

14 a posse ad esse

На страже организма



ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ ПОЗИЦИИ ИММУНИТЕТА

Иммунная система человека — это служба безопасности нашего организма, выявляющая «интервентов» и «предателей». К «незванным гостям» относятся чужеродные антигены — микроорганизмы, токсические вещества и молекулы. «Изменники родины» — это белки и клетки собственного организма, у которых рецепторная система отличается от сформированной в данный момент. Иммунная система человека включает неспецифический, то есть врожденный, переданный генетическим путем, и специфический иммунитет, который сформировался в течение жизни. Процесс формирования иммунитета осуществляется клеточными компонентами и гуморальными факторами. При этом на неспецифический иммунитет приходится 60–65% всего иммунного статуса организма и, соответственно, на специфический — 35–40%. Все органы и клетки иммунной системы обеспечивают четыре уровня защиты. Первый — это «кузница кадров» иммунитета, представленная тимусом, костным мозгом, небными миндалинами, лимфоидной тканью различных органов (толстой кишки и аппендикса, легких и пр.). Второй уровень — это своего рода «военная база» организма, включающая селезенку, лимфатические узлы и фолликулы. Третий уровень поддерживает специфический иммунитет — «иммунный патруль» организма, состоящий из клеточных и гуморальных элементов. Четвертый — «иммунные вахтеры», подозрительно относящиеся ко всему без разбора и обеспечивающие неспецифический иммунитет. Факторы неспецифической защиты условно разделяют на пять групп: кожа и слизистые оболочки; фагоциты; лимфоциты, трансформированные в клеточные киллеры; гуморальные факторы — лизоцим, пропердин, трансферрины, интерфероны и белки системы комплемента; повышение температуры, ускоряющее защитные биохимические реакции, и другие неспецифические механизмы.

В Древнем Риме иммунитетом называли статус гражданина, освобожденного от уплаты налогов и обладающего личной неприкосновенностью. С 70-х гг. XIX в. это слово стали использовать для обозначения невосприимчивости к инфекциям. Какие же способы и средства использует иммунная система, этот защитный механизм человеческого организма, в борьбе с внешними и внутренними врагами?

«ЭЛИТНЫЕ» ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

В костном мозге находятся стволовые клетки, из которых образуются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Пяту часть костного мозга составляют плазматические клетки, играющие ведущую роль в иммунном ответе организма. Это лимфоциты — особая разновидность лейкоцитов. Скорость обновления лимфоцитов может достигать миллиона клеток в секунду. Каждый пятый лимфоцит погибает на вторые-третьи сутки после появления на свет, зато оставшиеся живут долго. Ряды этого «элитного» подразделения насчитывают 2 трлн «солдат», но только 2–5% общего количества лимфоцитов циркулирует в крови, что составляет 20–35% общего количества белых клеток крови. Остальные лимфоциты проходят «курс молодого бойца» в других органах иммунной системы, например, в тимусе, который является ключевым звеном клеточного иммунитета, поскольку именно здесь осуществляются рост и дифференцировка тимусзависимых лимфоцитов. Их специализация идет по нескольким направлениям: Т-индукторы вызывают иммунные реакции; Т-амплифайеры усиливают их; Т-хелперы демонстрируют В-лимфоцитам, моноцитам и клеткам-киллерам фрагменты чужеродного антигена или посылают им гуморальные сигналы в виде цитокинов; Т-супрессоры, или угнетатели, блокируют размножение вирусов и подавляют повышенную реакцию В-лимфоцитов; Т-киллеры уничтожают чужеродные клетки; Т-дифференцирующие лимфоциты стимулируют стволовые клетки производить новое поколение своих собратьев. Эти клетки разносятся по всему организму и могут накапливаться в лимфоидной ткани и в лимфоидных узлах. Специфический иммунитет вырабатывается в течение всей жизни. Особенно интенсивно этот процесс проходит в детские годы, потому до 12 лет «масса тимуса» относительно большая по сравнению с таковой у представителей более старшего возраста. Неспецифический иммунитет формируется начиная с периода внутриутробного развития и обуславливает однотипные простые реакции на любые чужеродные антигены. Постоянный синтез клеточных и неклеточных компонентов неспецифического гуморального иммунитета осуществляется в селезенке. Здесь путем добавления углеводного блока системы рецепции «свой-чужой» активируются фагоциты, поступившие из костного мозга. Основная их функция — захват и перева-

риваривание проникающих извне микроорганизмов. К фагоцитам относятся нейтрофилы и моноциты, которые присутствуют в крови человека, а также макрофаги, которые содержатся в тканях организма. Макрофаги занимают стратегическое положение, располагаясь между паренхимой органов и клетками, находящимися на поверхности кровеносных сосудов и полостей.

«ПРОТИВНЫЕ» АНТИГЕНЫ

Вещества, которые наш организм считает чужеродными или потенциально опасными, называют антигенами. Они представляют собой части бактериальных клеток, вирусов и других микроорганизмов. С химической точки зрения, большая часть этих соединений является белками, полисахаридами или липополисахаридами (то есть сочетаниями белков с другими веществами). Липиды и нуклеиновые кислоты тоже могут проявлять антигенные свойства, но только в сочетании с белками. Бывают антигены немикробного происхождения и антигены, представляющие собой белки трансплантатов тканей и органов, а также поверхностные белки клеток крови при гемотрансфузии. Даже простые вещества, например металлы, могут становиться антигенами в сочетании с белками человеческого организма или их модификациями. В зависимости от происхождения антигены классифицируют на экзогенные, эндогенные и аутоантигены. Против антигена организм начинает вырабатывать собственные антитела (*antigen = antibody-generating* — «производитель антител») — этот процесс называется гуморальным иммунным ответом.

КАЖДОМУ АНТИГЕНУ — СВОЕ АНТИТЕЛО

В гуморальном звене специфического иммунитета ведущая роль принадлежит антителам. Это особый класс гликопротеинов, относящихся к разряду иммуноглобулинов, которые обезвреживают

возбудителей инфекционных заболеваний и их токсины, а также участвуют в аллергических и некоторых других реакциях. Они присутствуют на поверхности В-клеток в виде связанных с мембраной рецепторов, а также в сыворотке крови и тканевой жидкости в виде растворимых молекул. Антитела выполняют две функции: распознают и связывают антиген, а затем усиливают уничтожение и/или удаление образовавшихся иммунных комплексов. Различают пять классов антител в соответствии со строением их радикалов (IgM, IgG, IgA, IgE, IgD), а в зависимости от антигенов, с которыми они взаимодействуют, выделяют семь категорий: антиинфекционные, антитоксические, сигнальные, аутологичные, аллореактивные, гетерологичные и антиидиотипические. Антиинфекционные, или антипаразитарные, антитела непосредственно вызывают гибель или нарушение жизнедеятельности возбудителя инфекции или паразита. Антитоксические не вызывают гибель самого возбудителя или паразита, но обезвреживают вырабатываемые им токсины. Сигнальные антитела свидетельствуют о знакомстве иммунной системы с данным возбудителем, но при этом не обезвреживают ни самого возбудителя, ни его токсины. Аутологичные (аутоагрессивные, аутоантитела) запускают механизм развития аутоиммунных заболеваний, вызывая повреждение здоровых тканей организма. Аллореактивные (гомологичные, аллоантитела) принимают участие в процессах отторжения при пересадке органов или переливании несовместимой крови. Гетерологичные (изоантитела) взаимодействуют с антигенами тканей или клеток организмов других биологических видов. Антиидиотипические обезвреживают избыток антител и в качестве зеркального аналога исходного антигена служат фактором иммунологической памяти организма.

ЧТО ТАКОЕ ИММУННЫЙ ОТВЕТ?

Представим себе воспалительный процесс и поэтапно проследим, как реагирует на него организм. Очаг воспаления образуется в результате повреждения клеток, когда в кровь попадают продукты метаболизма арахидоновой кислоты, так называемые эйкозаноиды — простагландины, простациклины, лейкотриены. Как только в крови повышается концентрация этих веществ, к очагу воспаления устремляются нейтрофилы (разновидность лейкоцитов), которые до этого момента мирно сидели на мембране эндотелиальной клетки и ждали своего звездного часа. Задача тех, кто попал на место происшествия в первых рядах, — установить оцепление. Поэтому первые нейтрофилы начинают массово слипаться, и в результате адгезии образуется защитная стенка. Для чуть припозднившихся нейтрофилов тоже есть важное задание — они обеспечивают респираторный взрыв, то есть выделяют большое количество ферментов, которые обеззараживают место повреждения, образуя пероксиды и слабые кислоты (борнистая, хлористая). На следующем этапе за работу принимаются чистильщики-макрофаги, функция которых соответствует их имени (в переводе с древнегреческого — большие пожиратели). В этом процессе также участвуют дендритные клетки иммунной системы, которые «вершат правосудие» над антигенами, поглощая, разрезая и выставляя их на своей поверхности для того, чтобы их опознали Т-хелперы. У этих клеток для распознавания существует огромная база данных, которую они, к тому же, постоянно пополняют. Подобранный подходящий вариант радикала полисахаридной цепочки антигена, хелперы передают информацию В-лимфоцитам, которые трансформируются в плазматические клетки, способные продуцировать антитела.

Несмотря на то, что иммунитету уделяется пристальное внимание в многочисленных исследованиях, до сих пор не существует единой теории, способной описать все разнообразие иммунных реакций человеческого организма.

Татьяна Кривомаз

Вещества, которые наш организм считает чужеродными или потенциально опасными, называют антигенами. Они представляют собой части бактериальных клеток, вирусов и других микроорганизмов