


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА Е.А. ВАГНЕРА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

	Управление по научно-исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		Рабочая программа дисциплины <b>Иммунология</b>	Стр. 1


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА  
Е.А.ВАГНЕРА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной деятельности,

Н.П. Логинова

«27» ноября 2024 г.

<b>Рабочая программа дисциплины</b>	<b>Иммунология</b>
Кафедры-разработчики рабочей программы	Кафедра микробиологии и вирусологии
Уровень высшего образования	Высшее образование - подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре
Наименование научной специальности (шифр, название)	3.2.7. Иммунология
Форма обучения	Очная
Нормативные сроки обучения	3 года

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 2

- **Составитель/и (ФИО, ученая степень, ученое звание, должность):**

**Ф.И.О.:**

**ученая степень:**

**ученое звание:**

**должность:**

**Ф.И.О.:**

**ученая степень:**

**ученое звание:**

**должность**

- **Рецензент/ы (ФИО, ученая степень, ученое звание, должность):**

**Ф.И.О.:**

**ученая степень:**

**ученое звание:**

**должность:**

**Ф.И.О.:**

**ученая степень:**

**ученое звание:**


**должность**

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России от «27» ноября 2024 г. Протокол № 12.

Рабочая программа дисциплины 3.2.7. Иммунология составлена и структурирована в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

**Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин**

1. Иностранный язык.
2. История и философия науки
3. Программами научно-исследовательской практики аспирантов.

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 3

## 1. Общие положения

**1.1. Цель учебной дисциплины** - систематизировать и обобщить современные представления о функциях клеток иммунной системы, а так же о методах оценки их функциональной активности.

### 1.2. Задачи учебной дисциплины:

- Изучить предмет и задачи иммунологии, историю развития, ознакомиться с основными понятиями и определениями.
- Изучить характеристику и функции клеток врожденного иммунитета.
- Изучить характеристику и функции клеток приобретенного иммунитета.
- Понять механизмы развития иммунного ответа и взаимодействия клеток в иммунном ответе.
- Ознакомиться с основными методами оценки их функциональной активности клеток иммунной системы.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к образовательному компоненту структуры программы аспирантуры и входит в число *обязательных* дисциплин, направленных на сдачу кандидатского экзамена образовательной программы по специальности: 3.2.7 – Иммунология.

### 1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Иммунология** обучающиеся должны обладать фундаментальными знаниями в области иммунологии, а также смежных с ней наук и демонстрировать следующие результаты:

#### Знать:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений
- требования к грамотной формулировке задач,
- теоретические основы обоснования актуальности и научной новизны исследования в области аллергологии и иммунологии.
- подходы и методы изучения строения иммунной системы, биохимии, физиологии, генетики.

#### Уметь:

- применять литературные данные, для трактовки результатов проведенных исследований
- анализировать и систематизировать информацию по теме исследования,


#### Владеть:

- методами статистического анализа и грамотной интерпретации полученных результатов экспериментов.

**Результатом освоения** учебной дисциплины является сдача кандидатского экзамена по специальности: Иммунология

## 2. Аннотация дисциплины

На современном этапе развития **Иммунология** является одной из самых актуальных и быстроразвивающихся наук, применение знаний и методов которой

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 4

необходимо для развития медицины, биотехнологии, экологии и других областей, связанных с обеспечением здоровой и комфортной среды для человека.

Дисциплина нацелена на формирование и развитие у аспирантов знаний и навыков решения задач современной иммунологии и смежных областей знаний; получение обучающимися знаний для быстрой и квалифицированной переработки фундаментальных и теоретических исследований и получения новых результатов в процессе практической работы над проблемами иммунологии, позволяющими выпускнику успешно работать в различных областях профессиональной деятельности. Курс «**Иммунология**» нацелен на подготовку аспирантов к успешной сдаче кандидатского экзамена по специальности и на подготовку к защите кандидатской диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.


Курс «**Иммунология**» является междисциплинарным. Итоговым контролем по прохождению курса является успешная сдача кандидатского экзамена по специальности.

### 3. Структура учебной дисциплины


Программой дисциплины предусмотрены лекции (24 часа), практические занятия (24 часа) и самостоятельная работа (58 часов).

### Объем дисциплины, формы текущего и промежуточного контроля

Направления подготовки	<b>06.06.01</b> Биологические науки (направленность: Микробиология)
форма обучения	очная
№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	58
Формы текущего контроля	Устный опрос

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (АНДЖЕМО ВЕГЧЕМО)</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	<p>Стр. 5</p>

<p>Формы промежуточной аттестации</p>	<p>тест</p>
<p>Форма итогового контроля</p>	<p>Кандидатский экзамен – 2 часа</p>

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 6


### Тематический план

№№	Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия		самостоятельная работа
			лекции	практические занятия	
1	Тема 1. Предмет и задачи иммунологии. История развития. Основные понятия и определения	8	2	0	3
2	Тема 2. Клетки врожденного иммунитета. Нейтрофилы	8	2	0	3
3	Тема 3. Клетки врожденного иммунитета. Макрофаги	8	2	0	3
4	Тема 4. Клетки врожденного иммунитета. Эозинофилы, тучные клетки базофилы	12	2	4	3
5	Тема 5. Система комплемента	8	2	0	3
6	Тема 6. Реактанты острой фазы	8	2	0	3
7	Тема 7. Цитокины	8	2	0	3
8	Тема 8. Естественные киллеры	8	2	0	4
9	Тема 9. Дендритные клетки	12	2	4	4
10	Тема 10. Антигены и антитела	8	2	0	3
11	Тема 11. В-лимфоциты	8	2		3
12	Тема 12. Т-лимфоциты	12	2	4	3
13	Тема 13. Проблемы распознавания в иммунологии	13		4	5
14	Тема 14. Иммунологические методы в биологии и медицине	13		4	5
15	Подготовка к экзамену	10			10
16	Кандидатский экзамен	2			
17	Всего	108	24	24	58

#### 4. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

##### *Тема 1. Предмет и задачи иммунологии. История развития. Основные понятия и определения*

Современная иммунология как наука, изучающая структуру и функции иммунной системы. Определение иммунитета. Развитие иммунологии от Л. Пастера до наших дней. Иммунитет как главная функция иммунной системы, направленная на поддержание генетического постоянства внутренней среды организма. Общие особенности структурно-

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 7

функциональной организации иммунной системы. Подсистемы врожденного (синонимы: палеоиммунитета, конституционального иммунитета, примордиального иммунитета, до иммунного ответа, естественной резистентности, англ. innate immunity) и приобретенного иммунитета (синонимы: неоиммунитета, адаптивного иммунитета, Т-иВ-лимфоцитарного иммунитета, англ. adaptive immunity), различия и краткая характеристика распознающих структур. Распознавание "чужого" и "измененного своего", их элиминация и иммунологическая память. Основные особенности иммунной системы, отличающие ее от других систем организма

### ***Тема 2. Клетки врожденного иммунитета. Нейтрофилы***

Клетки врожденного иммунитета. Нейтрофилы.

Характеристика нейтрофилов. Этапы созревания. Движение нейтрофила: роллинг, адгезия, диапедез. Хемотаксис: движение по градиенту концентрации хемоаттрактанта, основные хемоаттрактанты, хемокиновые рецепторы. Распознавание чужеродных объектов, роль опсонин. Поглощение и уничтожение микробов. Кислород-зависимая и кислород-независимая бактерицидность. Завершенность фагоцитоза. Исход воспалительных реакций с участием нейтрофилов. Участие нейтрофилов в патологических процессах.

### ***Тема 3. Клетки врожденного иммунитета.***


Макрофаги. Система мононуклеарных фагоцитов. Особенности гистогенеза мононуклеарных фагоцитов (схема дифференцировки), разнообразие макрофагов (клетки Купфера, микроглии и др.). Функции мононуклеарных фагоцитов. Удаление апоптотического материала - главная функция макрофагов. Распознавание «мусора» и чужеродных объектов. Стадии фагоцитоза. Резидентные, воспалительные и активированные макрофаги. Варианты активации макрофагов (классический, альтернативные). Секреция биологически активных медиаторов и цитокинов активированными макрофагами, их действие. Цитотоксическая активность мононуклеарных фагоцитов. Роль их в воспалении и репарации тканей. Участие макрофагов и продуцируемых ими цитокинов в индукции иммунного ответа и других защитно-приспособительных реакций (лихорадка, синтез белков острой фазы воспаления, стрессорные реакции и др.). Макрофаги в эффекторной фазе иммунного ответа. Образование гранулем.

### ***Тема 4. Клетки врожденного иммунитета. Эозинофилы, тучные клетки базофилы***

Эозинофилы, их созревание, миграция, распознающие рецепторы. Гранулы эозинофилов: первичные, вторичные, малые, липидные тельца. Формы экзоцитоза: секреция, частичная дегрануляция, цитоллиз. Секреторные продукты эозинофилов: цитотоксические субстанции, липидные медиаторы, цитокины. Тучные клетки и базофилы: созревание и функции. Секреторные продукты: гепарин, гистамин, ферменты, протеогликаны, простаноиды, цитокины. Антигельминтный иммунитет. Аллергия. Гигиеническая гипотеза.

### ***Тема 5. Система комплемента***

. Клетки врожденного иммунитета. Эозинофилы, тучные клетки базофилы. Эозинофилы, их созревание, миграция, распознающие рецепторы. Гранулы эозинофилов: первичные, вторичные, малые, липидные тельца. Формы экзоцитоза: секреция, частичная

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 8

дегрануляция, цитолиз. Секреторные продукты эозинофилов: цитотоксические субстанции, липидные медиаторы, цитокины. Тучные клетки и базофилы: созревание и функции. Секреторные продукты: гепарин, гистамин, ферменты, протеогликаны, простаноиды, цитокины. Антигельминтный иммунитет. Аллергия. Гигиеническая гипотеза.

#### ***Тема 6. Реактанты острой фазы***

. Реактанты острой фазы - отражение системного воспаления. Роль цитокинов в их продукции. С-реактивный белок: строение, функции, диагностическое значение. Пентраксин 3: участие в противогрибковом иммунитете и удалении апоптотических клеток. Фибронектин: строение, функции, диагностическое значение. Секреторные фосфолипазы А<sub>2</sub>, как катионные белки. Ингибиторы протеаз: альфа1-антитрипсин, альфа1-антихимотрипсин, альфа2-макроглобулин. Транспортные протеины: гаптоглобин, церулоплазмин, трансферрин. Липиды, как защитные факторы. Хроническое воспаление: проатерогенные сдвиги. Вторичный амилоидоз. Диагностическое значение реактантов острой фазы.

#### ***Тема 7. Цитокины***

Цитокины. Общие принципы влияния цитокинов на клетки: избыточность, синергизм, антагонизм, плейотропизм. Понятие о цитокиновой сети. Аутокринные, паракринные и эндокринные эффекты. Классификация цитокинов. Цитокиновые рецепторы. Лиганд-рецепторные взаимодействия. Растворимые рецепторы, явление транссигнализации. Внутриклеточные сигнальные пути: Янус-киназы и STAT-протеины. Хемокины, их семейства. Цитокины, как лечебные препараты.

#### ***Тема 8. Естественные киллеры***


Развитие естественных киллеров. Субпопуляции зрелых НК-клеток. Взаимодействие естественных киллеров и макрофагов. Рецепторы естественных киллеров. Активационные и ингибиторные рецепторы, их внутриклеточная сигнализация. Цитотоксическая функция НК-клеток: лизис путем экзоцитоза гранул и рецепторное включение механизмов апоптоза в клетке мишени. Участие естественных киллеров в противовирусном иммунитете. НК-клетки и беременность: явление иммуотрофизма. Участие естественных киллеров в трансплантационном иммунитете. Феномен гибридной резистентности.

#### ***Тема 9. Дендритные клетки***

Дендритные клетки как связующее звено между врожденным и адаптивным иммунитетом. Миелоидные и плазмацитоидные дендритные клетки, клетки Лангерганса. Их локализация, формирование, миграция. Распознавание и переработка антигена дендритными клетками. Эндосомальный и протеосомальный пути деструкции антигенов. Презентация антигена Т-лимфоцитам. Роль воспаления в развитии иммунного ответа. Роль дендритных клеток в формировании иммунологической толерантности. Индукция синтеза индоламин-2,3,-диоксигеназы как механизм формирования толерантности. Взаимодействие дендритных клеток с НК-клетками. Фолликулярные дендритные клетки их роль в развитии вторичного иммунного ответа.

#### ***Тема 10. Антигены и антитела***

Антигенность и иммуногенность. Свойства, определяющие иммуногенность антигенов. Адьюванты. Презентация антигенов. Молекулы главного комплекса гистосовместимости,

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 9

их строение и наследование: МНС I и II классов. Полиморфизм и полигенность. HLA и болезни. Генетическое разнообразие в главном комплексе гистосовместимости как основа сохранения вида. Неклассические молекулы МНС. Формирование антигенпрезентирующих структур: протеосомальный и эндосомальный пути. Антигенпрезентирующие клетки. Кросс-презентация. CD 1-презентация. Суперантигены. Влияние вирусов на МНС-экспрессию.

### ***Тема 11. В-лимфоциты***

История открытия антител. Антитела, гамма-глобулины, иммуноглобулины. Работы Э. Беринга, П. Эрлиха, К. Ландштейнера. Строение антител. Труды Р. Портера и Д. Эдельмана. Тяжелые и легкие цепи иммуноглобулинов, константные и переменные домены цепей, Fab-, (Fab)<sub>2</sub>-, Fc-фрагменты. Гипервариабельные участки цепей. Гены иммуноглобулинов. Процесс ДНК-рекомбинации как основа формирования разнообразия антител. Понятия изотип, аллотип, идиотип. Защитные функции антител. Функциональные свойства иммуноглобулинов разных классов.

### ***Тема 12. Т-лимфоциты***


Роль вилочковой железы в формировании Т-лимфоцитов. Претимоциты костного мозга, миграция в тимус. DN Т-лимфоциты. Бета-селекция, DP Т-лимфоциты. Позитивная селекция. Негативная селекция. SP Т-лимфоциты. Ликвидация аутореактивных клонов, роль беспорядочной экспрессии генов. Особенности формирования регуляторных Т-клеток. Дифференцировка гамма-дельта-лимфоцитов. Гены Т-клеточного рецептора. Кольцевые ДНК, их значение в определении продуктивной функции вилочковой железы. Структура Т-клеточного рецептора, его ассоциация с CD3-комплексом. Корцепторные молекулы: CD4, CD8, CTLA-4. Их роль в активации Т-лимфоцита. Циркуляция Т-клеток. Антигензависимая дифференцировка Т-лимфоцитов. Субпопуляции Т-клеток. Т-клетки памяти: центральная и эффекторная память. НКТ-клетки.

### ***Тема 13. Проблемы распознавания в иммунологии***

Роль вилочковой железы в формировании Т-лимфоцитов. Претимоциты костного мозга, миграция в тимус. DN Т-лимфоциты. Бета-селекция. DP Т-лимфоциты. Позитивная селекция. Негативная селекция. SP Т-лимфоциты. Ликвидация аутореактивных клонов, роль беспорядочной экспрессии генов. Особенности формирования регуляторных Т-клеток. Дифференцировка гамма-дельта-лимфоцитов. Гены Т-клеточного рецептора. Кольцевые ДНК, их значение в определении продуктивной функции вилочковой железы. Структура Т-клеточного рецептора, его ассоциация с CD3-комплексом. Корцепторные молекулы: CD4, CD8, CTLA-4. Их роль в активации Т-лимфоцита. Циркуляция Т-клеток. Антигензависимая дифференцировка Т-лимфоцитов. Субпопуляции Т-клеток. Т-клетки памяти: центральная и эффекторная память. НКТ-клетки.

### ***Тема 14. Иммунологические методы в биологии и медицине***

Взаимодействие антител с антигенами. Понятия аффинности, авидности и специфичности. Реакции преципитации, агглютинации, связывания комплемента, нейтрализации. Иммуноферментный, радиоиммунный и иммунолюминесцентный анализы. Проточная цитофлуориметрия. Методы оценки фагоцитоза, экзоцитоза, цитотоксических реакций. Пролиферативная и цитокинообразующая функции иммунокомпетентных клеток. Определение миграционной функции клеток.

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 10

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### Основная:

1. Черешнев В. А., Шмагель К. В. Иммунология: учебник для вузов по направлению 020200 "Биология" по биологическим специальностям/В. А. Черешнев, К. В. Шмагель.- Москва: МАГИСТР-ПРЕСС, 2012, ISBN 978-5-89317-233-1.-418.
2. Черешнев В.А., Шилов Ю.И., Черешнева М.В., Самodelкин Е.И., Гаврилова Т.В., Гусев Е.Ю., Гуляева И.Л.- Экспериментальные модели в патологии- Пермский гос. науч. исслед. ун-т. 2-е изд., перераб. и доп. – Пермь, 2014. – 324с.

##### Дополнительная:

Галактионов В. Г. Иммунология: учеб. для вузов, обучающихся по напр. 510600 "Биология" и биол. спец./В. Г. Галактионов.-М.: Академия, 2004, ISBN 5-7695-1260-1.-528,-Библиогр.: с. 516

##### Электронные информационно-образовательные ресурсы:

Образовательный процесс по дисциплине **Иммунология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Электронно-библиотечная система IPRbooks ELiS - электронная библиотека Библиотека БиблиоТех


Полнотекстовые книги и журналы, базы данных, реферативные и информационные ресурсы National Center for Biotechnology Information.

#### 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционный зал, оборудованный интерактивной и обычной досками, мультимедийным проекционным оборудованием EPSON EMP – TW10 и EPSON H391B.

Оборудование в лабораториях:

- Амплификатор T Personal combi 050-552
- Лабораторная установка для анализа ПЦР в реальном времени
- Микропланшетный гибридный многофункциональный фотометр Synergy H1
- Анализатор гематологический с аксессуарами
- Криохранилище СК509х3 34,8 с подстав.роликов. в компл. с 6 канистр.(макс.вместим. 600 пробир.2 мл(сист.хранен. в жид.азоте об.34,8 л
- Люминоскан Ассент
- Микроскоп лабораторный "Лейка"
- Микроскоп оптический лабораторный "Аксиостар"
- Многоканальный анализатор
- Проточный цитофлуориметр в комплекте
- Спектрофотометр UV-mini-1240

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 11

- Хроматографич. колонка для аффинного выделен. и очистки трофобласт. бета-1-гликопр
- Многофункциональный фотометр для микропланшет Synergy™ H1 MFD (BioTek Instruments Inc., США) – 1 шт. ,
- Низкотемпературный морозильник Snijders (Snijders Scientific, Голландия) – 2 шт.
- Спектрофотометр Agilent Cary 100 BioMelt
- Микроскоп Nikon Ti-U с цифровой камерой
- Система визуализации и документирования гелей GelDoc XR Plus,
- Ферментер BioFlo-15K
- Амплификатор T100 (BioRad)
- Атомно-абсорбционный пламенно-эмиссионный програм.-управл. спектрофотометр
- Газовый хроматограф GC-2014
- Лабор. установка для измерения наноразмерных частиц на базе анализатора Malvern
- Хромато-масс-спектрометрическая система
- Низкотемпературный морозильник.

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.


Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации аспиранта.

#### **7. Управление и контроль освоения компетенций**

7.1. Текущий контроль освоения разделов курса проводится по форме

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 12

-устный опрос

7.2. **Промежуточный контроль** проводится по форме

-устный опрос / письменный ответ на тест


7.3. **Итоговый контроль** проводится по форме

-Дифференцированный зачет не предусмотрен

-Экзамен сдается по программе кандидатского экзамена по Иммунологии, утвержденной директором ПФИЦ УрО РАН

#### 7.4. Виды контроля


Контролируемые разделы дисциплины	Виды контроля		
	ТК (текущий контроль)	ПК (промежуточный контроль)	Экзамен (итоговый контроль)
Тема 1. Предмет и задачи иммунологии. История развития. Основные понятия и определения	+	+	
Тема 2. Клетки врожденного иммунитета. Нейтрофилы	+		
Тема 3. Клетки врожденного иммунитета. Макрофаги	+		
Тема 4. Клетки врожденного иммунитета. Эозинофилы, тучные клетки базофилы	+	+	
Тема 5. Система комплемента	+		
Тема 6. Реактанты острой фазы	+		
Тема 7. Цитокины	+	+	
Тема 8. Естественные киллеры	+		
Тема 9. Дендритные клетки	+		
Тема 10. Антигены и антитела	+	+	
Тема 11. В-лимфоциты	+		
Тема 12. Т-лимфоциты	+		
Тема 13. Проблемы распознавания в	+	+	+

	Управление по научно- исследовательской деятельности	СМК ПГМУ СТО	
		<b>Иммунология</b>	Стр. 13


иммунологии			
Тема 14. Иммунологические методы в биологии и медицине	+	+	
Все темы			

### **8. Перечень вопросов для повторения и самоконтроля**


1. Современная иммунология как наука, ее предмет и задачи. Определение понятия иммунитет. Концепция иммунологического надзора. Основные особенности иммунной системы, отличающие ее от других функциональных систем организма.
2. История иммунологии. Открытие основных иммунологических феноменов. Нобелевские премии в области иммунологии.
3. Понятие об антигенах. Определение термина антиген. Классификация антигенов по происхождению. Химическая природа антигенов. Антигены как биологические маркеры. Специфичность и иммуногенность - основные характеристики антигенов как участников иммунного процесса.
4. Иммуногенность антигенов. Полные антигены и гаптены. Гаптены как вещества, лишенные иммуногенности, но обладающие специфичностью. Комплексные антигены (гаптен+носитель). Роль носителя. Получение антител к биологически важным гаптенам и их использование в биологических исследованиях.
5. Связь иммуногенности с особенностями химической структуры антигенов и их способности к катаболизму в организме. Тимусзависимые и тимуснезависимые антигены. Иммуногенность естественных и искусственно синтезированных белков и полипептидов, полисахаридов, липидов, нуклеиновых кислот и их комплексов.
6. Понятие об адъювантах и их роль в повышении иммуногенности антигенов. Практическое применение адъювантов (примеры).
7. Антигенная специфичность. Понятие об антигенных детерминантах. Роль различных уровней структурной организации антигенов в формировании антигенной специфичности, секвенционные и конформационные детерминанты. Физико-химические основы взаимодействия антигенов с антителами и Т-клеточными рецепторами. Работы К. Ландштейнера по антигенным детерминантам и антигенной специфичности.
8. Клонально-селекционная теория иммунитета (Ф. Бернет) и основные ее положения. Современный этап развития клонально-селекционной теории иммунитета.
9. Феномен иммунологической толерантности, его открытие и характеристика. Классификация феноменов иммунологической толерантности и их характеристика. Механизмы иммунологической толерантности. «Срыв» толерантности и аутоиммунные заболевания. Аутоантигены.
10. Основные типы иммунекомпетентных и вспомогательных (добавочных и неспецифических эффекторных) клеток, их функциональное предназначение. Определение термина "иммунекомпетентная клетка", общая характеристика рецепторов и клонального разнообразия Т- и В- лимфоцитов. Функции основных субпопуляций лимфоцитов.

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (PERMSKYI MEDITSINSKIY UNIVERSITET)</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	


11. НК-клетки. Общая характеристика НК-клеток, их функции, мембранные молекулы и их функциональная роль. Основные стадии взаимодействия естественных киллеров с клетками-мишенями. Механизмы цитолиза клеток-мишеней (перфорины, гранзимы или фрагментины, апоптоз). Роль киллер-ингибирующих рецепторов.
12. Общая характеристика неспецифических эффекторных клеток иммунной системы. Роль рецепторов к Fc-фрагменту иммуноглобулинов, к компонентам комплемента и к цитокинам в регуляции функций неспецифических эффекторных клеток. Toll-подобные рецепторы и другие распознающие структуры в механизмах естественной резистентности.
13. Клетки микроокружения органов иммунной системы. Дендритные клетки и их функции.
14. Подсистемы палео- (innate immunity) и неоиммунитета (adaptive immunity), различия и краткая характеристика распознающих структур. Распознавание антигенов, их элиминация и иммунологическая память.
15. Классификация основных иммунологических феноменов.
16. Механизмы распознавания в подсистеме палеоиммунитета. Понятие о патоген-ассоциированных молекулярных паттернах (РАМР). Паттерн-распознающие рецепторы и секретируемые паттерн-распознающие молекулы.
17. Система мононуклеарных фагоцитов. Особенности гистогенеза мононуклеарных фагоцитов (схема дифференцировки), разнообразие макрофагов (клетки Купфера, микроглии и др.), системная активация и роль в ней колониестимулирующих факторов. Функции мононуклеарных фагоцитов. Стадии фагоцитоза. Кислородозависимые и кислородонезависимые механизмы микробицидности.
18. Резидентные, воспалительные и активированные макрофаги. Варианты активации макрофагов (классический, альтернативные). Секреция биологически активных медиаторов и цитокинов активированными макрофагами, их действие. Цитотоксическая активность мононуклеарных фагоцитов. Роль их в воспалении и репарации тканей. Участие макрофагов и продуцируемых ими цитокинов в индукции иммунного ответа и других защитно-приспособительных реакций (лихорадка, синтез белков острой фазы воспаления, стрессорные реакции и др.). Макрофаги в эффекторной фазе иммунного ответа.
19. Характеристика неспецифических эффекторных функций гранулоцитов в иммунных реакциях (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы крови и тучные клетки).
20. Понятие о биологических барьерах организма и об эшелонированности механизмов естественной и приобретенной резистентности.
21. Общая характеристика факторов неспецифической резистентности (барьеры кожи и слизистой, бактерицидные вещества секретов и тканей; клетки моноцитарно-макрофагального ряда и фагоцитоз; эозинофилы и базофилы; белки системы комплемента; белки острой фазы воспаления; маннозосвязывающий лектин, липополисахаридсвязывающий протеин, интерфероны и др.).
22. Характеристика механизмов естественной резистентности, опосредованной антигенспецифическими молекулами иммунной системы (естественные антитела; антителозависимая клеточная цитотоксичность, опосредованная НК-клетками, макрофагами и гранулоцитами; опсонизирующие функции естественных антител и др.).
23. Общая характеристика специфических антигенраспознающих и эффекторных молекул иммунной системы (иммуноглобулиновые рецепторы, антитела и Т-клеточные

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗДАНИЕ 2014)</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	


- рецепторы), их роль в антигенспецифической активации В- и Т-лимфоцитов и в реализации специфических эффекторных функций иммунной системы.
24. Основные классы иммуноглобулинов, общие закономерности их структуры. Работы Дж.М. Эдельмана и Р.Р. Портера по расшифровке структуры антител. Fab-, Fc-, P(ab')<sub>2</sub>-фрагменты антител, их функции. Валентность Fab- и P(ab')<sub>2</sub>-фрагментов и определяемая валентностью возможность их участия в серологических реакциях нейтрализации, преципитации и агглютинации. Основные классы и подклассы тяжелых цепей, типы и подтипы легких цепей. Функциональное предназначение V- и C-областей.
  25. Изотипия антител, характеристика отдельных классов. Понятие об алло- и идиотипах антител.
  26. Общая характеристика В-лимфоцитов, их функций, рецепторов и корецепторных молекул. Субпопуляция В1-лимфоцитов.
  27. Антигенраспознающий рецепторный комплекс В-лимфоцитов, его структура и роль в активации клетки. Структура мембранных иммуноглобулинов. Функциональное значение одновременной экспрессии на мембране «наивных» зрелых В-лимфоцитов mIgM и mIgD. Структура и роль CD79a и CD79b в передаче активационного сигнала внутрь клетки, иммунорецепторный тирозиновый активационный мотив. Роль тирозиновых протеинкиназ в активации В-лимфоцитов. Молекулярно-генетические механизмы формирования разнообразия антител и иммуноглобулиновых антигенраспознающих рецепторов.
  28. Корецепторные молекулы В-лимфоцитов. Структура и роль в активации В-лимфоцитов корецепторного комплекса CD21/CD19/CD81. Структура CD32, иммунорецепторный тирозиновый ингибирующий мотив и молекулярные механизмы отрицательного контроля по механизму обратной связи активации В-лимфоцитов антителами класса IgG. Роль CD40 в регуляции активации В-лимфоцитов. Другие мембранные молекулы В-лимфоцитов.
  29. Общая характеристика Т-лимфоцитов. Функции Т-лимфоцитов и их субпопуляции. Общая характеристика рецепторных и корецепторных молекул Т-лимфоцитов.
  30. Антигенраспознающий рецепторный комплекс Т-лимфоцитов, его структурная организация. Структура αβ- и γδ-рецепторов. Особенности Т-клеточного распознавания антигенов, роль в нем молекул главного комплекса гистосовместимости I и II класса. Структура CD3 комплекса и его роль в передаче активационного сигнала внутрь клетки, иммунорецепторный тирозиновый активационный мотив. Роль тирозиновых протеинкиназ в активации Т-лимфоцитов. Молекулярно-генетические механизмы формирования разнообразия Т-клеточных рецепторов.
  31. Корецепторные молекулы Т-лимфоцитов CD4 и CD8, их структура, функции и роль в активации клетки. Субпопуляции зрелых Т-лимфоцитов, отличающиеся экспрессией CD4 и CD8. Особенности структуры и роль CD28, CD152, CD2 и др. молекул в активации Т-лимфоцитов.
  32. Антигены гистосовместимости I и II классов, их структура и роль в иммунных реакциях (МНС I и II). Понятие о главном комплексе гистосовместимости.
  33. Понятие о процессинге (переработке) антигенов и презентации (представлении) антигенных пептидов антигенпрезентирующими клетками в комплексе со своими собственными антигенами гистосовместимости I и II класса (МНС I и II) Т-лимфоцитам. Понятие об антигенпрезентирующих клетках. Распознавание комплекса МНС I и II с антигенными пептидами Т-лимфоцитами. Роль CD4 и CD8 как основных

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИНДИВИДУАЛЬНО ВОСПИТАНИЕ)</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	<p>Стр. 16</p>

- корцепторных молекул Т-лимфоцита в антигенном распознавании и активации Т-лимфоцитов. Особенности переработки (процессинга) и презентации антигенов, распознаваемых CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитами.
34. Роль главного комплекса гистосовместимости в генетическом контроле иммунного ответа. Наследование антигенов главного комплекса гистосовместимости. Генетические законы трансплантации Снелла. Реакция «хозяин против трансплантата» и реакция «трансплантат против хозяина», их моделирование в эксперименте, значение. Генетический полиморфизм главного комплекса гистосовместимости, механизмы его поддержания на популяционном уровне и значение для выживания вида.
  35. Участие CD1 в презентации Т-лимфоцитам гликолипидных антигенов. Распознавание антигенов В- лимфоцитами.
  36. Перечислить эффекторные функции антител. Белки системы комплемента. Биологические эффекты активации системы комплемента (реакции адгезии, образование анафилактоксина и других активных фрагментов, мембраноатакующий комплекс и цитолиз, нейтрализация вирусов, элиминация иммунных комплексов антиген-антитело). Рецепторы к компонентам комплемента и их характеристика.
  37. Рецепторы к Fc-фрагменту антител, их структура, распределение, роль в эффекторных функциях антител. Молекулярные механизмы трансдукции регуляторных сигналов с рецепторов к Fc-фрагменту антител.
  38. Гомоцитотропность (цитофильность) антител класса IgE и основные стадии развития аллергических реакций немедленного типа.
  39. Феномен опсонизации при фагоцитозе, роль рецепторов к Fc-фрагменту антител и к СЗЬ- компоненту комплемента.
  40. Антителозависимая клеточная цитотоксичность и роль в ней естественных киллеров, клеток моноцитарно-макрофагального ряда, эозинофилов.
  41. Транспорт IgG через плаценту и обеспечение пассивного иммунитета у новорожденного. Роль секреторного IgA материнского молока в формировании пассивного иммунитета грудного ребенка. Изменения концентрации иммуноглобулинов разных классов в течение первого года жизни ребенка.
  42. Понятие о серологических реакциях и количественных иммунохимических методах, их использование в биологии. Реакции, основанные на феноменах агглютинации, преципитации, лизиса, нейтрализации; метод локального гемолиза в геле агарозы для определения числа антителообразующих клеток по Ерне, варианты постановки реакции преципитации в геле, реакция гемагглютинации.
  43. Методы, основанные на использовании меченных изотопами, ферментами и люминесцентными красителями антител и антигенов на примере реакции иммунофлюоресценции, радиоиммунного конкурентного анализа в жидкой фазе (РИА) и твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA). Проточная лазерная цитометрия. Понятие о моноклональных антителах и гибридомной биотехнологии.
  44. Структурно-функциональная организация иммунной системы. Понятие о лимфомиелоидном комплексе, центральных и периферических органах иммунитета. Их назначение и функции.
  45. Понятие об антигеннезависимом и антигензависимом этапах дифференцировки лимфоидных клеток. Их назначение.
  46. Антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов, ее отдельные стадии и схема. Роль факторов стромального микроокружения, цитокинов и гормонов тимуса. Основные типы нелимфоидных клеток тимуса. Структурная реорганизация генов,

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНА НЕКЛАДИ ВАСИЧЕНКО</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	<p>Стр. 17</p>

- кодирующих Т-клеточные рецепторы, формирование Т-клеточного рецепторного комплекса и клонального разнообразия Т-лимфоцитов в процессе антигеннезависимой дифференцировки Т-лимфоцитов. Формирование иммунологической толерантности к «своим» антигенам, понятие о положительной и отрицательной селекции клонов Т-лимфоцитов. Формирование функциональной гетерогенности Т-лимфоцитов. Маркеры отдельных стадий антигеннезависимой дифференцировки Т-лимфоцитов.
47. Антигеннезависимая дифференцировка В-лимфоцитов, ее схема. Иммуноглобулины (Ig) как маркеры дифференцировки В-лимфоцитов, их функциональное предназначение. Перестройка генов Ig и формирование клонального разнообразия Ig рецепторов. Негативная селекция клонов на уровне незрелых В-лимфоцитов и ее роль в формировании толерантности В-лимфоцитов. Связь экспрессии mIgD с приобретением иммунокомпетентности. Изменения экспрессии других молекул (компонентов CD19/CD21/CD81 корецепторного комплекса, CD 10, CD40, рецепторов к эритроцитам мыши и др.) в процессе антигеннезависимой дифференцировки В-лимфоцитов. Участие цитокинов в регуляции антигеннезависимой дифференцировки В-лимфоцитов.
  48. Функциональная морфология центральных органов иммунной системы (тимус, сумка Фабрициуса, костный мозг).
  49. Периферические лимфоидные органы как место заключительных стадий антигеннезависимой дифференцировки Т- и В-лимфоцитов и их роль в различных формах иммунного ответа. Общие закономерности строения периферических лимфоидных органов, Т- и В-клеточные домены (зоны), изменения их морфологии после контакта с антигеном. Роль фолликулярных и интердигитальных дендритных клеток. Функциональное предназначение различных компартаментов периферической лимфоидной ткани.
  50. Иммуноморфология лимфатического узла. Иммуноморфология селезенки. Лимфоидные образования, ассоциированные со слизистыми оболочками, особенности их строения и функции. Особенности субпопуляционного состава Т- и В-лимфоцитов слизистых. Роль  $\alpha\beta$  и  $\gamma\delta$  Т-лимфоцитов и секреторного IgA в обеспечении местного иммунитета слизистых.
  51. Рециркуляция иммунокомпетентных клеток. Феномен «хоминга», роль посткапиллярных венул, понятие о молекулах клеточной адгезии. Особенности рециркуляции и миграции клеток при антигенном воздействии.
  52. Иммунный ответ. Понятие о гуморальном и клеточноопосредованном иммунном ответе. Эффекторные клетки иммунного ответа.
  53. Антитела как основные эффекторные молекулы гуморального иммунного ответа. Особенности их структуры, основные классы иммуноглобулинов (антител). Кинетика антителообразования, основные фазы и периоды, особенности переключения синтеза иммуноглобулинов разных классов и кинетики при первичном и вторичном иммунном ответах.
  54. Взаимодействие (кооперация) клеток при гуморальном иммунном ответе. Исследование эффекта кооперации при антителообразовании в культурах *in vivo* и *in vitro*. Современная схема взаимодействия клеток при гуморальном иммунном ответе, участие цитокинов и молекул контактного взаимодействия.
  55. Понятие о цитокиновом профиле Т-лимфоцитов. Th1, Th2 и Th0 лимфоциты, роль цитокинового микроокружения в их созревании. Участие цитокинов Th2 и Th1 лимфоцитов в развитии гуморального иммунного ответа, в переключении синтеза изотипов иммуноглобулинов, позитивном и негативном контроле различных форм

 <p>ПЕРМСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</p>	<p>Управление по научно- исследовательской деятельности</p>	СМК ПГМУ СТО	
		<p><b>Иммунология</b></p>	

иммунного ответа. Клетки, продуцирующие интерлейкин-17 (Th17), их роль в развитии аутоиммунных заболеваний. Фолликулярные Т-хелперы, Th9-клетки. Регуляторные CD4+25+FOXP3+ лимфоциты. Другие механизмы негативного и позитивного контроля иммунного ответа.

56. Основные типы реакций клеточноопосредованного иммунитета, их значение; два основных типа специфических Т-эффекторов, опосредующих эти реакции.
57. Гиперчувствительность замедленного типа (ГЗТ), основные стадии. Межклеточные взаимодействия при ГЗТ. Армированные провоспалительные Th1-клетки как основные специфические Т-клетки-эффекторы ГЗТ. Роль лимфокинов воспаления, фактора некроза опухолей-альфа, интерферона-гамма, факторов созревания и дифференцировки моноцитов-макрофагов (интерлейкин-3, КСФ-ГМ, КСФ-М) в привлечении в зону иммунного воспаления и активации клеток моноцитарно-макрофагального ряда, NK-клеток; роль и механизмы участия последних в развитии воспаления как вторичных эффекторных клеток.
58. Механизмы межклеточных взаимодействий при образовании цитотоксических Т-лимфоцитов (Т-киллеров), роль Th1-клеток, цитокинов и молекул контактного взаимодействия. Основные стадии взаимодействия Т-киллеров с клетками-мишенями. Роль перфоринов, гранзимов, Fas-лиганда, факторов некроза опухолей в гибели клетки-мишени после контакта с цитотоксическим Т-лимфоцитом.
59. Основные методические подходы к оценке воздействия различных факторов на иммунную систему в эксперименте. Моделирование влияния разных факторов на гуморальный и клеточноопосредованный иммунный ответ, антигеннезависимую и антигензависимую дифференцировку Т- и В-лимфоцитов, их взаимодействие при иммунном ответе, функциональную активность субпопуляций. Особенности оценки иммунной системы человека.
60. Иммунные реакции в филогенезе.

