

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

О. И. Родькин

«31» августа 2023 г.

Регистрационный № УД-1306-23 /уч.



БИОФИЗИКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

7-06-0533-02 Прикладная физика

Профилизация Медицинская физика

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-06-0533-02-2023 от 28.07.2023 и учебного плана № 168-23/уч.маг.веч. от 07.04.2023 специальности 7-06-0533-02 Прикладная физика профилизация Медицинская физика

СОСТАВИТЕЛЬ:

В. П. Зорин, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М. Н. Петкевич, заведующий отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии учреждения здравоохранения «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова»;

С. Е. Головатый, заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 25 мая 2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 3 мая 2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Биофизика патологических процессов», являющаяся разделом курса медицинской физики, изучает общие физические и физико-химические закономерности, лежащие в основе возникновения, развития и прекращения болезни и патологических процессов у человека. Предметом изучения данной дисциплины являются общие закономерности как структурного, так и функционального характера на уровне клетки, органов, систем и больного организма в целом, определяющие возникновение и течение болезни, механизмы резистентности, предболезни, поиск методов терапии заболеваний.

При подготовке специалиста с углубленным высшим образованием в области медицинской физики освоение дисциплины «Биофизика патологических процессов» оснащает его знанием общих законов развития патологических состояний, принципов коррекции их развития, позволяет выбрать правильную методологию анализа болезни и патологических процессов. В этой связи данная дисциплина тесно связана с методологическими основами ряда общих медицинских наук, прежде всего с патофизиологией.

Цель учебной дисциплины заключается в изучении обучающимися базовых понятий современной медицинской биофизики – биофизики, биохимии и нанобиотехнологий, ее основных достижений в связи с проблемами современной молекулярной патофизиологии. В процессе изучения дисциплины будут рассмотрены основы молекулярных процессов, методов и методологических подходах, реализуемых в современной медицинской биофизике и нанобиотехнологии.

Задачи учебной дисциплины:

- усвоение системы теоретических знаний по дисциплине и овладение умениями применять их для решения практических задач;
- формирование умений применять теоретические знания для анализа конкретных биофизических, физико-химических и патофизиологических процессов, протекающих в организме человека;
- объяснение основных биофизических и физико-химических процессов, сопровождающих возникновение, развитие и регуляцию патологических состояний в организме;
- формирование умений и навыков самостоятельной работы;
- диагностика, коррекция и контроль качества овладения предметными и ключевыми компетенциями;
- ознакомление с проблемами и перспективами использования новейших достижений физико-химической биологии в медицине.

Изложение программного материала должно базироваться на знаниях по циклу естественнонаучных дисциплин (физика, биофизика, химия, биология), полученных студентами как в учреждениях, обеспечивающих получение общего и специального среднего образования, так и на знаниях, приобретенных ими в высших учебных заведениях на момент изучения

соответствующего материала, быть строго научным, но доступным для восприятия, основываться на результатах эксперимента и подтверждаться им.

Методика проведения всех видов учебных занятий (лекции, практические занятия, УСРС) должна быть подчинена основной задаче – подготовке специалистов к профессиональной деятельности. Особое внимание следует уделять демонстрации примеров участия биофизических процессов в регуляции патологических процессов.

Студент должен владеть следующими компетенциями:

СК-3: Быть способным к проведению исследований биофизических механизмов адаптивных ответов клеток на воздействие биотических и абиотических факторов, молекулярных и мембранных механизмов развития патологических процессов в организме.

В результате изучения дисциплины «Биофизика патологических процессов» студент должен

знать:

- роль и место дисциплины в системе медицинских наук;
- методы поиска и анализа научной информации, философские и методологические основы и проблемы медицинской физики и биофизики;
- достижения, проблемы и основные направления развития исследований в области биофизики патологических процессов в мире и в Республике Беларусь;
- историю, структуру и динамику развития биофизики патологических процессов;
- методологические основы, экспериментальные и теоретические методы научного и учебного биофизического исследования патологических процессов в организме;
- основные физические и биологические законы и закономерности, описывающие процессы развития патологических процессов в организме, взаимосвязь изменений структурных и функциональных характеристик клеток и органов при развитии патологических процессов в организме;

уметь:

- проводить типовые измерения физических величин и обработку их результатов;
- применять законы физики к решению типовых биофизических задач;
- оценивать возможность участия изменений структурных и функциональных характеристик различных биологических структур в контроле реакции тканей;
- использовать современные информационные технологии и программные средства обучения;

владеть:

- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- современными научными знаниями в областях, связанных с реализацией профессиональной деятельности.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов – 108. Аудиторное количество часов – 24, из них: лекции – 14 часов, практические занятия – 10 часов.

Форма получения высшего образования – вечерняя.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен в 1 семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

Предмет медицинской биофизики. Взаимодействие биофизики и патофизиологии в процессе исследования механизмов патологических процессов.

2. Роль повреждения различных структур клетки в ее патологии. Взаимосвязь патологических изменений на уровне клетки и организма

Повреждающие агенты: температура, видимое, ультрафиолетовое и ионизирующее излучения, химические соединения, изменение ионного состава среды, рН, осмотическое давление. Функциональные системы клетки; их значение для сохранения жизнеспособности клетки. Роль нарушения ионного гомеостаза, систем биоэнергетики и систем биосинтезов в развитии клеточной патологии. Порочный цикл в клеточной патологии. Активация катаболических систем клетки при развитии патологического процесса: ферментов лизосом, перекисного окисления липидов, нуклеаз. Связь между изменениями ионного баланса, структурой цитоскелета, клеточной подвижностью и работой систем биосинтезов.

3. Апоптотические и некротические механизмы повреждения клеток. Фосфолипазное повреждение мембран

Распространение связанных с мембраной фосфолипаз. Фосфолипазы, входящие в состав экзотоксинов. Роль активации фосфолипаз в повреждении клеток при тканевой гипоксии. Трансформация физической структуры и проницаемости мембран в результате действия фосфолипаз.

Фосфолипазы митохондрий. Методы изучения нарушений функций митохондрий: изменение дыхания, ионных потоков, объема органелл, кальций-транспортной функции митохондрий. Роль активации фосфолипаз в повреждении митохондрий при тканевой гипоксии. Биофизические механизмы влияния фармакологических препаратов на активность фосфолипаз.

Клеточные механизмы восстановления структуры и функций мембран после действия фосфолипаз.

Перекисное окисление мембранных липидов.

Перекисное окисление липидов как фундаментальный механизм мембранной патологии.

Методы изучения перекисного окисления липидов: анализ потребления кислорода и накопления различных продуктов перекисного окисления, измерение хемилюминесценции.

Инициирование цепного окисления; роль активированного кислорода и ионов железа в этом процессе. Реакции разветвления цепей, роль ионов железа. Перекисное окисление липидов под действием УФ облучения. Реакции обрыва цепей; роль ионов железа и липидных антиоксидантов в

этом процессе. Определение констант скоростей реакций перекисного окисления липидов. Условие возникновения и активации перекисного окисления в клетке. Генерация свободных радикалов в цепях переноса электрона. Роль ионов железа в генерации свободных радикалов. Супероксидный и гидроксильный радикалы, методы их обнаружения. Синглетный кислород и его действие на клеточные структуры.

Механизмы дезактивации инициаторов перекисного окисления липидов: роль супероксиддисмутазы, каталазы, каратиноидов, фосфолипазы, глутатионпероксидазы.

Критерий, определяющий роль перекисного окисления в развитии данного типа патологического процесса: увеличение уровня продуктов перекисного окисления; изменение уровня тиолов, хемилюминесценции, антиоксидантов; влияние антиоксидантов на развитие патологического процесса.

Основные типы патологических процессов, связанные с перекисным окислением липидов: авитаминозы, недостаток селена в пище, интоксикации, действие ионизирующей радиации, действие УФлучей, воспаление, катаракта и другие глазные болезни, болезни иммунной системы, атеросклероз. Роль свободнорадикальных процессов в канцерогенезе.

Свободнорадикальные процессы и тканевая гипоксия. Проблема перекисного окисления при консервировании органов и тканей. Перекисное окисление и старение.

Физико-химические механизмы действия перекисного окисления липидов на структуру и функции мембран: разрушение функциональных групп белков, в частности, иоловых групп, модификация физических свойств липидного бислоя, увеличение проницаемости для ионов, снижение электрической прочности мембран.

Причины нарушения осмотического равновесия между клеткой и средой, между клеткой и клеточными органеллами, выключение клеточных "насосов", сдвиги в ионной проницаемости мембран.

Последствия нарушения осмотического равновесия: изменение объема клетки и изменение проницаемости тканевых барьеров, изменение объема и нарушение функций митохондрий. Модификация молекулярной организации мембран при их осмотическом растяжении.

Механизмы восстановления осмотических нарушений в клетке. Действие фармакологических препаратов (диуретики, сердечные гликозиды, антибиотики) на осмотическое равновесие.

4. Электрический пробой как механизм нарушения барьерной функции мембран в патологии

Явление электрического пробоя мембран. Методы изучения электрического пробоя. Снижение электрической прочности мембран (потенциала пробоя) при перекисном окислении липидов, действии фосфолипаз, осмотическом растяжении мембран, адсорбции белков.

Гипотеза о роли электрического пробоя мембран в нарушении барьерной функции мембран в патологии.

5. Нарушение структуры и функций мембран при адсорбции белков и изменении состояния липопротеидов

Изменение молекулярной организации мембран при действии мембранотоксинов, взаимодействии вирусов и антител с цитоплазматическими мембранами, антигенов с иммунокомпетентными клетками. Сдвиги в ионной проницаемости мембран и их физико-химический механизм при адсорбции белков и изменении конформации мембранных белков.

Нарушение функционирования мембран при изменении микровязкости и поверхностного заряда мембран. Механизм действия холестерина. Влияние изменений степени ненасыщенности жирных кислот, роль ионов двухвалентных металлов в изменении физических свойств мембран.

Влияние антибиотиков и других фармакологических препаратов на структурное состояние мембранных липидов.

Роль мембранного холестерина в развитии атеросклероза. Методы физико-химической медицины для лечения холестеринозов и интоксикаций: гемосорбция, энтеросорбция, электрохимическое окисление.

6. Нарушение клеточной поверхности и межклеточных взаимодействий

Модификация межмембранных и межклеточных взаимодействий при изменении физико-химических параметров поверхности клеток.

Контактное торможение деления клеток, его физико-химические механизмы. Нарушение контактного торможения при канцерогенной трансформации клеток.

Рецепторы на поверхности клеток. Примеры заболеваний, связанных с нарушением функций рецепторов.

7. Механизмы повреждения нуклеиновых кислот

Изменение физико-химических свойств хромосомного аппарата при действии на клетку физических факторов: ионизирующего и светового излучения, ультразвука.

Физико-химические механизмы взаимодействия алкилирующих агентов, канцерогенных углеводов, мутагенных красителей, антибиотиков и других веществ с нуклеиновыми кислотами.

Нарушения структуры и функций нуклеиновых кислот при изменении рН и ионной силы. Биофизические основы репарации повреждений ДНК в клетке.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	1			метод. пособие	опрос
2	Роль повреждения различных структур клетки в ее патологии. Взаимосвязь патологических изменений на уровне клетки и организма	2	1		метод. пособие	опрос, самост. работа
3	Апоптотические и некротические механизмы повреждения клеток. Фосфолипазное повреждение мембран	2	2		метод. пособие	опрос, самост. работа
4	Электрический пробой как механизм нарушения барьерной функции мембран в патологии	2	1		метод. пособие	опрос, самост. работа
5	Нарушение структуры и функций мембран при адсорбции белков и изменении состояния липопротеидов	3	2		метод. пособие	опрос, самост. работа
6	Нарушение клеточной поверхности и межклеточных взаимодействий	2	1		метод. пособие	опрос, самост. работа
7	Механизмы повреждения нуклеиновых кислот	2	1		метод. пособие	опрос, самост. работа
8	Контрольная работа		2			
	ВСЕГО	14	10			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Черняев, А. П. Ядерно-физические методы в медицине : учеб. пособие / А. П. Черняев . – М. : КДУ : Ун. кн. , 2016. – 192 с.
2. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В. Г. Лещенко. – Минск : Новое знание ; М. : Инфра-М , 2012. – 552 с.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник для ВУЗов / А. Н. Ремизов, А. Г. Миксина, А. Я. Потапенко. - 8-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2008. – 558 с.

Дополнительная

4. Владимиров, Ю. А. Физико-химические основы фотобиологических процессов : учебник / Ю. А. Владимиров, А. Я. Потапенко. – М. : Дрофа, 2006. – 287 с.
5. Черенкевич, С. Н. Транспорт веществ через биологические мембраны : учеб. пособие / С. Н. Черенкевич, А. И. Хмельницкий. – Минск: БГУ, 2007. – 144 с.
6. Воложин, А. И. Патофизиология: учебник: в 3 т. Т. 1 / А. И. Воложин и др.; под ред. А. И. Воложина, Г. В. Порядина. – М. : Академия, 2006. – 272 с.
7. Докучаева, Е. А. Практикум по патобиохимии : пособие для студ. / Е. А. Докучаева и др.; – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 115 с.
8. Сыса, А. Г. Методы клинической биохимии и биофизики : лабораторный практикум / А. Г. Сыса и др.; – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 127 с.
9. Губич, О. И. Медицинская биохимия : пособие для студ. / сост. О. И. Губич. – Минск: БГУ, 2015. – 84 с.
10. Грызунов, В. В. Биофизические основы типовых патологических процессов / В. В. Грызунов. – Изд. Политехнического университета, 2011. – 156 с.

Инновационные методы и подходы к преподаванию дисциплины

При организации образовательного процесса используется *метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)*, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания

к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

Перечень рекомендуемых средств диагностики

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) тесты;
- 4) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 5) устный опрос в ходе практических занятий;
- 6) проверку конспектов лекций студентов.

Темы самостоятельных работ

1. Функциональные системы клетки; их значение для сохранения жизнеспособности клетки.
2. Основные типы патологических процессов, связанные с перекисным окислением липидов.
3. Физико-химические механизмы действия перекисного окисления липидов на структуру и функции мембран.
4. Нарушение функционирования мембран при изменении микровязкости и поверхностного заряда мембран.
5. Контактное торможение деления клеток, его физико-химические механизмы.
6. Изменение физико-химических свойств хромосомного аппарата при действии на клетку физических факторов: ионизирующего и светового излучения, ультразвука.

Темы контрольных работ

1. Клеточные механизмы восстановления структуры и функций мембран.
2. Влияние антибиотиков и других фармакологических препаратов на структурное состояние мембранных липидов.

Темы коллоквиумов

1. Осмотическое нарушение структуры и функции клеток.
2. Причины нарушения осмотического равновесия между клеткой и средой, между клеткой и клеточными органеллами, выключение клеточных "насосов", сдвиги в ионной проницаемости мембран.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласование с другими дисциплинами не требуется			