

РОЛЬ МАКРОФАГОВ В ИММУННОМ ОТВЕТЕ

**Коннова К.К., студентка 2 курса факультета ветеринарной
медицины и биотехнологий**

**Научные руководители – Калдыркаев А.И., к. б. н., доцент,
Майоров П.С., к.б.н., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** макрофаги, иммунный ответ, Т-клетки, процессинг, презентация.*

Данная работа описывает такой процесс в организме, как иммунный ответ, а также роль макрофагов в данном процессе.

Макрофаги участвуют во всех стадиях иммунного ответа. Во-первых, они осуществляют немедленный защитный ответ, пока не начнется усиленный иммунный ответ, регулируемый антиген-специфическими Т-клетками. Во-вторых, они вызывают активацию Т-клеток, осуществляя процессинг и презентацию им антигена.

Макрофаги вызывают защитную реакцию на начальной стадии инфекционного ответа, до того как активизируются специфические зависимые от Т- и В-клеток иммунные механизмы. После этого роль макрофагов ограничивается обработкой (процессингом) и представлением (презентацией) антигена. В конечном итоге Т-клетки, распознающие антиген, выделяют цитокины, которые активируют эффекторные функции макрофагов[1].

Т-клетки, в свою очередь, активируют эти клетки и выполняют важные функции в эффекторных механизмах клеточного иммунитета, вызывая воспаление и уничтожая микроорганизмы и опухолевые клетки.

Клеточные взаимодействия в гуморальном иммунном ответе

Гуморальный иммунный ответ (образование антител) состоит из ряда клеточных и молекулярных взаимодействий, которые происходят в определенной последовательности:

- АПС представляют антиген Т-клеткам, которые распознают его путем активации;
- Th-клетки и В-клетки взаимодействуют при презентации фрагментов антигена;
- Активированные В-лимфоциты пролиферируют и дифференцируются в антителообразующие клетки;
- начинается синтез антител.

Презентация антигенов на Т-клетках. Процессинг антигена. Только очень небольшая часть (<1%) введенных молекул антигена участвует в иммунном ответе, а большинство быстро разрушается и выводится из организма.

Антигены, попадающие в организм, обрабатываются внутриклеточно (распадаясь на пептидные фрагменты, которые затем связываются с молекулами МНС). Эти фрагменты приводят к антиген-специфической активации Т-клеток: рецепторы Т-клеток распознают аминокислотные последовательности этих фрагментов, которые связываются с полостью молекул МНС[2].

Взаимодействие между Т-лимфоцитами и клетками, образующими гетерогенную группу так называемых "антигенпрезентирующих клеток", является наиболее изученным примером клеточной кооперации в иммунной системе. Взаимодействие между Т-клетками и антигенпрезентирующими клетками (АПК) после презентации антигена указывает на последовательность событий и во многом определяет результат: если активируется достаточное количество CD4⁺ Т-хелперных клеток (Th), почти всегда происходит активация В-клеток или клеточно-опосредованный иммунный ответ; если стимуляция Th-клеток отсутствует, может возникнуть форма иммунологической толерантности.

Существуют различные типы АПК. Антигены могут быть представлены множеством различных клеток - все зависит от того, как и где происходит первичное взаимодействие между антигеном и иммунной системой. Начальная активация покоящихся CD4⁺ Т-клеток наиболее эффективно осуществляется интердигитатными дендритными клетками (ИДК), большое количество которых находится в Т-клеточных зонах лимфатических узлов и селезенки. Клетки ИДК характеризуются сильной экспрессией МНС-антигенов, которые взаимодействуют с Т-

клеточным рецептором (ТкR) и молекулой CD4 на поверхности Th CD4+ клеток [3].

Интердигитирующие клетки являются основным типом антиген-презентирующих клеток, участвующих в первичном иммунном ответе, поскольку они индуцируют пролиферацию Т-клеток более эффективно, чем любой другой тип АПК.

Пролиферация клеток является важнейшим этапом в развитии иммунного ответа, поскольку она обеспечивает увеличение количества антиген-специфических Т-клеток. Однако это лишь один из аспектов активации Т-лимфоцитов. Моноциты крови также способны индуцировать как пролиферацию Т-клеток, так и хелперную активность[4].

В-клетки также могут действовать как АПК - они способны связывать, интернализировать и расщеплять специфический антиген на пептиды, которые образуют комплекс с молекулами МНС.

Презентация антигена Т-клеткам происходит через взаимодействие различных молекул клеточной поверхности. Т-клеточный рецептор (ТкР) представляет собой димер, состоящий из α- и β-цепи. Он распознает специфический пептид, расположенный в пептид-связывающей полости молекулы МНС. Это связывание имеет решающее значение для иммунологической специфичности, поскольку пептид, связанный с молекулой МНС, образует уникальную структуру, которая распознается ТкР.

Библиографический список:

1. Бурместер, Герд-Рюдигер. Наглядная иммунология / Г. Бурместер, А. Пецутто с участием Т. Улрихса и А. Айхера ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; под ред. Л. В. Козлова. - 3-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014.
2. Гранкина А.С. Изучение потребности бактерий *Clavibacter michiganensis* в факторах роста / Гранкина А.С., Кузьмина Ю.А., Майоров П.С., Феоктистова Н.А. // Материалы международной научной конференции «Молодежь и наука XXI века». – 2018. – С. 7-10
3. Данилец, М. Г./ Фармакологическая регуляция функционального состояния макрофагов при иммунном ответе/ М. Г. Данилец/ 2011
4. Скороходкина, О.В./Иммунология: учеб.-метод. пособие / О.В. Скороходкина, А.А. Васильева, Р.Ф. Хакимова и др. – Казань: КГМУ, 2018.

THE ROLE OF MACROPHAGES IN THE IMMUNE RESPONSE.

Konnova K.K,

Keywords: macrophages, immune response, T-cells, processing, presentation.

This paper describes a process in the body such as immune response and the role of macrophages in this process.