

## МАКРОФАГИ

**Няненкова О.А., Мухитов А.А., студенты факультета ветеринарной  
медицины и биотехнологии**

**Научный руководитель – Фасухутдинова А.Н., кандидат  
биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** Макрофаги, функции, иммунитет, регенерация, ткани, иммунологические функции.*

*Работа посвящена определению макрофагов и их функции. В данной статье описываются типы макрофагов, иммунные функции макрофага, регуляция иммунной систем, ремоделирование костей и регенерация тканей благодаря макрофагам.*

По существу, макрофаги можно описать как большие белые кровяные тельца, обнаруживаемые в тканях организма. Традиционно считалось, что в крови они существуют в виде моноцитов, которые дифференцируются на различные типы, как только покидают кровообращение и мигрируют в поврежденные ткани. Тип во многом зависит от анатомического расположения, в котором они находятся в организме. В печени они известны как клетки Купфера, но называются макрофагами жировой ткани в жировой ткани.

Хотя они хорошо известны своей эффективной фагоцитарной природой, исследования показали, что их функции выходят далеко за рамки иммунологии. Восстановление тканей и обмен веществ являются примерами некоторых их неиммунологических функций в различных тканях организма. Как клетки, функционирующие практически во всех тканях организма, макрофаги обладают высокой гибкостью, что позволяет им эффективно выполнять свои функции и адекватно реагировать.

Некоторые другие типы макрофагов включают:

- клетки Лангерганса;
- микроглия;

- синусовые гистиоциты;
- внутриглазные мезангиальные клетки;
- альвеолярные макрофаги.

#### Функции

Как уже говорилось, макрофаги играют в организме несколько функций. Хотя макрофаги являются частью иммунной системы и играют важную роль в защите организма от различных вторгающихся микроорганизмов, они также участвуют в ряде других неиммунологических функций, которые варьируются от функций гомеостаза до регенерации тканей.

#### Иммунные функции макрофага

Что касается иммунологических функций, макрофаги участвуют как во врожденном, так и в адаптивном иммунитете. По существу, однако, макрофаги являются частью врожденной иммунной системы и частью передовой линии защиты. Таким образом, они являются одними из первых иммунных клеток, реагирующих на инфекции/воспаления в организме.

Помимо поглощения и уничтожения бактерий и различных других микробов в организме (путем их распада в фагосоме) некоторые макрофаги также действуют как мусорщики и играют важную роль в удалении мертвых и некротических клеток. Это важная функция макрофагов, поскольку они помогают в удалении отходов, которые в противном случае повлияли бы на нормальное функционирование других здоровых клеток.

#### Регуляция иммунной системы

Было показано, что макрофаги помогают регулировать иммунную систему через высвобождение IL-10 (интерлейкина 10). Благодаря высвобождению этого цитокина в больших количествах подавляются иммунные реакции, что играет важную роль в ограничении воспаления. Помимо врожденного иммунитета, когда макрофаги уничтожают микроорганизмы посредством фагоцитоза, макрофаги также участвуют в адаптивном иммунитете. Здесь макрофаги предупреждают другие клетки иммунной системы (например, лимфоциты) об инвазии.

#### Ремоделирование костей

Ремоделирование костей – важный процесс, который обеспечивает правильное формирование костей в организме. Мезенхимальные клетки, известные как остеобласты, участвуют в формировании костей в организме.

Однако избыточные отложения могут привести к повышенной минерализации (остеопетрозу). Здесь клетки, известные как остеокласты или макрофаги остеокластов, участвуют в деградации кости за счет высвобождения кислых ферментов. Активность остеобластов и остеокластов играет определенную роль в ремоделировании костей, обеспечивая правильное развитие костей. Таким образом, макрофаги играют решающую роль в развитии костей, влияя на активность остеобластов.

#### Регенерация тканей

Практически во всех тканях организма макрофаги участвуют в регенерации тканей/органов. Согласно исследованиям, проведенным с использованием мышей, исследователи обнаружили, что макрофаги способны продуцировать сигналы, которые усиливают ангиогенез и регенерацию тканей. Было показано, что благодаря взаимодействию между макрофагами и клетками кровеносных сосудов происходит регенерация периферических нервов. Этот процесс наблюдался у ряда организмов, включая саламандр, где макрофаги участвуют в регенерации конечностей [1-6].

#### Библиографический список:

1. Атауллаханов, Р.И. Повышение иммуногенности антигенов путём конъюгации с иммуномаксом /Р.И. Атауллаханов, А.В. Пичугин, Т.М. Мельникова //Иммунология, 2008. -Т.29. -№ 6. -С. 334-337.
2. Беседнова, Н.Н. Регуляция иммунных процессов /Н.Н. Беседнова// Антибиотики и химиотерапия. -1999. -Т. 44.- № 1. -С. 31-35.
3. Болотников, И.А. Структурно-биохимические особенности макрофагов и их роль в иммунитете (Обзор литературы) /И.А. Болотников, Л.И. Иноземцева //Вопросы иммунологии и гематологии: Межвузовский сб. науч. тр. -328с.
4. Ванин, А.Ф. Образование N0 в активированных макрофагах/А.Ф. Ванин, Г.Б. Меньшиков, П.И. Мордвинцев и др.//Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. -1991. -Т. 109. -№ 1. -С. 588-591.
5. Симанова, Н.Г. Гистология с основами эмбриологии /Н. Г. Симанова, С.Н. Хохлова, А.Н. Фасухудинова //Допущено Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для студентов высших

учебных заведений, обучающихся по специальности 310800 «Ветеринария».  
– Ульяновск, ГСХА, 2013. -247с.

6. Фасахутдинова, А.Н. Практика проведения лабораторных занятий «Цитология, гистология и эмбриология» по специальности «Ветеринария» /А.Н. Фасахутдинова, С.Н.Хохлова, М.А.Богданова//В сборнике: Инновационные технологии в высшем образовании. Материалы Национальной научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава. -Ульяновск, 2020. -С. 48-52.

## MACROPHAGES

**Nyanenkova O.A., Mukhitov A.A.**

**Key words:** *Macrophages, functions, immunity, regeneration, tissues, immunological functions*

*The work is devoted to the definition of macrophages and their function. This article describes the types of macrophages, the immune functions of the macrophage, the regulation of the immune system, bone remodeling and tissue regeneration due to macrophages.*