

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)

«Физиология сенсорных систем»

по направлению подготовки магистров 03.04.02 – «Физика»

(Магистерская программа – «Радиационная биофизика и астробиология»)

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель курса «Физиология сенсорных систем» – обеспечить общеобразовательную, теоретическую подготовку студентов, необходимую для понимания основных принципов первичных процессов в зрении, а также мер, направленных на защиту зрительной системы от усугубляющего действия света и профилактику патологических процессов в сетчатке и ретинальном пигментном эпителии.

Задачи курса:

- дать представления о разнообразии зрительных пигментов в природе с целью понимания процессов эволюционной и временной спектральной настройки зрительного восприятия живых организмов при адаптации к различным условиям световой среды обитания;
- знать принципы молекулярных механизмов в зрительной рецепции, проявить понимание роли хромофор-белкового взаимодействия в процессах фотохимического превращения зрительных пигментов;
- научить применять базовые представления об основах первичных процессов в зрении для оптимального использования этих знаний в профилактике тяжелых зрительных патологий.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физиология сенсорных систем» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана магистерской программы «Радиационная биофизика и астробиология». Изучение дисциплины «Физиология сенсорных систем» основывается на биологических знаниях, заложенных при изучении дисциплин «Общая биология», «Цитология», химия и раскрывает фундаментальные представления науки о фотобиологических процессах в живых организмах на более глубоком естественнонаучном уровне.

Полученные знания могут быть использованы студентами при выполнении исследований в рамках НИР и выпускной квалификационной работы, а также при решении научно-исследовательских и прикладных задач в будущей профессиональной деятельности.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения программы дисциплины студент должен

Знать:

- общие принципы строения зрительной системы и фоторецепторных клеток;
- строение молекулы зрительного пигмента и его спектральные свойства ;
- молекулярные механизмы процесса фотопревращения родопсина;
- молекулярные механизмы процесса фототрансдукции;
- механизмы фотоповреждения сетчатки и ретинального пигментного эпителия;
- основы профилактики различных офтальмологических заболеваний, связанных с патологией сетчатки и ретинального пигментного эпителия.

Уметь:

- пользоваться справочной и монографической литературой в области биологии.

Быть ознакомленным:

- с историей эволюционных идей в развитии знаний о зрительном восприятии;
- с основами фотобиологии.

Иметь представление:

- об основных достижениях современной фотобиологии;
- об основах профилактики различных офтальмологических заболеваний, связанных с патологией сетчатки и ретинального пигментного эпителия.

Владеть:

- основами современной фотобиологии, методами спектрального анализа.

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля). Форма промежуточной аттестации

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля)

1. Фотобиология, фоторецепция. Общие свойства сенсорной рецепции. Глаз, сетчатка, фоторецепторные клетки, зрительные пигменты. Определение фотобиологии, ее место в ряду биологических дисциплин. Граница раздела между фотобиологией и радиобиологией. Спектральная область фотобиологических процессов. Эволюция фотобиологических процессов. Функционально-физиологические реакции. Свет и биологические системы. Природа света. Основные параметры, характеризующие свет. Энергия квантов света. Общие закономерности и особенности поглощения света биосистемами. Общие стадии фотобиологической реакции: поглощение света фоторецепторами, возбужденные состояния, первичная фотохимическая реакция, сопряжение фотохимической реакции с биохимическими реакциями, конечный физиологический эффект. Фоторецепторные клетки. Организация фоторецепторов. Хромофоры и пигменты.

2. Зрительный пигмент родопсин: структура и функции. Спектральные свойства зрительных пигментов. Молекула родопсина в фоторецепторной мембране наружного сегмента палочки сетчатки. Особенности строения родопсина как G-белок-связывающего рецептора. Функции 11-*цис*-ретиная как хромофорной группы. Особенности взаимодействия хромофора с окружающими его аминокислотными остатками в области бета-иононового кольца и протонированного Шиффова основания.

3. Фотохимия зрительных пигментов у позвоночных и беспозвоночных. Спектр поглощения (спектральная чувствительность) зрительных пигментов – «опсиновый сдвиг». Определение фотохимической реакции, квантового выхода и фотолиза. Фотопревращения родопсина позвоночных и беспозвоночных животных. Особенности процесса фотолиза родопсина. Ключевые стадии фотолиза родопсина позвоночных: 1. Фотоизомеризация 11-*цис* ретиная; 2. Взаимодействие метародопсина II с G-белком; разрыв связи полностью-*транс* ретиная с белком и высвобождение полностью-*транс* ретиная. Методы исследования процесса фотолиза родопсина.

4. Фототрансдукция и генерация фотопотенциала на фоторецепторной клетке. Молекулярные механизмы трансдукции: активация. Взаимодействие родопсина с трансдуцином в фоторецепторной клетке. Молекулярный механизм фототрансдукции – преобразование энергии поглощенного родопсином кванта света в электрический сигнал зрительной клетки (фоторецепторный потенциал).

Фототрансдукция: механизм активации каскада. Фотолиз родопсина: вторая ключевая стадия – запуск процесса фототрансдукции (родопсин - G-белок связывающий рецептор, полностью-*транс* ретиналь - лиганд-агонист).

5. Молекулярные механизмы трансдукции: инактивация. Взаимодействие родопсина с арестином в фоторецепторной клетке. Отличие механизма трансдукции у позвоночных и беспозвоночных. Фототрансдукция: механизм инактивации каскада (I, II этап). Отличие механизма трансдукции у позвоночных и беспозвоночных (гиперполяризация и деполяризация).

6. Механизмы фотоповреждения сетчатки и пигментного эпителия глаза. Фотобиологический парадокс зрения: свет – носитель зрительной информации и потенциально опасный повреждающий фактор. Причина фотобиологического парадокса. Родопсин - источник фотосенсибилизаторов - в процессе эволюции. Две функциональные системы глаза: 1. Фоторецепция: фототрансдукция, адаптация, цветовое зрение. 2. Защита от опасности фотоповреждения: постоянное обновление наружных сегментов палочек и колбочек, антиоксиданты, оптические среды глаза как светофильтры (хрусталик).

7. Оптика глаза: хрусталик. Хрусталик млекопитающих и человека. Основная функция хрусталика. Помутнение хрусталика (катаракта). Фотоповреждение хрусталика и молекулярные механизмы защиты от повреждения.