

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра гистологии, эмбриологии, цитологии

Реферат по дисциплине «Основы клеточного иммунитета» на тему:
«Дендритные клетки»

Выполнили: студентки 1 курса 10 группы пед.факультета

Ермилова Мария Владимировна

Агафонова Валерия Алексеевна

Проверил: Виноградов Сергей Юрьевич - д. м. н., профессор

Иваново, 2020

Содержание

1. Определение дендритных клеток
2. Характеристика дендритных клеток
3. ДК – «профессиональные» АПК
4. Распределение дендритных клеток
5. Развитие дендритных клеток
6. Незрелые и зрелые ДК
7. ДК-регуляторы иммунного ответа
8. Особенности ДК различной локализации
9. Фолликулярные ДК
10. Выделение и оценка функции ДК
11. Медиаторные и другие клетки в иммунных реакциях
12. Список использованной литературы

Дендритные клетки (ДК) определение

Дендритные клетки человека представляют собой гетерогенную популяцию профессиональных антигенпрезентирующих клеток. Известно, что они играют важнейшую роль в регуляции как врожденного, так и приобретенного иммунного ответа. Функциональная активность той или иной субпопуляции дендритных клеток напрямую зависит от того, в каких условиях и под действием каких сигналов микроокружения происходило развитие этой субпопуляции, ее дифференцировка и созревание. Особый интерес представляет собой изучение роли дендритных клеток в патогенезе различных инфекционных заболеваний человека.

Дендритные клетки (ДК) впервые были описаны Паулем Лангергансом в 1868 году как особая популяция отростчатых клеток кожи человека. Спустя столетие, в 1973 году Штайнман и Кон обнаружили клетки с характерной морфологией в селезенке мыши и впервые применили термин «дендритная клетка». В последующие десятилетия большой интерес к изучению ДК был вызван их уникальными способностями к захвату и презентации антигенных структур, контролю активации и пролиферации других иммунокомпетентных клеток, подобно уже известным антигенпрезентирующим клеткам (АПК): моноцитам, макрофагам и В-лимфоцитам. Были получены первые доказательства того, что именно ДК играют важнейшую роль в реакциях отторжения трансплантата и в регуляции как врожденного, так и приобретенного иммунного ответа

Характеристика дендритных клеток

Дендритные клетки экспрессируют набор поверхностных молекул, характерный для других антигенпредставляющих клеток:

- патоген-распознающие рецепторы, в том числе рецепторы для компонентов клеточной стенки и нуклеиновых кислот микроорганизмов, рецепторы к компонентам комплемента (CD205, CD206, CD14), Толл-подобные рецепторы;
- молекулы II класса гистосовместимости (ГКС);
- костимуляторные молекулы CD40, B7.1 (CD80), B7.2 (CD86), ICOS-L;
- коингибиторные молекулы B7-DC (CD274), B7-H1 (CD274) и др.;
- молекулы межклеточной адгезии (ICAM-1), CD11b, CD11c;
- комплекс хемокиновых рецепторов (CD193, CD197 и многие другие).

К молекулам, которые представлены преимущественно на дендритных клетках, относят:

- молекулы LAMP-семейства CD208 (DC-LAMP), BAD-LAMP;
- высокоспецифичный маркер зрелых ДК — молекулу CD83;
- ГКС-подобные молекулы CD1a, CD1c, участвующие в презентации липидных антигенов ;
- молекулы CD209 (DC-SIGN), CD207 (лангерин).

У человека выделяют две основные субпопуляции дендритных клеток

- **миелоидные дендритные клетки** (myeloid DC — mDC) — названы так потому, что происходят из общего миелоидного гемопозитического предшественника. Локализованы в различных органах и тканях, где захватывают чужеродные антигены

путём пино- и фагоцитоза, после чего экспрессируют антигенную детерминанту в комплексе с молекулами МНС II класса. Затем дендритные клетки мигрируют в регионарные лимфоузлы, где стимулируют пролиферацию и дифференцировку антигенспецифических Т-лимфоцитов, тем самым иницируя и стимулируя иммунный ответ. Специфическими маркерами миелоидных дендритных клеток крови являются молекулы BDCA-1 (CD1c) и BDCA-3 (CD141).

Миелоидные ДК не экспрессируют популяционные маркеры других клеток иммунной системы, таких как CD14 (моноциты, макрофаги и нейтрофилы), CD3 (Т-лимфоциты), CD19, CD20 (В-лимфоциты), CD56, CD57 (естественные киллеры), CD16, CD66b (гранулоциты). В ответ на стимуляцию индукторами созревания, миелоидные дендритные клетки продуцируют преимущественно цитокины Th1 спектра, включая ИЛ-6, ИЛ-12, фактор некроза опухоли и интерферон-гамма.

- **плазмоцитоидные дендритные клетки** (plasmacytoid DC — pDC), эти клетки — лимфоидного происхождения и морфологически напоминают плазматические клетки. pDCs экспрессируют TLR-9, лигандами которого являются CpG-олигонуклеотиды бактериальной ДНК. ПДК секретируют в больших количествах интерфероны I типа (α и β), являясь основными интерферон-продуцирующими клетками крови, а также ИЛ-4 и ИЛ-10, которые переключают дифференцировку нулевых Т-хелперов в Т-хелперы 2 типа. К маркерам плазмоцитоидных дендритных клеток относят молекулы BDCA-2 (CD303), BDCA-4 (CD304).

ДК – «ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ» АПК

ДК представляют собой крупные подвижные клетки с длинными цитоплазматическими выростами (некоторые из которых превышают 10 мкм) и достаточно большим количеством митохондрий. ДК широко представлены в различных органах и тканях, однако их количество мало (не превышает 1–2%), что и послужило причиной их позднего открытия. Но, несмотря на малочисленность, ДК являются чрезвычайно высокоэффективными. ДК играют центральную роль в инициации врожденного и адаптивного иммунного ответа, а также в дифференцировке регуляторных Т-клеток, необходимых для обеспечения толерантности к собственным клеткам. АПК – морфологически и функционально гетерогенная популяция клеток, способных захватывать антигены, перерабатывать их до антигенных фрагментов (пептидов) и в ассоциации с молекулами главного комплекса гистосовместимости (МНС) представлять Т-лимфоцитам для запуска адаптивного иммунного ответа. Несмотря на то, что макрофаги и В-лимфоциты также относятся к «профессиональным» АПК, при первичном иммунном ответе, требующем вовлечения наивных Т-лимфоцитов, роль АПК могут эффективно выполнять только ДК. И к концу 80-х годов XX века были накоплены данные, позволяющие рассматривать ДК как главные «профессиональные» АПК. Это обусловлено тем, что ДК экспрессируют высокий уровень молекул МНС, особенно класса II, и обладают значительной стимулирующей активностью в отношении Т-хелперов, экспрессируя высокий уровень костимулирующих молекул (CD80, CD86, CD40), хемокиновых рецепторов, цитокинов и других факторов. Также ДК обладают мощной способностью активировать не только Т-хелперы, но и цитотоксические Т-лимфоциты. В качестве АПК ДК активнее макрофагов в 100 раз, В-лимфоцитов – в 1000 раз. Поэтому ДК называют «часовыми» иммунной системы.

Распределение дендритных клеток

Дендритные клетки (DC) - отростчатые, ветвистые клетки, основные представители антигенпрезентирующих клеток (АПК).

Дендритные клетки костномозгового происхождения находятся в слизистых оболочках и коже (клетки Лангерганса, или белые отростчатые эпидермоциты). Они более активны, чем макрофаги в индукции имуинового ответа. Захватив и переработав антиген, DC перемещаются в регионарные лимфоидные образования, тимусзависимые зоны, (в виде **интердигитальных клеток**) где с помощью молекул МНС презентируют антиген Т-лимфоцитам. В тимусе имеются **интердигитальные медуллярные клетки**, являющиеся антигенпрезентирующими клетками.

Дендритные клетки не костномозгового происхождения - **фолликулярные дендритные клетки** (FDC - Follicular Dendritic Cell) находятся в первичных и вторичных фолликулах лимфоузлов, селезенки и лимфоидной ткани слизистых оболочек. Они несут на поверхности иммунные комплексы антиген-антитело (без поглощения) и презентируют антиген В-лимфоцитам с помощью антительного Fc-рецептора (Fcγ R) и рецептора к комплементу (CR1, CR2), связанных с мембраной FDC. Фолликулярные дендритные клетки не имеют молекул МНС II.

Недавно во вторичных В-клеточных фолликулах лимфоидной ткани обнаружены **дендритные клетки центров размножения**. Они имеют молекулы МНС II, могут мигрировать и взаимодействовать с Т-лимфоцитами.

Развитие дендритных клеток

Большинство ДК происходит из кроветворных стволовых клеток, т.е. имеет костномозговое происхождение. Через 100 суток после трансплантации костного мозга все ДК в коже реципиента имеют донорское происхождение. В процессе дифференцировки ДК претерпевают существенные структурные и функциональные изменения, которые общепринято описывать как «стадии развития». Выделяют три основные стадии развития ДК: клетки-предшественники ДК, незрелая и зрелая ДК.

В зависимости от происхождения выделяют миелоидные и плазмоцитоидные (лимфоидные) ДК, имеющие общих предшественников с макрофагами и лимфоцитами, соответственно, и обладающие различными функциональными свойствами. Хотя популяции и различаются по экспрессии Toll-like рецепторов (TLR), но способны стимулировать наивные Т-лимфоциты. Так, плазмоцитоидные (лимфоидные) ДК экспрессируют в основном TLR7 и TLR9, в то время как миелоидные ДК – преимущественно TLR1, TLR2, TLR3, TLR4 и TLR8 [5]. Миелоидные и лимфоидные предшественники ДК экспрессируют цитокиновый рецептор FLT-3 (Fmslike tyrosine kinase 3), что отличает их от предшественников других клеток (в частности моноцитов и лимфоцитов). В кровотоке присутствуют предшественники как миелоидных, так и лимфоидных ДК, а также клеток Лангерганса .

Незрелые и зрелые дендритные клетки

По источнику происхождения выделяют миелоидные и плазмацитоидные (лимфоидные) дендритные клетки. Как первые, так и вторые в незрелом виде встречаются в кровотоке. Морфологические миелоидные предшественники выглядят как моноциты. Выходя из кровотока, они поступают в барьерные органы и слизистые оболочки, где дифференцируются в интерстициальные дендритные клетки и макрофаги, что происходит при действии определенных цитокинов. Движение незрелых миелоидных предшественников в ткани обусловлено наличием на их поверхности хемокиновых рецепторов ко многим β -хемокинам. Помимо указанных клеток образуются также клетки Лангерганса, которые локализуются в эпидермисе и эпителии слизистых.

Все описанные клетки способны к активному поглощению окружающего чужеродного материала. Дальнейшее их созревание происходит после, так называемой активации, которая индуцируется взаимодействием с чужеродным антигеном или собственными молекулами. Клетки перерабатывают антигены и производят экспрессию продукта этой переработки в совокупности с главным комплексом гистосовместимости (ГКГ). Затем клетки мигрируют в лимфатический узел и инициируют развитие иммунного ответа.

Плазмацитоидные предшественники дендритных клеток имеют морфологию плазматической клетки и, кроме того, отличаются от миелоидных маркерами. Они из кровотока сразу направляются в лимфоидные органы, не поступая в другие ткани. Это осуществляется посредством проникновения этих клеток через высокий эндотелий вен, то есть минуя лимфатическую систему.

Зрелые дендритные клетки сосредоточены в основном в лимфоидных органах. Там они приобретают специфическую отростчатую форму, утрачивают способность к эндоцитозу (после активации). Кроме того, характерной и функционально значимой особенностью зрелых дендритных клеток является наличие на их поверхности большого количества молекул ГКГ II-го типа (молекулы I-го типа присутствуют в меньшем количестве) и костимулирующих молекул CD80 и CD86. Именно присутствие на поверхности дендритных клеток указанных молекул делает их антигенпредставляющими клетками, то есть они приобретают способность представлять антиген Т-лимфоцитам, тем самым участвуя в формировании адаптивного иммунного ответа.

Функции ДК определяются степенью их зрелости. Созревание ДК оценивают по экспрессии на их поверхности маркера CD83. Незрелые ДК широко распространены в организме. В основном они концентрируются в местах, наиболее подверженных возможному проникновению чужеродных антигенов, таких как эпителий кожи и слизистые оболочки дыхательной и пищеварительной систем. Незрелые ДК, циркулирующие в крови, составляют в сумме менее 0,5% от общего числа лейкоцитов крови. С гистологической точки зрения незрелые ДК высоко дифференцированы. Незрелые ДК предназначены для того, чтобы постоянно «тестировать» тканевое микроокружение на присутствие патогена. Поэтому основная их функция – фагоцитоз антигенов. Незрелые ДК экспрессируют на своей поверхности полный набор компонентов МНС, но не имеют костимулирующих молекул (CD80, CD86 или CD40). После захвата и переработки антигена ДК созревают,

утрачивают способность к эндоцитозу и приобретают способность презентировать антиген Т-хелперам, которая успешно реализуется в микроокружении лимфатических узлов . Взаимодействие незрелых ДК с лимфоцитами также может сопровождаться функциональным ответом последних. Незрелые ДК могут вызывать состояние неотвечаемости («иммунологического молчания») Т-лимфоцитов, индуцируя их анергию, апоптоз или активируя регуляторные Т-лимфоциты. Зрелые ДК, наоборот, активируют Т-клетки и способствуют их выживанию. Сравнительная характеристика незрелых и зрелых ДК представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика незрелых и зрелых ДК [1]

Параметр	Незрелые ДК	Зрелые ДК
Функция	Захват (фагоцитоз и пиноцитоз) антигенов	Презентация антигенов Т-клеткам
Костимулирующие молекулы CD80, CD86, CD40	Отсутствуют	Экспрессируются в большом количестве
Адгезивные молекулы	Отсутствуют	Экспрессируются в большом количестве
Молекула CD83	Отсутствует	Экспрессируется
Паттерираспознающие рецепторы	Экспрессируются	Отсутствуют
Оборот МНС класса II	Очень быстро	Сохраняются дольше 100 ч
Плотность МНС класса II	Низкая (около 10 млн)	Возрастает в 10 раз

ДК – РЕГУЛЯТОРЫ ИММУННОГО ОТВЕТА

ДК являются важными регуляторами иммунного ответа. В зависимости от типа антигена (патогена) и вырабатываемых цитокинов, ДК способны направлять дифференцировку наивных Th0-лимфоцитов в сторону Th1, Th2 или же регуляторных Тклеток . При стимуляции вирусами созревающая ДК способствует дифференцировке Т-клеток-продуцентов ИФН- γ (Th1-клеток), а при стимуляции ИЛ-3 – Тклеток-продуцентов ИЛ-4 (Th2-клеток). В присутствии большого количества ИЛ-12 Т-клетки превращаются в клетки типа Th1, секретирующие ИФН- γ и ИЛ-2. Напротив, низкое содержание ИЛ-12 приводит к образованию клеток типа Th2, секретирующих ИЛ-4 и ИЛ-10 и способствующих дифференцировке В-клеток в плазматические клетки, секретирующие иммуноглобулины. ИЛ-4 важен для образования ДК 1 типа, но ингибирует образование ДК 2 типа из клеток-предшественников. Таким образом, вне зависимости от исходного стимула в организме поддерживается определенный баланс между Th1- и Th2-иммунным ответом . Захват антигена незрелыми ДК может приводить к развитию толерантности, а не к активации Т-клеток, если отсутствуют вещества, необходимые для их дальнейшего созревания. В подобных условиях не происходит повышения уровня экспрессии костимулирующих молекул, а вместо ИЛ-12 образуется ИЛ-10. Этот механизм важен для предотвращения аутоиммунного процесса, но он также помогает раковым антигенам избежать защитного действия иммунной системы .

Особенности дендритных клеток различной локализации (клетки Лангерганса , слизистых и другие.)

Клетки Лангерганса (дендритные клетки кожи) постоянно захватывают внеклеточные антигены . Когда рецепторы их шаблонного распознавания взаимодействуют с патогенсвязанными молекулярными шаблонами, эти клетки активируются и ведут себя как антигенпредставляющие. Эндогенные сигналы об опасности (синтез α -интерферона вирус-инфицированными клетками или повышение уровня белков теплового шока в

результате некротической гибели клеток) также активируют дендритные клетки. Активированные дендритные клетки мигрируют в ближайший дренирующий лимфатический узел, где они презентуют антиген Т-лимфоцитам. Перед этим антиген расщепляется внутриклеточно до коротких пептидов, которые встраиваются в пептидсвязывающую борозду молекул HLA II класса. Затем образованный комплекс поступает на цитолемму дендритной клетки .

Во время миграции в регионарные лимфоузлы активированные дендритные клетки называют вуалеподобными. Они обнаруживаются в лимфе и в паракортикальной зоне афферентных лимфатических узлов. Именно эти клетки являются переносчиками антигена из кожи в лимфоидные органы.

Миелоидная (моноцитарная) дендритная клетка (тип 1) (mDC) генерирует из миелоидного предшественника, секретирует IL12, способствует пролиферации Th1 и стимулирует Т-клеточные иммунные ответы. К этой группе, возможно, относятся клетки Лангерганса, интерстициальные (CD11c+) и интердигитативные клетки (CD40+). Клетка Лангерганса (CD1a+, CD207+) содержит лангерин (в гранулах Birbeck) и присутствует в эпидермисе кожи (ДАЛТ), крайней плоти у мужчин и эпителии многих слизистых оболочек (МАЛТ).

Плазмацитоидная (лимфоидная) дендритная клетка (тип 2) (pDC) генерирует из лимфоидного предшественника дендритной клетки. Незрелые плазмацитоидные клетки внешне похожи на плазмциты. Зрелые плазмацитоидные клетки характеризуются типичной для дендритных клеток морфологией. Они секретируют IFN α , IFN β , TNF α , IL6 и IL12, участвует в В-клеточных иммунных ответах. Маркёрами зрелых плазмацитоидных клеток являются CD123 и CD303. Фолликулярная дендритная клетка также играет большую роль в В-клеточных ответах, но она происходит не от кроветворных, а от мезенхимальных предшественников. В отличие от других дендритных клеток, эта клетка не способна экспрессировать HLA II и самостоятельно презентировать антиген, если он не опсонизирован. Предполагается, что поскольку фолликулярные дендритные клетки способны к длительной кумуляции антигенов, эти клетки чрезвычайно важны для поддержания пула В-клеток памяти. Маркёрами являются CD35 (CR1), CD21 (CR2), CD32 (Fc γ RIIb).

Фолликулярные дендритные клетки

Фолликулярные ДК являются немигрирующими населения найдены в первичных и вторичных фолликулов В - клеточных зонах лимфатических узлов, селезенки и слизистой оболочки-ассоциированной лимфоидной ткани (МАЛТ). Они образуют стабильную сеть за счет межклеточных соединений между FDCS процессами и близким взаимодействием с фолликулярными В - клетками. Сеть фолликулярного ДК , как правило , образует центр фолликула и не распространяется от фолликула к межфолликулярным

областям или зонам Т - клеток. Предположительно, это разделение с сайтов ранней обработки антигена и захвата обеспечивает защищенную среду , в которой опсонизированных антигены могут быть отображены в течение длительного времени без proteolyzed или удалены фагоцитирующими клетки. Фолликулярный ДК имеет высокую

экспрессию рецепторов комплемента CR1 и CR2 (CD 35 и CD 21 соответственно) и Fc-рецептор FcγRIIb (CD32). Дальнейшие FDCS специфические молекулярные маркеры FDC-M1 , FDC-M2 и C4. В отличие от других контроллеров домена и макрофагов, ФКИ отсутствия МНС класса II молекулы антигена и выразить несколько рецепторов распознавания образцами , так что они имеют мало возможности для захвата , не опсонированные антигенов.

Фолликулярной PC развивается из предполагаемых предшественников мезенхимальных. Тяжелая комбинированный иммунодефицит (SCID) модель мышья показывает , что эти предшественники могут быть переданы адресатам с аллотрансплантатами костного мозга, в этом случае впоследствии могут быть найдены как доноры , так и получатели FDCS сеть в лимфоидных отсеках получателей. Взаимодействие между FDCS предшественниками и лимфоидными клетками , опосредованных ФНО-а и лимфотоксином (LT) имеет решающее значение для нормального развития и поддержания FDC. ФНО-а связывается с рецептором TNFR1 , в то время как LT взаимодействует с LTβ-рецептор экспрессируется на предшественниках FDC. У мышей , не имеющих В - клеток, или с заблокированной TNF-а и производства лимфотоксина (LT), клетки с фенотипом FDC отсутствуют.

Функции :

Организация лимфоидной микроархитектуры

В нормальных тканях рециркуляционного покоя В - клетках лимфоидных мигрируют через сеть FDC, тогда как антиген-активированные В - клетки перехвачены и подвергается клональной экспансии в сетях FDC, генерация зародышевых центров (GC). ФДК являются одними из основных производителей хемокинов CXCL13 , который привлекает и организует лимфоидные клетки.

Антиген захвата, поддержка памяти В-клеток

Фолликул ДК рецепторы CR1, CR2 и FcγRIIb ловушки антигена опсонизированного комплемента или антителами. Для того чтобы стать выбрано в качестве будущей ячейки памяти, GC В - клетки должны связывать антиген , представленный на ФКДЕ, в противном случае они входят апоптоз .

вывоз строительного мусора По секреторирующим мостиковому фактору MFG8 , который сшивает апоптотические клетки и фагоциты, способствуют ФКАМ селективного удаления мусора из ГХ.

Предотвращение аутоиммунные

Фактор Mfge производится в лимфоидной ткани, главным образом, ФКД известен для повышения полного охвата апоптотических клеток. Дефицит этого фактора у мышей приводит к состоянию, напоминающие системную красную волчанку (СКВ). Кроме того, мыши, лишены LT или LT-рецепторы, которые лишены FDC, развивать обобщенные лимфоцитарные инфильтраты, которые наводят на мысль о аутоиммунитете. Эти данные

свидетельствуют о том, что, возможно, FDC защитить организм от аутоиммунных заболеваний путем удаления потенциально самореактивного мусора из ГХ.

Выделение и оценка функции дендритных клеток

Основная функция дендритных клеток – представление антигена. Так называется процесс, при котором клетка вначале уничтожает чужеродную частицу (дендритные клетки делают это посредством фагоцитоза), а затем забирает у нее компоненты, отвечающие за ее чужеродность (антигены).

После этого пресловутые антигены переносятся ко всем иммунокомпетентным клеткам. Выступая переносчиками информации, дендритные клетки «сообщают» иммунитету об опасности, мобилизуют его, делают его работу более направленной. Кроме того, благодаря им иммунная система получает способность быстрее реагировать на конкретный вредоносный объект в будущем, если он снова проникнет в организм.

Как говорилось выше, дендритные клетки делятся на два вида. Первый – миелоидный. Миелоидные клетки – «родственники» моноцитов, макрофагов, нейтрофилов и базофилов. Этот тип осуществляет классические функции, описанные выше. Еще есть плазмцитоподобные клетки, они происходят из того же клеточного ростка, из которого берут начало лимфоциты. Их особенность заключается в способности выделять интерфероны – защитные факторы против инфекций.

Медиаторные и другие клетки в иммунных процессах

Медиаторные клетки (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, тучные клетки, тромбоциты) и лимфоциты 3-типа (НК, К, О, L – клетки), являются основными компонентами антигеннеспецифической иммунной защиты. Доказано, что цитотоксическое действие О, L и К-лимфоцитов на чужеродные клетки-мишени осуществляется в присутствии небольших количеств антител. Наибольшую активность НК-клетки проявляют в отношении опухолевых, инфицированных вирусом клеток, они оказывают влияние на кроветворение. Лимфоциты 3-го типа не обладают фагоцитарной активностью, для их цитотоксического эффекта не нужна кооперация с другими клетками.

Медиаторы иммунной системы – макромолекулярные вещества, вырабатываемые иммунной системой и участвующие в реализации реакций клеточного и гуморального иммунитета. К ним относятся цитокины (интерлейкины), интерфероны.

Интерлейкины (ИЛ) обеспечивают взаимосвязь отдельных видов лейкоцитов в иммунном ответе. Они представляют собой малые белковые молекулы с молекулярной массой 15000-30000.

ИЛ-1 – соединение выделяемое при антигенной стимуляции моноцитами, макрофагами и другими антигенпрезентирующими клетками. Его действие направлено в основном на Т-хелперы и макрофаги-эффекторы. ИЛ-1 стимулирует гепатоциты, благодаря чему в крови возрастает концентрация белков, получивших название реактантов острой фазы, т.к. их содержание всегда увеличивается в острую фазу воспаления. К таким белкам относятся

фибриноген, С-реактивный белок, α_1 -антитрипсин и др. Эти белки играют важную роль в репарации тканей, связывают протеолитические ферменты, регулируют клеточный и гуморальный иммунитет.

ИЛ-1 усиливает фагоцитоз, а также ускоряет рост кровеносных сосудов в зонах повреждения.

ИЛ-2 выделяется Т-хелперами под воздействием ИЛ-1 и АГ; является стимулятором роста для всех видов Т-лимфоцитов и активатором НК-клеток.

ИЛ-3 выделяется стимулированными Т-хелперами, моноцитами и макрофагами. Его действие направлено на рост и развитие тучных клеток и базофилов, а также предшественников Т- и В-лимфоцитов.

ИЛ-4 продуцируется стимулированными Т-хелперами, способствует росту и дифференцировке В-лимфоцитов, активирует макрофаги, Т-лимфоциты и тучные клетки, индуцирует продукцию иммуноглобулинов.

ИЛ-5 выделяется стимулированными Т-хелперами и является фактором пролиферации и дифференцировки эозинофилов, а также В-лимфоцитов.

ИЛ-6 продуцируется стимулированными моноцитами, макрофагами, эндотелием, Т-хелперами и фибробластами; вместе с ИЛ-4 способствует росту и дифференцировке В-лимфоцитов, обеспечивая их переход в антителопродуценты, т.е. плазматические клетки.

ИЛ-7 усиливает рост и пролиферацию Т- и В-лимфоцитов, а также влияет на развитие тимоцитов в тимусе.

ИЛ-8 образуется стимулированными моноцитами и макрофагами. Его назначение сводится к усилению хемотаксиса и фагоцитарной активности нейтрофилов.

ИЛ-9 продуцируется Т-лимфоцитами и тучными клетками. Усиливает рост Т-лимфоцитов, стимулирует развитие эритроидных колоний в костном мозге.

ИЛ-10 образуется макрофагами и усиливает пролиферацию зрелых и незрелых тимоцитов, а также способствует дифференцировке Т-киллеров.

ИЛ-11 продуцируется стромальными клетками костного мозга. Играет важную роль в гемопоэзе, особенно тромбоцитопоэзе.

ИЛ-12 усиливает цитотоксичность Т-киллеров и НК-клеток.

Интерфероны — общее название, под которым в настоящее время объединяют ряд белков со сходными свойствами, выделяемых клетками организма в ответ на вторжение вируса. Благодаря интерферонам клетки становятся невосприимчивыми по отношению к вирусу.

Интерфероны человека подразделяют на три антигенных типа: лейкоцитарный (α -интерферон), фибробластный (β -интерферон) и иммунный (γ -интерферон). Лейкоцитарный И. продуцируется лейкоцитами, фибробластный — фибробластами, иммунный — Т-лимфоцитами.

Список использованной литературы

1. Ярилин А.А. Иммунология
2. Плейфейер Дж. Х.Л., Чейн Б.М. Наглядная иммунология
3. Статьи с сайта «Киберленика» Дендритные клетки: основные представления, **БИОЛОГИЯ ДЕНДРИТНЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА**
4. Статья Функциональная специализация групп дендритных клеток Талаев В.Ю, Плеханова М.В