

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Молекулярная иммунология

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

06.04.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы

Молекулярная биология и иммунология

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.02 Молекулярная иммунология относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-2.1: Знает: - современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования</p> <p>ПК-2.2: Умеет: - использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов</p> <p>ПК-2.3: Владеет - навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических подходов</p>	<p>ПК-2.1: Знает: - современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования.</p> <p>ПК-2.2: Умеет: - использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов.</p> <p>ПК-2.3: Владеет - навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических</p>	<p>Тест</p> <p>Доклад-презентация</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		подходов.		
--	--	-----------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>14</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>28</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1 Секретируемые белки и их роль в иммунных реакциях	10	2	4	6	4
Тема 2 Мембранные белки, принимающие участие в иммунных реакциях, сигнал- передающие белки.	10	2	4	6	4
Тема 3 Молекулярные механизмы действия натуральных киллеров	10	2	4	6	4
Тема 4 Рецепторы патоген- ассоциированных молекулярных паттернов	10	2	4	6	4
Тема 5 Молекулярные механизмы передачи внутриклеточных сигналов	10	2	4	6	4
Тема 6 Молекулярные механизмы активации Т-лимфоцитов	10	2	4	6	4
Тема 7 Молекулярные механизмы созревания лимфоцитов	10	2	4	6	4
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	14	28	44	28

## Содержание разделов и тем дисциплины

1. Адаптивный и врожденный иммунитет, гуморальный и клеточный ответ.
2. Антигены и антитела, патогены, патоген-ассоциированные молекулярные паттерны.
3. Гемопоез, линии дифференцировки клеток.
4. Клеточная мембрана как высокоподвижная структура, участвующая в иммунных процессах. Функции мембранных белков в иммунных реакциях. Роль углеводов и липидов.
5. Эндоцитоз, механизмы его реализации, «окаймленные пузырьки». Роль эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи в синтезе и гликозилировании мембранных белков. Роль шаперонов в поддержании структуры белков, во внутриклеточном транспорте, организации белковых ансамблей.
6. Строение белков I, II и III типов. Их отличия в способе интеграции в мембрану. Белки, заякоренные на мембране. Суперсемейство иммуноглобулинов, Основные представители. Т-клеточный рецептор, антигены главного комплекса гистосовместимости, дифференцировочные антигены, иммуноглобулины. Различия в строении на уровне доменов. Мембранные и секреторные формы белков суперсемейства.
7. Суперсемейство интегринов. Строение, принцип деления на семейства, основная функция. Общие свойства белков семейства селектинов. Суперсемейства тетраспанинов, рецепторов цитокинов, рецептора фактора некроза опухоли. Мембранные экзоферменты и эндоферменты. Их функции.
8. Лектины С-типа, их лиганды, разнообразие лектинов С-типа, роль в осуществлении реакций врожденного иммунитета, инициации адаптивного иммунного ответа, примеры и характеристика лектинов С-типа, функциональные свойства.
9. Толл-лайк-рецепторы, их разнообразие, внеклеточная и внутриклеточная локализация, лиганды. Сигнальные пути, активируемые при помощи Толл-лайк- рецепторов, функции и роль в иммунных реакциях.
10. Цитокины как межклеточные медиаторы, их разнообразие, функциональные особенности. Рецепторы цитокинов. Интерлейкины 1, 2, 4. Характеристика, передача

сигнала в помощью цитокинов. Другие примеры цитокинов. Изучение функции цитокинов с использованием генетического нокаута лабораторных животных.

11. Цитокины как маркеры клеточных субпопуляций. Провоспалительные, противовоспалительные цитокины. Хемокины. Подсемейства хемокинов.
12. Перфорины и гранзимы. Молекулярные механизмы действия. Матриксные металлопротеиназы, их разнообразие и роль в иммунобиологических процессах.
13. Три этажа передачи внутриклеточного сигнала. Сигнал-передающие пути. Роль протеинфосфокиназ в передаче внутриклеточных сигналов. Белки JAK и STAT.
14. Передача сигнала в ядро. Строение и механизм работы ядерных пор. Сигнальные последовательности, их роль в проникновении через ядерный поровый комплекс. Энергозависимый транспорт через поры. Сигналы ядерного экспорта и импорта.
15. Механизм транспортировки NF-AT. Активация ядерного фактора NF-κB, Ядерный фактор AP-1.
16. Молекулярные механизмы передачи внутриклеточных сигналов. Возникновение и амплификация внутриклеточных сигналов. Роль конформационных изменений рецепторов и участие тирозинфосфокиназ в передаче сигнала.
17. Рецептор-ассоциированные киназы. Фосфорилирование как один из механизмов передачи и амплификации сигналов. Аминокислоты, подверженные фосфорилированию. Src-киназы, их домены. Регуляция активности киназ семейства Src. Белок CD45. Роль фосфолипазы C-гамма, продуктов расщепления фосфатидилинозитолдифосфата, протеинкиназы C в передаче внутриклеточных сигналов.
18. Строение Т-клеточного рецепторного комплекса. Роль мотивов ITAM. Механизм передачи сигнала от молекулы главного комплекса гистосовместимости на Т- клеточный рецептор. Роль подмембранных тирозинкиназ, цепей CD3, корецепторных молекул. Механизм активации фосфолипазы C и малых белков G. Активация каскада MAP-киназ, роль диацилглицерола, ионов кальция и других трансммиттеров в передаче сигналов в ядро клетки. Формирование транскрипционных комплексов.
19. Особенности передачи сигнала от костимулирующего рецептора Т-клеток. Образование активного

- транскрипционного фактора AP-1. Проведение сигнала внутрь клетки от рецепторов хемокинов. Большие белки G и их роль в передаче сигнала. Молекулярные особенности передачи сигналов через рецепторы цитокинов. Роль последовательности ITIM в передаче сигналов в клетку. Роль молекул B7, CD28, CTLA-4 в формировании костимулирующего сигнала при активации наивных Т-лимфоцитов.
20. Строение В-клеточного рецепторного комплекса. Роль конформационных изменений, перекрестного связывания и подмембранных протеиназ. Пути амплификации и поступления сигнала в ядро клетки. Костимулирующий рецепторный комплекс, его строение, механизм формирования активационного сигнала В-лимфоцитов при помощи костимулирующего комплекса. Роль MAP-каскада в формировании транскрипционного фактора AP-1.
21. Пути передачи сигнала при апоптозе клеток. Рецепторы, инициирующие апоптоз, роль каспаз и других белков в передаче апоптотического сигнала.
22. Созревание Т-лимфоцитов в тимусе. Миграция предшественников в тимус из костного мозга. Дифференцировка тимоцитов в коре тимуса. Двойные негативные тимоциты. Перестройка гена  $\alpha$ -цепи. Перестройка гена  $\beta$ -цепи. Позитивная селекция. Роль клеток стромы тимуса. Апоптоз. Двойные позитивные клетки. Негативная селекция. Дендритные клетки. Одно-позитивные клетки.
23. Миграция наивных, девственных Т-лимфоцитов в лимфоузлы. Типы профессиональных антиген-презентирующих клеток. Роль молекул адгезии в миграции Т-лимфоцитов и их взаимодействии с антиген-презентирующими клетками. L-селектин, его лиганды. LFA-1, CD2 антигены и их лиганды. CD28 молекула и ее лиганд. Молекулярные механизмы формирования костимулирующего сигнала для активации Т-лимфоцитов.
24. Дендритные клетки, как основные антиген-презентирующие клетки, обеспечивающие первичный ответ. Особенности презентации антигена дендритными клетками. Представление антигена В-лимфоцитами. Особенности презентации антигена макрофагами. Механизм индукции молекул гистосовместимости II класса и молекулы B7. Молекула CD14 - рецептор липополисахарида.
25. Роль интерлейкина-2 и его рецептора в активации Т-лимфоцитов. Участие костимулирующего сигнала в стабилизации синтеза интерлейкина-2. Анэргия. Различия в экспрессии мембранных маркеров на наивных, девственных и армированных эффекторных клетках.
26. Молекулярные механизмы цитотоксического действия CD8 Т-лимфоцитов. Формирование межклеточного контакта, перераспределение внутриклеточных компонентов, цитотоксины, образование пор в мембране клетки-мишени. Интерферон-гамма, фактор некроза опухоли, их функции. Роль молекулы Fas и ее лиганда в киллинге клеток-мишеней. Молекулярные механизмы передачи апоптотического сигнала, каспазы.
27. Макрофаг как мишень для воспалительных (Th1) Т-клеток. Молекулярные механизмы активирующего и цитотоксического действия Th1 клеток. Роль интерферона-гамма, мембранного фактора некроза опухоли. Изменение экспрессии мембранных молекул макрофага. Способы привлечения фагоцитов Th1 клетками к месту инфекции.
28. Молекулярные механизмы активации В-лимфоцитов хелперными (Th2) Т-клетками. Сопряженное распознавание антигена В-клетками. Формирование костимулирующего сигнала. CD40 антиген и его лиганд. Интерлейкин-4. Дифференцировка В-клеток в плазматические клетки. Популяции Th17, Tfh, Treg, Th22, другие популяции Т-лимфоцитов.
29. Созревание В-лимфоцитов. Дифференцировка костномозговых стволовых клеток в про-В-клетки. Объединение D и J генных сегментов тяжелой цепи. Пре-В-клетки. Синтез  $\mu$ -цепи.  $\mu$ :5:VpreB-комплекс в качестве пре-В-клеточного рецептора.
30. Незрелая В-клетка. Экспрессия на мембране IgM. Роль стромальных клеток и иммунофенотип В-клеток на разных стадиях дифференцировки. CD44 антиген, c-kit. Селекция пре-В-клеток в костном мозге как результат встречи с поверхностными или растворимыми аутоантигенами. Экспрессия IgD. Выход клеток из костного мозга.
31. Аффинное созревание активированных В-клеток. Зародышевые (герминативные) центры лимфоузлов. Соматические гипермутации. Роль фолликулярных дендритных клеток. CD23 антиген -

лиганд CD21 антигена корцепторного комплекса В- клеток. Различия между активированными В- клетками и плазматическими клетками. В- клетки памяти. Участие CD40 антигена в формировании В- клеток памяти.

32. Молекулярные механизмы защиты от инфекции противоопухолевого иммунитета. Общая последовательность развития событий. Эпителиальные факторы защиты против инфекции. Роль альтернативного пути активации комплемента в неадаптивной защите организма. Функции макрофагов в инициации защитных реакций. Понятие о : Т-клетках и их функции. Понятие о CD5- положительных В-лимфоцитах.
33. Ранний индуцированный ответ. Роль провоспалительных цитокинов. Интерлейкины-1,6,8,12. Фактор некроза опухоли. Молекулярные механизмы проникновения лейкоцитов из кровеносного русла в ткань. Роллинг. 4 этапа экстравазации. Роль мембранных молекул лейкоцитов и эндотелия в экстравазации и диапедезе. Интерлейкин-6 и белки острой фазы. С-реактивный белок, маннозо- связывающий белок. Система интерферона. Альфа, бета и гамма-интерфероны. Механизмы действия.
34. Адаптивный иммунный ответ как более поздняя реакция организма на инфекцию. Его тесная взаимосвязь с неадаптивным ответом. Первичный иммунный ответ, защитный иммунитет, иммунологическая память. Вакцины. Современные подходы к конструированию вакцин. Дендритные вакцины.
35. Молекулярные механизмы злокачественной трансформации клеток. Протоонкогены и онкогены. Гены, ассоциированные с опухолевым ростом. Опухоль- ассоциированные антигены. Онкомаркеры. Роль Т-лимфоцитов, макрофагов, натуральных киллеров, интерферонов, антител в реализации противоопухолевого иммунитета. Механизмы ухода опухолевых клеток от иммунного надзора.
36. Молекулярные механизмы действия натуральных киллеров. Иммунологические маркеры, функция. Характеристика лейкоцитарного рецепторного комплекса генов (LRC). Гены KIR. Их разнообразие, доменное строение белковых продуктов. Особенности формирования иммунного синапса натуральных киллеров. Лиганды KIR-рецепторов.активирующие и ингибирующие рецепторы, роль сигнальных мотивов и адаптерных молекул в формировании эффекторного сигнала натурального киллера. Полиморфизм генов KIR-рецепторов, гаплотипы. Другие рецепторные гены, входящие в комплекс LRC.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Черешнев В. А., Шмагель К. В. - Иммунология: учеб. для вузов. - М.:

Магистр

Пресс, 2013. - 448 с." ([http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=465642&idb=0)

[Action=FindDocs&ids=465642&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=465642&idb=0)).

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

## 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Антигены и патоген-ассоциированные молекулярные паттерны. Сходство и различия.
2. Гемопоез, линии дифференцировки клеток
3. Роль ЭПР в синтезе белков, участвующих в иммунных реакциях.
4. Характеристика суперсемейства иммуноглобулинов. Строение и функция белков суперсемейства
5. Интегрины. Структура и функции
6. Лектины С-типа
7. Толл-лайк рецепторы и их роль во врожденном иммунитете
8. Цитокины и их рецепторы
9. Хемокины. Их роль в иммунореактивности организма
10. Молекулярные механизмы действия перфоринов и гранзимов
11. Матриксные металлопротеиназы
12. Механизмы активации ядерных факторов NF- $\kappa$ B, NF-AT, AP-1.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на семинарских занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на семинарских занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость.
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на семинарских занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на семинарских занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать

Оценка	Критерии оценивания
	правильный ответ. Студент посещал семинарские занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент посещал семинарские занятия, но имеет очень низкий средний балл за текущую успеваемость.
плохо	Студент отказался отвечать.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Механизмы реализации врожденного и адаптивного иммунитета
2. Секретируемые белки и их роль в иммунных реакциях.
3. Мембранные белки, принимающие участие в иммунных реакциях
4. Рецепторы патоген-ассоциированных молекулярных паттернов
5. Молекулярные механизмы действия натуральных киллеров
5. Молекулярные механизмы передачи внутриклеточных сигналов
6. Молекулярные механизмы активации Т-лимфоцитов
7. Сигнал-передающие белки
8. Молекулярные механизмы созревания лимфоцитов.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний минимально допустимый или выше. Ошибки отсутствуют или допущены не грубые ошибки.
не зачтено	Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа или уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Адаптивный и врожденный иммунитет, гуморальный и клеточный ответ.
2. Антигены и антитела, патогены, патоген-ассоциированные молекулярные паттерны
3. Гемопоз, линии дифференцировки клеток.
4. Клеточная мембрана как высокоподвижная структура, участвующая в иммунных процессах. Функции мембранных белков в иммунных реакциях. Роль углеводов и липидов.
5. Эндоцитоз, механизмы его реализации, «окаймленные пузырьки». Роль эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи в синтезе и гликозилировании мембранных белков. Роль шаперонов в поддержании структуры белков, во внутриклеточном транспорте, организации белковых ансамблей.
6. Строение белков I, II и III типов. Их отличия в способе интеграции в мембрану. Белки, заякоренные на мембране. Суперсемейство иммуноглобулинов, Основные представители. Т-клеточный рецептор, антигены главного комплекса гистосовместимости, дифференцировочные антигены, иммуноглобулины. Различия в строении на уровне доменов. Мембранные и секреторные формы белков в суперсемейства.
7. Суперсемейство интегринов. Строение, принцип деления на семейства, основная функция. Общие свойства белков семейства селектинов. Суперсемейства тетраспанинов, рецепторов цитокинов, рецептора фактора некроза опухоли. Мембранные экзоферменты и эндоферменты. Их функции.
8. Лектины С-типа, их лиганды, разнообразие лектинов С-типа, роль в осуществлении реакций врожденного иммунитета, инициации адаптивного иммунного ответа, примеры и характеристика лектинов С-типа, функциональные свойства.
9. Толл-лайн-рецепторы, их разнообразие, внеклеточная и внутриклеточная локализация, лиганды. Сигнальные пути, активируемые при помощи Толл-лайн-рецепторов, функции и роль в иммунных реакциях.
10. Цитокины как межклеточные медиаторы, их разнообразие, функциональные особенности. Рецепторы цитокинов. Интерлейкины 1, 2, 4. Характеристика, передача сигнала в помощь

- цитокинов. Другие примеры цитокинов. Изучение функции цитокинов с использованием генетического нокаута лабораторных животных.
11. Цитокины как маркеры клеточных субпопуляций. Провоспалительные, противовоспалительные цитокины. Хемокины. Подсемейства хемокинов.
  12. Перфорины и гранзимы. Молекулярные механизмы действия.  
Матриксные металлопротеиназы, их разнообразие и роль в иммунобиологических процессах.
  13. Три этапа передачи внутриклеточного сигнала. Сигнал-передающие пути. Роль протеинфосфокиназ в передаче внутриклеточных сигналов. Белки JAK и STAT.
  14. Передача сигнала в ядро. Строение и механизм работы ядерных пор. Сигнальные последовательности, их роль в проникновении через ядерный поровый комплекс. Энергозависимый транспорт через поры. Сигналы ядерного экспорта и импорта.
  15. Механизм транспортировки NF-AT. Активация ядерного фактора NF-κB, Ядерный фактор AP-1.
  16. Молекулярные механизмы передачи внутриклеточных сигналов. Возникновение и амплификация внутриклеточных сигналов. Роль конформационных изменений рецепторов и участие тирозинфосфокиназ в передаче сигнала.
  17. Рецептор-ассоциированные киназы. Фосфорилирование как один из механизмов передачи и амплификации сигналов. Аминокислоты, подверженные фосфорилированию. Src-киназы, их домены. Регуляция активности киназ семейства Src. Белок CD45. Роль фосфолипазы C-γ, продуктов расщепления фосфатидилинозитолдифосфата, протеинкиназы C в передаче внутриклеточных сигналов.
  18. Строение T-клеточного рецепторного комплекса. Роль мотивов ITAM. Механизм передачи сигнала от молекулы главного комплекса гистосовместимости на T-клеточный рецептор. Роль подмембранных тирозинкиназ, цепей CD3, корецепторных молекул. Механизм активации фосфолипазы C и малых белков G. Активация каскада MAP-киназ, роль диацилглицерола, ионов кальция и других трансммиттеров в передаче сигналов в ядро клетки. Формирование транскрипционных комплексов.
  19. Особенности передачи сигнала от костимулирующего рецептора T-клеток. Образование активного транскрипционного фактора AP-1.  
1. Проведение сигнала внутрь клетки от рецепторов хемокинов. Большие белки G и их роль в передаче сигнала. Молекулярные особенности передачи сигналов через рецепторы цитокинов. Роль последовательности ITIM в передаче сигналов в клетку. Роль молекул B76 CD28, CTLA-4 в формировании костимулирующего сигнала при активации наивных T-лимфоцитов.
  20. Строение B-клеточного рецепторного комплекса. Роль конформационных изменений, перекрестного связывания и подмембранных протеиназ. Пути амплификации и поступления сигнала в ядро клетки. Костимулирующий рецепторный комплекс, его строение, механизм формирования активационного сигнала B-лимфоцитов при помощи костимулирующего комплекса. Роль MAP-каскада в формировании транскрипционного фактора AP-1.
  21. Пути передачи сигнала при апоптозе клеток. Рецепторы, инициирующие апоптоз, роль каспаз и других белков в передаче апоптотического сигнала.
  22. Созревание T-лимфоцитов в тимусе. Миграция предшественников в тимус из костного мозга. Дифференцировка тимоцитов в коре тимуса. Двойные негативные тимоциты. Перестройка гена b-цепи. Перестройка гена a-цепи. Позитивная селекция. Роль клеток стромы тимуса. Апоптоз. Двойные позитивные клетки. Негативная селекция. Дендритные клетки. Одно-позитивные клетки.
  23. Миграция наивных, девственных T-лимфоцитов в лимфоузлы. Типы профессиональных антиген-презентирующих клеток. Роль молекул адгезии в миграции T-лимфоцитов и их взаимодействии с антиген-презентирующими клетками. L-селектин, его лиганды. LFA-1, CD2 антигены и их лиганды. CD28 молекула и ее лиганд. Молекулярные механизмы формирования костимулирующего сигнала для активации T-лимфоцитов.

24. Дендритные клетки, как основные антиген-презентирующие клетки, обеспечивающие первичный ответ. Особенности презентации антигена дендритными клетками. Представление антигена В-лимфоцитами. Особенности презентации антигена макрофагами. Механизм индукции молекул гистосовместимости II класса и молекулы B7. Молекула CD14 - рецептор липополисахарида.
25. Роль интерлейкина-2 и его рецептора в активации Т-лимфоцитов. Участие костимулирующего сигнала в стабилизации синтеза интерлейкина-2. Аnergия. Различия в экспрессии мембранных маркеров на наивных, девственных и армированных эффекторных клетках.
26. Молекулярные механизмы цитотоксического действия CD8 Т-лимфоцитов. Формирование межклеточного контакта, перераспределение внутриклеточных компонентов, цитотоксины, образование пор в мембране клетки-мишени. Интерферон- гамма, фактор некроза опухоли, их функции. Роль молекулы Fas и ее лиганда в киллинге клеток-мишеней. Молекулярные механизмы передачи апоптотического сигнала, каспазы.
27. Макрофаг как мишень для воспалительных (Th1) Т-клеток. Молекулярные механизмы активирующего и цитотоксического действия Th1 клеток. Роль интерферона- гамма, мембранного фактора некроза опухоли. Изменение экспрессии мембранных молекул макрофага. Способы привлечения фагоцитов Th1 клетками к месту инфекции.
28. Молекулярные механизмы активации В-лимфоцитов хелперными (Th2) Т- клетками. Сопряженное распознавание антигена В-клетками. Формирование костимулирующего сигнала. CD40 антиген и его лиганд. Интерлейкин-4. Дифференцировка В-клеток в плазматические клетки. Популяции Th17, Tfh, Treg, Th22, другие популяции Т-лимфоцитов.
29. Созревание В-лимфоцитов. Дифференцировка костномозговых стволовых клеток в про-В-клетки. Объединение D и J генных сегментов тяжелой цепи. Пре-В-клетки. Синтез мю-цепи. m:l5:VpreB-комплекс в качестве пре-В-клеточного рецептора.
30. Незрелая В-клетка. Экспрессия на мембране IgM. Роль стромальных клеток и иммунофенотип В-клеток на разных стадиях дифференцировки. CD44 антиген, c-kit. Селекция пре-В-клеток в костном мозге как результат встречи с поверхностными или растворимыми аутоантигенами. Экспрессия IgD. Выход клеток из костного мозга.
31. Аффинное созревание активированных В-клеток. Зародышевые (герминативные) центры лимфоузлов. Соматические гипермутации. Роль фолликулярных дендритных клеток. CD23 антиген - лиганд CD21 антигена корецепторного комплекса В- клеток. Различия между активированными В-клетками и плазматическими клетками. В- клетки памяти. Участие CD40 антигена в формировании В-клеток памяти.
32. Молекулярные механизмы защиты от инфекции противоопухолевого иммунитета. Общая последовательность развития событий. Эпителиальные факторы защиты против инфекции. Роль альтернативного пути активации комплемента в неадаптивной защите организма. Функции макрофагов в инициации защитных реакций. Понятие о g:s Т-клетках и их функции. Понятие о CD5-положительных В-лимфоцитах.
33. Ранний индуцированный ответ. Роль провоспалительных цитокинов. Интерлейкины-1,6,8,12. Фактор некроза опухоли. Молекулярные механизмы проникновения лейкоцитов из кровеносного русла в ткань. Роллинг. 4 этапа экстравазации. Роль мембранных молекул лейкоцитов и эндотелия в экстравазации и диапедезе. Интерлейкин-6 и белки острой фазы. С-реактивный белок, маннозо-связывающий белок. Система интерферона. Альфа, бета и гамма-интерфероны. Механизмы действия.
34. Адаптивный иммунный ответ как более поздняя реакция организма на инфекцию. Его тесная взаимосвязь с неадаптивным ответом. Первичный иммунный ответ, защитный иммунитет, иммунологическая память. Вакцины. Современные подходы к конструированию вакцин. Дендритные вакцины.
35. Молекулярные механизмы злокачественной трансформации клеток. Протоонкогены и онкогены. Гены, ассоциированные с опухолевым ростом. Опухоль- ассоциированные антигены.

Онкомаркеры. Роль Т-лимфоцитов, макрофагов, натуральных киллеров, интерферонов, антител в реализации противоопухолевого иммунитета. Механизмы ухода опухолевых клеток от иммунного надзора.

36. Молекулярные механизмы действия натуральных киллеров. Иммунологические маркеры, функция. Характеристика лейкоцитарного рецепторного комплекса генов (LRC). Гены KIR. Их разнообразие, доменное строение белковых продуктов. Особенности формирования иммунного синапса натуральных киллеров. Лиганды KIR-рецепторов. Активирующие и ингибирующие рецепторы, роль сигнальных мотивов и адаптерных молекул в формировании эффекторного сигнала натурального киллера. Полиморфизм генов KIR-рецепторов, гаплотипы. Другие рецепторные гены, входящие в комплекс LRC.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на семинарских занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на семинарских занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость.
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на семинарских занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на семинарских занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал семинарские занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент посещал семинарские занятия, но имеет очень низкий средний балл за текущую

Оценка	Критерии оценивания
	успеваемость.
плохо	Студент отказался отвечать.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Иммунология и клиническая иммунология : учебное пособие / Сепиашвили; Левкова; Славянская; Ханферьян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 160 с. - ISBN 978-5-9704-7377-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=869100&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Иммунология / Хаитов Р.М. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=790096&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

не используются

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Проектор

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Новиков Виктор Владимирович, доктор биологических наук, профессор.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023г., протокол № 2.