

Основы радиационной биологии

Панченко С.В.

Курс посвящен вопросам, связанным с взаимодействием ионизирующего излучения (ИИ) с живыми организмами. Рассмотрены детерминированные и стохастические эффекты, соматические и генетические эффекты, отдаленные последствия облучения, особенности действия малых доз. Особое внимание уделено научным принципам регламентации радиационного воздействия.

№	Тема	Содержание
1	Основные этапы становления радиобиологии	
2	Основы биологии. Введение в генетику	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основы учения о биосфере. Общие понятия. Уровни организации жизни на Земле. Наследственность, изменчивость и естественный отбор. 2. Строение клетки. Органеллы и их основные функции. Надежность генома и кариотаксоны. 3. Митоз, мейоз. Мутации и мутагенные факторы. Репарация нарушений в ДНК. 4. Наследственность и среда. Отбор. Адаптационные механизмы при избытке АФК и эволюция.
3	Взаимодействие излучения с живыми организмами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимодействие излучения с живыми структурами. Прямое и косвенное действия ионизирующего излучения. Радиочувствительность различных жизненных структур. Радиочувствительность клеток на разных стадиях жизненного цикла. 2. Характер облучения: внутреннее и внешнее; острое и пролонгированное; равномерное и неравномерное. Детерминированные и стохастические эффекты. Соматические и генетические эффекты. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ). Методы оценки ОБЭ и ее связь с линейной передачей энергии. Границы применения ОБЭ. 3. Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующих излучений. Радиационные повреждения ДНК и репарация радиационных и иных повреждений. Радиолиз воды в клетке. Активные формы кислорода и их роль в трансдукции стрессового сигнала. 4. Радиационные задержки клеточного деления. Утеря клеткой клоногенного потенциала. Теория мишени. Хромосомные aberrации. 5. Стохастические эффекты действия ИИ (отдаленные последствия облучения). Соматические последствия: злокачественные новообразования; радиационная катаракта, сокращение продолжительности жизни.
4	Эксперименты на животных в лабораторных условиях и в естественной среде	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хронология исследований воздействия ИИ на живые организмы. Поражающее действие ИИ, гормезис, адаптационные механизмы, малые дозы и их роль в формировании 2. Характер облучения: внутреннее и внешнее; острое и пролонгированное; равномерное и неравномерное. Детерминированные и стохастические эффекты. Соматические и генетические эффекты. 3. Стохастический подход к оценке биологических эффектов облучения. 4. Наблюдения за популяциями различных видов, обитающих на загрязненных радиоактивными веществами участках, в том числе в водоемах.
5	Математические подходы в оценке радиационного воздействия на объекты окружающей среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретические представления о воздействии ИИ на объекты окружающей среды и человека. Рождение линейной беспороговой концепции, её развитие и попытки её опровержения. 2. Нерадиационные факторы воздействия, их роль в оценке здоровья человека. Роль окислительного стресса и дисфункции митохондрий в старении, нейродегенеративных расстройствах и долголетию в исследованиях профессора Викторио Калабресе. 3. Модельные представления. Знакомство с программными продуктами, в частности, с модулями: «Экорад-Аква» (ИБРАЭ), RESRAD (США), позволяющими рассчитывать дозовые нагрузки на человека при различных видах водопользования. Проблемные вопросы при моделировании миграции радиоактивных веществ по трофическим цепочкам.
6	Радиационный риск. Научные основы регламентации облучения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор последних публикаций МКРЗ. 2. О предложениях к проекту изменений Закона РФ «О радиационной безопасности населения». 3. НРБ и другие Санитарные Нормы.

Вопросы по курсу

1. История радиобиологии.
2. Основы учения о биосфере.
3. Основные структурные единицы биосферы.
4. Взаимодействие живых организмов с окружающей средой.
5. Основные биологические процессы в клетках.
6. Носители наследственной информации.
7. Мутации и мутагенные факторы.
8. Репарация.
9. Наследственные болезни человека.
10. Наследственность и изменчивость.
11. Наследственность и среда.
12. Отбор, адаптация и эволюция.
13. Взаимодействие излучения на молекулярном уровне.
14. Взаимодействие излучения на клеточном уровне.
15. Взаимодействие излучения на уровне тканей и организма в целом.
16. Модификация последствий облучения.
17. Характер облучения: внутреннее и внешнее; острое и пролонгированное; равномерное и неравномерное.
18. Детерминированные и стохастические эффекты.
19. Соматические и генетические эффекты.
20. Отдаленные последствия облучения.
21. Особенности действия малых доз ионизирующих излучений. Гормезис.
22. Теоретические представления о механизме биологического действия излучений.
23. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ). Стохастический подход к оценке биологических эффектов облучения.
24. Воздействие ионизирующих излучений на окружающую среду.
25. Математические подходы к оценке радиационного воздействия на биоту.
26. Нерадиационные факторы.
27. Проблемы оценки сочетанного воздействия. Экология и здоровье.
28. Радиационный риск.
29. Научные основы регламентации облучения человека. Международное сотрудничество. НКДАР, МКРЗ.
30. Эксперименты на мышах супругов Рассел.
31. Результаты исследований Бейкера на полигоне «Рыжий лес» около ЧАЭС.
32. Исследовательские работы по изучению здоровья популяций мышей в районах «Водника» и на ВУРСе.
33. Программные продукты «Экорад-Аква» и RESRAD.

Литература

1. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? ИЛ, 1947; Атомиздат, 1972.
2. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.: Мир, 1973. – 216 с.
3. Крик Ф. Жизнь как она есть: ее зарождение и сущность. — Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 160 стр.
4. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: Физматлит, 2004. — 448 с.
5. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2004. 549 с.
6. Хандогина Е.К. Генетика человека с основами медицинской генетики. Учебник, 2014.
7. Лэйн Н. Энергия, секс и самоубийство. Митохондрия и смысл жизни //Москва: Санкт-Петербург: Питер. – 2016.
8. Панченко С.В. Развитие системы радиационной защиты живых организмов. Препринт Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, № ИВРАЕ-2018-03). - М.: ИБРАЭ РАН, 2018. -53 с.
9. Гераськин С.А. Основные закономерности радиобиологических реакций растений. Актуальные вопросы сельскохозяйственной радиобиологии. Под редакцией профессора С.А. Гераськина. Труды ФГБНУ ВНИИРАЭ Выпуск 2. 2019.