в геноме Т-лимфоцитов активируются гены не только самого ИЛ-2, но и рецепторов, специфичных к нему. Затем синтезированный в Т-лимфоците ИЛ-2 начинает действовать на производившие его клетки, в них активируется процесс деления, и за счет этого усиливается функция клеточной популяции Т-лимфоцитов.