

Методические рекомендации Медицинская биофизика

1. **Направление подготовки:** Биотехнология
2. **Профиль подготовки:** Фармацевтическая и пищевая биотехнология
3. **Форма обучения:** очная

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

ОПК-1.1 ОПК-1.1 Анализирует и использует закономерности биологических и биохимических процессов для решения профессиональных задач

Знать:

ОПК-1.1/Зн1 Фундаментальные свойства живой материи, уровни организации жизни

ОПК-1.1/Зн5 Принципы клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

Уметь:

ОПК-1.1/Ум1 Выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности

Владеть:

ОПК-1.1/Нв4 Навыками самостоятельной работы по составлению плана использования физиологических, цитологических, биохимических, биофизических методов анализа для оценки и коррекции состояния микроорганизмов и мониторинга среды их обитания

ОПК-1.4 Анализирует и использует знания в области математики, физики, химии для решения профессиональных задач

Знать:

ОПК-1.4/Зн3 Биофизические и физико-химические процессы и явления, происходящие в клетках

Уметь:

ОПК-1.4/Ум2 Строить физические модели изучаемых явлений

ОПК-1.4/Ум3 Интерпретировать наблюдаемые в биологических объектах процессы с использованием законов физики

Владеть:

ОПК-1.4/Нв1 Владеть навыками анализа литературы в области физики, уметь оценивать и интерпретировать научные статьи и отчеты

4.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Биофизики мембраны клетки

Тема 1.1. Строение мембраны. Трансмембранный транспорт

Строение клеточной мембраны. Липиды, белки и углеводы мембраны клетки. Транспорт веществ через мембрану: пассивный (простая и облегченная диффузия, осмос, фильтрация, строение, классификация и особенности функционирования ионных каналов) и активный (первично- и вторично-активный) транспорт.

Тема 1.2. Пассивные электрические свойства мембраны клетки

Омические и ёмкостные свойства мембраны клетки. Эквивалентные электрические схемы мембраны клетки. Распространение электрического тока по мембране клетки. Потенциал покоя клетки. Понятие электротонов.

Тема 1.3. Активные электрические свойства мембраны клетки

Локальный ответ и потенциал действия: фазы, механизмы, свойства. Проведение потенциала действия по мембране клетки.

Тема 1.4. Техника безопасности в биофизической лаборатории

Условия безопасной работы с электрооборудованием. Факторы, определяющие безопасную работу с электрооборудованием. Первая помощь пострадавшим при поражении электрическим током. Правила противопожарной безопасности в лабораториях кафедры биофизики. Условия обеспечения противопожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения и приемы их использования. Правила безопасности при работе с химически активными веществами.

Тема 1.5. Математическая обработка результатов медико-биологического исследования

Задачи статистической обработки данных. Распределения случайных величин. Нормальное распределение. Параметрические и непараметрические критерии, условия применения. Среднее арифметическое. Среднеквадратичная ошибка отдельно взятой варианты. Среднеквадратичная ошибка выборочной средней. Доверительный интервал. Критерий Стьюдента.

Тема 1.6. Определение константы проницаемости мембран для метиленового синего фотоколориметрическим методом

Пассивный транспорт. Простая диффузия. Уравнение Фика. Коэффициент проницаемости мембраны. Способы определения коэффициента проницаемости

Тема 1.7. Осмотические явления в биообъектах

Механизм набухания тканей. Осмотическое давление. Изотонические, гипотонические и гипертонические растворы.

Тема 1.8. Явления поляризации на постоянном токе

Постоянный ток. Факторы, влияющие на протекание постоянного тока через биологическую ткань. Явление поляризации. Виды поляризации. Влияние поляризации на протекание постоянного тока через биологическую ткань.

Тема 1.9. Дисперсия импеданса тканей на переменном токе

Импеданс биологической ткани. Активное и реактивное сопротивление. Переменный ток. Факторы, влияющие на протекание переменного тока через биологическую ткань. Явление дисперсии импеданса. Коэффициент жизнеспособности биологической ткани (коэффициент Тарусова). Применение импедансометрии в медицине и биологии.

Тема 1.10. Строение мембраны клетки.

Этапы изучения биологических мембран. Модели мембран: бутербродная, мозаичная, жидкостно-мозаичная. Функции биологических мембран. Двухслойное строение клеточных мембран: основные принципы организации. Термодинамика образования мембран. Однослойные и многослойные мембраны. Способы получения искусственных мембран/Фосфолипиды, гликолипиды, стероиды: классификация, особенности строения. Функции липидов мембраны. Особенности локализации липидов в мембране, функциональная асимметрия мембраны. Внутримолекулярная подвижность липидов: цис- и гош-конформации. Кинки. Латеральная, вращательная диффузия липидов, Трансмембранный перенос липидов (флип-флоп), роль ферментов (флиппаз и флоппаз)

Тема 1.11. Транспорт веществ через мембрану

Транспорт веществ через мембрану: классификация, механизмы. Характеристика отдельных ионных транспортеров.

Раздел 2. Биофизика сердечно-сосудистой системы

Тема 2.1. Миокард. Электрические свойства клеток миокарда. Электромеханическое сопряжение в кардиомиоцитах

Разнообразие клеток миокарда. Морфологические особенности кардиоцитов. Распределение ионов. Особенности ионных механизмов генерации потенциала покоя и потенциала действия кардиоцитов. Роль ион-транспортных систем. Электромеханическое сопряжение в миокарде. Роль кальциевого тока в активации сокращения. Расслабление миокарда, Na^+/Ca^{2+} -обмен.

Тема 2.2. Авторитмическая активность миокарда

Потенциал покоя и потенциал действия клеток проводящей системы, волокон Пуркинье. Гипотезы авторитмической активности. Понятие хроноинотропии. Гипотезы феномена. Формирование возбуждения в синоатриальном узле. Роль Ca^{2+} в авторитмической активности синоатриального узла. Механизмы диастолической деполяризации. Иерархия пейсмекеров в миокарде. Структура миокарда как электрического синцития. Ультраструктура коннексонов. Электрические свойства синцитиев. Проведение возбуждения по миокарду. Патологические режимы проведения возбуждения.

Тема 2.3. Сердечный цикл, его фазы и характеристика

Структурное обеспечение насосной функции сердца. Сердечный цикл, его фазы и характеристика. Работа и мощность сердца, методы оценки и их клинико-диагностическое значение.

Тема 2.4. Функциональное подразделение сосудистого русла. Реология

Функциональное подразделение сосудистого русла. Закон Гагена-Пуазейля, условия применимости к крови. Энергетика кровообращения, правило Бернулли методы оценки и их клинико-диагностическое значение.

Тема 2.5. Электрические свойства мембраны гладкомышечных клеток

Распределение ионов в гладкомышечных клетках (ГМК). Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) ГМК. Ионная природа ПП и ПД. Сопряжение возбуждения-сокращения в ГМК. Механизмы сопряжения в возбуждения-сокращения в ГМК. Роль вторичных посредников в регуляции электрической и сократительной активности ГМК.

Тема 2.6. Биофизика миокарда

Морфологические особенности миокардиоцитов. Распределение ионов. Особенности ионных механизмов генерации потенциала покоя и потенциала действия клеток миокарда. Роль ион-транспортных систем. Электромеханическое сопряжение в миокарде. Расслабление миокарда, Na^{+}/Ca^{2+} -обмен. Сердечный цикл.

Тема 2.7. Биофизика проводящей системы сердца

Гипотезы авторитмической активности. Понятие хроноинотропии. Гипотезы феномена. Структура миокарда как электрического синцития. Ультраструктура коннексонов. Электрические свойства синцитиев. Проведение возбуждения по миокарду. Патологические режимы проведения возбуждения. Сердечный цикл, его фазы и характеристика. Работа и мощность сердца, методы оценки и их клинико-диагностическое значение.

Тема 2.8. Исследование возбуждения и сокращения сердца на компьютерной модели

Механизмы сократительной активности кардиомиоцитов. Роль кальция в сократительной активности кардиомиоцитов. Факторы, влияющие на сократимость миокарда. Хронотропный, инотропный, батмотропный и дромотропный эффекты.

Тема 2.9. Исследование электрических потенциалов сердца методом электрокардиографии

Исследование электрических потенциалов сердца методом электрокардиографии
Проводящая система сердца. Последовательность возбуждения отделов сердца. Формирование электрокардиограммы. Условия регистрации электрокардиограммы. Электрокардиографические отведения. Шестиосевая система координат по Bauley. Принципы и план расшифровки электрокардиограммы. Параметры нормальной ЭКГ.

Тема 2.10. Биофизика кровообращения

Распределение ионов в гладкомышечных клетках (ГМК). Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) ГМК. Ионная природа ПП и ПД. Механизмы сопряжения в возбуждения-сокращения в ГМК. Роль вторичных посредников в регуляции электрической и сократительной активности ГМК. Функциональное подразделение сосудистого русла. Закон Гагена-Пуазейля, условия применимости к крови. Энергетика кровообращения, правило Бернулли методы оценки и их клинико-диагностическое значение.

Тема 2.11. Исследование центральной гемодинамики методом реографии

Общее уравнение гемодинамики. Основные показатели гемодинамики. Метод реографии. Диагностические возможности. Условия и правила проведения исследования. Качественный и количественный анализ реограммы. Аппаратура для регистрации реограммы, виды отведений. Виды электродов. Центральная реография (тетраполярная, интегральная). Исследование центральной гемодинамики методом интегральной реографии. Функциональные пробы. Правила проведения и назначения функциональных проб.

Тема 2.12. Итоговое занятие

итоговое занятие проводится по вопросам тем разделов "Биофизика мембраны клетки" и "Биофизика сердечно-сосудистой системы"

Раздел 3. Биофизика скелетной мышцы

Тема 3.1. Электрические свойства мембраны скелетного мышечного волокна

Распределение ионов в скелетном мышечном волокне. Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) скелетного мышечного волокна. Ионная природа ПП и ПД. Электромеханическое сопряжение. Сократительные и регуляторные белки скелетного мышечного волокна. Механизм мышечного сокращения.

Тема 3.2. Биомеханика скелетной мышцы

Биомеханические свойства мышц: сократимость, жесткость, вязкость, прочность, релаксация. Трехкомпонентная модель мышцы. Виды сокращения мышц. Тепловая мощность мышечного сокращения. Уравнение Хилла.

Тема 3.3. Техника безопасности в биофизической лаборатории

Условия безопасной работы с электрооборудованием. Факторы, определяющие безопасную работу с электрооборудованием. Первая помощь пострадавшим при поражении электрическим током. Правила противопожарной безопасности в лабораториях кафедры биофизики. Условия обеспечения противопожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения и приемы их использования. Правила безопасности при работе с химически активными веществами.

Тема 3.4. Исследование возбудимости скелетной мускулатуры человека

Электрические свойства мембраны скелетного мышечного волокна. Механизмы сокращения скелетного мышечного волокна. Порог возбуждения. Реобаза. Хронаксия. Полезное время. Зависимость «сила-длительность». Способы изучения возбудимости клеток.

Тема 3.5. Исследование моторного ответа мышцы методом электронейромиографии

Регистрация спонтанной активности мышцы методом поверхностной интерференционной электромиографии. Регистрация моторного ответа мышц методом стимуляционной электромиографии и стимуляции нерва.

Раздел 4. Биофизика нейрона

Тема 4.1. Биофизические аспекты электрической активности мембраны аксона нейрона

Распределение ионов в аксоне нейрона. Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) аксона нейрона. Ионная природа ПП и ПД. Проведение ПД по мембране аксона. Проведение ПД через неоднородности. Синаптическая передача

Тема 4.2. Биофизические аспекты электрической активности мембраны тела нейрона

Распределение ионов в теле нейрона. Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) тела нейрона. Ионная природа ПП и ПД. Ритмическая активность нейрона. Проведение ПД по мембране тела нейрона.

Тема 4.3. Изучение электрических свойств мембраны нервного волокна на компьютерной модели (часть 1).

Порог возбуждения мембраны нервного волокна, график зависимости «сила-длительность», реобаза, хронаксия, полезное время, период абсолютной и относительной рефрактерности, суммация раздражителей.

Тема 4.4. Изучение электрических свойств мембраны нервного волокна на компьютерной модели (часть 2).

Распределение ионов относительно мембраны нервного волокна. Кинетика суммарного трансмембранного ионного тока, его вольт-амперная характеристика. Кинетика и вольт-амперная характеристика натриевого и калиевого тока.

Тема 4.5. Исследование электрической активности нейронов головного мозга методом электроэнцефалографии

Аппаратура для регистрации ЭЭГ, виды отведений. Виды электродов. Условия регистрации электроэнцефалограммы. Регистрация электроэнцефалограммы. Подготовка оборудования и пациента, наложение электродов, регистрация ЭЭГ. Виды артефактов на ЭЭГ. Принципы анализа ЭЭГ и электроэнцефалографическая семиотика. Регистрация ЭЭГ с проведением функциональных проб. Изменение ЭЭГ при различных состояниях человека.

Тема 4.6. Биофизические аспекты электрической активности нейрона

Распределение ионов в нейроне. Потенциал покоя (ПП) и потенциал действия (ПД) аксона нейрона. ПП и ПД тела нейрона. Ионная природа ПП и ПД. Ритмическая активность нейрона. Проведение ПД по мембране тела нейрона

Раздел 5. Биофизика дыхания

Тема 5.1. Биофизика дыхания

Функция внешнего дыхания, дыхательные объемы и емкости, методы оценки и их клинико-диагностическое значение. Эластическое и неэластическое сопротивление дыхания. Работа дыхания.

Тема 5.2. Определение зависимости поверхностного натяжения монослоя легочного сурфактанта от размеров его поверхности

Сурфактант, его функциональная роль. Химический состав сурфактанта. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Эластическая тяга легких. Уравнение Лапласа.

Тема 5.3. Исследование функции дыхательной системы методом спирографии

Спирография. Условия проведения функционального исследования дыхания. Объемы и емкости легких. Принципы количественной и качественной оценки спирограммы. Регистрация кривых «объем-поток». Функциональные пробы и правила проведения диагностических процедур.

Раздел 6. Биофизики выделения и всасывания

Тема 6.1. Биофизика нефрона

Строение нефрона. Методы исследования всасывания и выделения. Реабсорбция и секреция. Виды межклеточных контактов: плотный (нексус), промежуточный, десмосома.

Тема 6.2. Трансцеллюлярный транспорт ионов и воды

Асимметричный эпителий и его функции. Особенности трансцеллюлярного транспорта ионов и воды. Гипотеза Уссинга.

Тема 6.3. Биофизика нефрона

Строение нефрона. Методы исследования всасывания и выделения. Реабсорбция и секреция. Виды межклеточных контактов: плотный (нексус), промежуточный, десмосома. Трансцеллюлярный транспорт ионов и воды. Асимметричный эпителий и его функции. Особенности трансцеллюлярного транспорта ионов и воды. Гипотеза Уссинга.

Раздел 7. Биофизика органов чувств

Тема 7.1. Биофизика органа зрения.

Особенности функциональной анатомии органа зрения. Строение органа зрения. Оптическая система глаза. Модель светопреломляющего аппарата органа зрения человека. Разрешающая способность, дифракция, аберрации. Рефракция глаза. Строение сетчатки. Организация фоторецепторной клетки. Строение фоторецепторных мембран. Типы рецепторов сетчатки (палочки и колбочки, их спектральная чувствительность, распределение по сетчатке). Спектральная чувствительность глаза. Дневное и сумеречное зрение. Восприятие цвета. Цветовая чувствительность. Механизмы преобразования зрительной информации в сетчатке. Рецептивные поля как основные морфофункциональные элементы зрительной системы. Адаптация глаза. Бинокулярная зрительная система.

Тема 7.2. Биофизика органа слуха

Основные физические характеристики звуковых сигналов. Акустические характеристики наружного уха. Строение наружного, среднего и внутреннего уха. Слуховые рецепторы: структура и функция. Механизм передачи звуковых колебаний в среднем ухе. Улитка и ее гидродинамические характеристики. Преобразование звуковых сигналов базилярной мембраной. Модели улитки. Электрические реакции внутреннего уха. Процессы выделения признаков звуковых сигналов в центральных отделах слуховой системы (частота, амплитуда, длительность, частотная и амплитудная модуляция, пространственные характеристики звуковых сигналов). Психофизика слухового восприятия (абсолютный слуховой порог, различение амплитуды, частоты, длительности амплитудно- и частотномодулированных звуков, пространственных характеристик звуковых сигналов).

Тема 7.3. Биофизика органов чувств

Биофизические механизмы функционирования проприорецепторов, терморецепторов, болевых рецепторов, хеморецепторов каротидного тела, тактильных рецепторов, вкусовых и обонятельных рецепторов

Тема 7.4. Регистрация вызванных слуховых и зрительных потенциалов методом электроэнцефалографии

Вызванные слуховые и зрительные потенциалы головного мозга

5. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Самойлов, В. О. Медицинская биофизика: учебник для медицинских вузов / В. О. Самойлов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: СпецЛит, 2013. - 591 с. - 9785299005189. - Текст: электронный. // ЭБС Букап: [сайт]. - URL: <https://www.books-up.ru/book/medicinskaya-biofizika-3377141/> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика для студентов медицинских вузов: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальностям 060101.65 "Лечебное дело", 060103.65 "Педиатрия", 060105.65 "Медико-профилактическое дело" по дисциплине "Физика" / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.; RU.Московский медицинский университет им. И. М. Сеченова, кафедра медицинской и биологической физики. - 2-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 472 с. - 978-5-9704-3526-7. - Текст: электронный. // ЭБС КС: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Биологическая термодинамика и кинетика: учебное пособие для студентов, обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования - программам специалитета по специальностям: 30.05.01 - Медицинская биохимия, 30.05.02 - Медицинская биофизика и 30.05.03 - Медицинская кибернетика / И. В. Петрова, С. В. Гусакова, И. В. Ковалев [и др.]; рец. Т. В. Ласукова.; RU.Сибирский медицинский университет. - Томск: Издательство СибГМУ, 2018. - 126 с. - Текст: электронный. // ЭБС СибГМУ: [сайт]. - URL: tut_ssmu-2018-15.pdf (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Медицинская и биологическая физика. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по медицинским специальностям / под ред. В. Г. Лещенко. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 334 с. - 978-985-475-556-4. - Текст: электронный. // ЭБС Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/64898> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

5.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС "Консультант студента"
2. <http://books-up.ru> - ЭБС "BookUp"
3. <http://irbis64.medlib.tomsk.ru> - ЭБС СибГМУ
4. <http://eLIBRARY.RU> - Научная электронная библиотека