



**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)**  
**Задача 5. Цитокиновый шторм**



Поговорим о цитокиновом шторме, о котором вы наверняка слышали в последнее время\*. Давайте попробуем сильнее углубиться в это понятие, а заодно проверим свои знания, касающиеся воспаления и иммунитета. Максимальное количество баллов за это задание – 10. Выбирать необходимо только один ответ. Ответ представьте в виде произвольной таблицы для первых семи вопросов и схемы с ответом на 8 вопрос:

Таблица 1. Пример заполнения таблицы с ответами (в строке «Ответы» надо указать буквы, соответствующие вашему выбору в ответе на подвопрос)

Подвопрос	1	2	3	4	5	6	7
Ответ							

В другом виде правильность проверки не гарантируется и ответ не будет засчитан!!!

\*Звездочка в тексте означает что к этому понятию или вопросу существуют справочные материалы, которые, как мы надеемся, помогут вам разобраться в этом вопросе.

Итак:

1. Что такое цитокины? **(1 балл)**

- A. Небольшие информационные пептиды, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- B. Небольшие информационные полипептиды и белки, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- C. Информационные молекулы – эфиры, содержащие амидную группу, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- D. Информационные молекулы – сахаросодержащие спирты, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.

2. Цитокины делятся на группы и обеспечивают **(1 балл)**

- A. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО $\alpha$ , интерферон  $\gamma$ ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF $\beta$ ) воздействие, регуляцию клеточного иммунитета, регуляцию активности гормональной системы.
- B. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО $\alpha$ , интерферон  $\gamma$ ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF $\beta$ ) воздействие.
- C. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО $\alpha$ , интерферон  $\gamma$ ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF $\beta$ ) воздействие, регуляцию активности гормональной системы.
- D. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО $\alpha$ , интерферон  $\gamma$ ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF $\beta$ ) воздействие, регуляцию клеточного иммунитета.

3. Каков механизм повреждения клеток и тканей при действии цитокинов? **(1 балл)**

- A. Прямое повреждение клеток этими веществами.
- B. Косвенное воздействие за счет активации в клетках их биологических функций.
- C. Прямое и косвенное воздействие.
- D. Цитокины активируют клетки (иммунные и другие), а уже эти клетки начинают разрушать органы и ткани.

4. Одними из основных продуцентов цитокинов являются лимфоциты. Считается, что лимфоциты – основные клетки иммунной системы. Какие виды иммунитета (по классификации) обеспечивают лимфоциты? **(1 балл)**

- A. Гуморальный, клеточный, врожденный и адаптивный.
- B. Гуморальный, клеточный и адаптивный.
- C. Клеточный и адаптивный.
- D. Клеточный.

5. Выберите неправильное утверждение о макрофагах и моноцитах. **(1 балл)**
- A. Все макрофаги — это дифференцированные моноциты.
  - B. Моноциты относятся к врожденной системе иммунитета, источник макрофагов, важный компонент иммунной системы.
  - C. Макрофаги совместно с лимфоцитами играют важную роль в процессе антителообразования.
  - D. Макрофаги и моноциты, воздействуя на другие клетки, способствуют выделению цитокинов и других медиаторов.
6. Процесс воспаления делится на несколько стадий, выберите правильный вариант **\*\* (1 балл)**
- A. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, параллельно развиваются (2) сосудистые реакции и изменения крово- и лимфообращения, (3) экссудация и выход форменных элементов крови, и (4) пролиферация клеточных элементов тканей.
  - B. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация и выход форменных элементов крови, и (3) пролиферация клеточных элементов тканей.
  - C. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация и выход форменных элементов крови, (3) сосудистые реакции и изменения крово- и лимфообращения, и (4) пролиферация клеточных элементов тканей.
  - D. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация, и (3) пролиферация клеточных элементов тканей.
7. В нашем организме есть специальные гормоны, часто упоминаемые в околomedicalных средствах массовой информации, – глюкокортикостероиды. Их часто применяют для лечения цитокинового шторма. Как вы думаете, почему? **(1 балл)**
- A. Они обладают мощным противовоспалительным действием.
  - B. В дополнение к свойству, указанному в пункте А, они обладают иммунорегулирующим действием (угнетают активность различных лимфоцитов и лейкоцитов, снижают продукцию антител и цитокинов).
  - C. В дополнение к свойствам, указанным в пунктах А и Б, они еще и увеличивают свертываемость крови.
  - D. В дополнение к свойствам, указанным в пунктах А, Б и В они еще и понижают чувствительность тканей к инсулину.
8. Правильно ответив на предыдущие вопросы и прочитав справочные материалы, вы вполне сможете выполнить и это задание. Схематично, в произвольной форме изобразите схему развития цитокинового шторма. Излишних подробностей не требуется. Главное – это правильность и понятность. **(3 балла)**

**Всего – 10 баллов**

## Справочные материалы

### \*Цитокиновый шторм

Цитокиновый шторм (синдром цитокинового шторма, гиперцитокинемия) – очень опасная реакция иммунной системы, характеризующаяся быстрой пролиферацией и повышенной активностью некоторых клеток иммунной системы (главным образом лимфоцитов и клеток, обладающих фагоцитарной активностью, например, моноцитов и макрофагов). При цитокиновом шторме происходит неконтролируемая активация этих клеток, сопровождаемая дополнительным выбросом цитокинов и других веществ по принципу положительной обратной связи, что приводит к разрушению тканей и неконтролируемому распространению процесса потенциально на весь организм.

Цитокиновый шторм – понятие относительно новое (считается, что первое упоминание о нем появилось в первой половине 90-х годов XX столетия) и его точного и устоявшегося определения, особенно что касается его клинических проявлений, в настоящее время не существует. Обычно под синдромом цитокинового шторма понимают ряд потенциально приводящих к гибели клинических состояний с похожими симптомами (например, сепсис). Как правило, это – гипервоспалительная реакция различной природы, при которой высвобождается большое количество различных медиаторов (интерферонов, факторов некроза опухоли, интерлейкинов различного действия и др.), приводящая к повреждению собственных клеток из-за высвобождения цитокинов.

Воздействие цитокинов на клетки обусловлено наличием на поверхности клеток специфических рецепторов. Количество свободных рецепторов обуславливают чувствительность клеток к цитокинам. Цитокины активны в очень малых концентрациях. Как правило, они оказывают локальное воздействие. Чтобы воздействие было системным, требуется очень большое количество цитокинов в русле крови. Образование и секреция цитокинов строго регулируются. Синтез цитокинов в клетках индуцируется, чаще всего, микроорганизмами или их компонентами, при этом цитокины одного типа могут служить индуктором синтеза других цитокинов.

Цитокиновый шторм может возникнуть в результате различных инфекций, например, некоторых форм гриппа и других острых респираторных вирусных инфекций, онкозаболеваний, аутоиммунных и ревматических заболеваний, а также в результате некоторых видов иммунотерапий.

Симптомы цитокинового шторма включают в себя повышенную температуру (лихорадку), нарушения свертываемости крови, изменение количества клеток крови, патологическое увеличение селезенки, печени и лимфатических узлов, повреждение легких, увеличение белков острой фазы в крови. Очень часто на фоне симптомов заболевания различить симптомы сопутствующего цитокинового шторма не всегда возможно.

В настоящее время эффективного лечения синдрома цитокинового шторма, особенно в тяжелой форме нет. Основное – это поддерживающая терапия (лечение, направленное на устранение симптомов и поддержку организма, а также позволяющее улучшить качество жизни пациентов во время и после лечения). Поддерживающее лечение также включает в себя коррекцию свертываемости крови. В случае некоторых форм или нетяжелого протекания синдрома этого бывает достаточно, однако это происходит далеко не всегда. Также прибегают к искусственному угнетению иммунитета, например, с использованием глюкокортикостероидов и использованию препаратов, угнетающих определенные этапы процессов или вещества, в них участвующие, так используют специфические антитела к некоторым цитокинам (например, интерлейкин-6).

## \*\*Воспаление

Воспаление – иммуннозависимая защитная реакция организма, направленная на устранение патогенов и приводящая к восстановлению поврежденного участка и/или органа/организма. Причины воспаления могут быть различны и включать в себя как внешние (напр., вирусы, бактерии, грибы, различные токсины, и др.), так и внутренние причины (продукты неправильного метаболизма, продукты разложения поврежденных и погибших тканей, различные комплексы, содержащие антигены и антитела, и др.).

Альтерация – обобщающий термин, означающий повреждение, обусловленное патогеном. В результате альтерации наблюдается повреждение и последующий некроз окружающих клеток и тканей, а также высвобождение медиаторов воспаления, включая цитокины. Альтерация подразделяется на первичную (обусловленную непосредственным воздействием патогена в месте его воздействия) и вторичную (отсрочена во времени, формируется вокруг первичной, связана с диффузией из зоны первичной альтерации в окружающую ткань медиаторов воспаления различного происхождения и/или самих патогенов, также вызывает повреждение клеток соединительных тканей и сосудов, выброс медиаторов воспаления).

Сосудистые реакции – спазмы сосудов, связанные с рефлекторным сокращением нервных клеток, а также действием медиаторов воспаления с последующей артериальной и затем венозной гиперемией (переполнение кровью сосудов кровеносной системы какого-либо органа или области тела). Развиваются после воздействия патогена, идут параллельно альтерации. Сопровождаются локальным покраснением и повышением температуры. Сосудистые реакции способствуют накоплению медиаторов воспаления, частичному вымыванию патогена или продуктов его распада, способствуют накоплению белых клеток крови, но также способствуют агрегации тромбоцитов.

Экссудация и выход форменных элементов крови – выход жидкости и клеток крови (в основном плазмы и белых клеток крови) из сосудов в пораженные ткани и органы в результате увеличения проницаемости стенок микрокапилляров.

Экссудация способствует транспорту различных веществ в очаг воспаления и выводу токсичных веществ. Внешним признаком экссудации является отек. Экссудация – одна из причин развития боли при воспалении.

В процессе экссудации происходит выход форменных элементов белой крови в воспаленную ткань, внутри которой они выполняют ряд функций, ключевых для процесса воспаления.

Лейкоциты и моноциты обеспечивают фагоцитоз и лизис патогенов и его компонентов. Некоторые белые клетки продуцируют специальные вещества, способствующие развитию лихорадки, являющейся частью защитных факторов организма. Макрофаги принимают участие в иницировании иммунного ответа, способствуя созданию антигенов, пригодных для образования антител переработку их в иммуногенную форму. И, наиболее важное для этого вопроса, моноциты/макрофаги, лимфоциты и другие белые клетки выступают как важные медиаторы и модуляторы воспаления, синтезируя различные медиаторы, включая и противовоспалительные белки.

Пролиферация – завершающая стадия воспаления, представляет собой процесс размножения клеток и разрастания ткани, в результате чего и происходит восстановление целостности ткани в очаге воспаления.