

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ**

ПРОГРАМА
ПО
БИОФИЗИКА

**Приета на Катедрен съвет № 81 на 1 .07. 2020г.
Утвърдена от Факултетен съвет с Протокол №5 от 08.07. 2020г.**

БИОФИЗИКА

УЧЕБЕН ПЛАН

Дисциплина	Изпит в семестър	Часове				Часове по години и семестър	
		Всичко	Лекции	Упражнения	Кредит	I сем.	II сем.
Биофизика	Втори семестър	60	30	30	8,2	-	60

Наименование на дисциплината: „Биофизика“

Вид на дисциплината, съгласно ЕДИ: задължителна

Ниво на обучение: Магистър /М/

Форми на обучение: лекции, упражнения, самоподготовка

Курс на обучение: I курс

Продължителност на обучението: един семестър (I курс, летен семестър)

Хорариум: 60 часа (30 часа лекции, 30 часа упражнения)

Помощни средства за преподаване: лекции, мултимедийни презентации, лабораторни учебни експерименти, решаване на тестови задачи, дискусии

Форми на оценяване: писмен изпит и устно събеседване при необходимост за уточняване на оценката

Формирането на оценката: колумниум, участия в упражнения и писмен изпит

Аспекти при формиране на оценката: участие в дискусии и решване на тестове

Семестриален изпит: да (писмен)

Държавен изпит: няма

Водещ преподавател: хабилитиран преподавател от катедра „Медицинска физика и биофизика“

Катедра: „Медицинска физика и биофизика“

АНОТАЦИЯ

Биофизиката е една от фундаменталните биологични дисциплини, изучавани от студентите в МУ-Пловдив. Курсът е предимно теоретичен. Той обсъжда физическата същност на структурните основи на организация и функциониране на био-обекти на молекулно, субклетъчно, клетъчно и тъканно ниво. Голямо внимание се отделя за изясняване на молекулните взаимоотношения, отговорни за генезиса на клетъчната мембрана, на механизмите на трансмембранен транспорт, биоелектрогенеза, нервно провеждане, мускулно съкращение, на взаимното повлияване между механични, електрични и енергетични процеси в клетката, на основните пътищата за реализация на междуклетъчна комуникация, на основни вътреклетъчни сигнални пътечки, както и на ефектите и механизмите на влияние на външни фактори – електричен ток, светлина, ултравиолетови и инфрачервени лъчи, кохерентни електромагнитни лъчения и йонизираща радиация върху биологични обекти.

ОСНОВНИ ЗАДАЧИ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА

Придобиване на знания от студентите относно някои общи принципи, върху които почиват основни явления и процеси в живата тъкан и механизмите чрез които те се реализират. Изясняване, посредством специфичен междудисциплинарен подход, на физични и физико-химични реакции и процеси, протичащи в биологичните системи с различна степен на организация, като база за развитие на физиологични и патофизиологични процеси.

ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

След приключване на обучението по биофизика и успешно полагане на изпит студентите трябва да са придобили познания относно:

- основни компоненти, принципи на строеж и организация на биомембрани;
- енергетични предпоставки за пасивен и активен трансмембранен транспорт, процеси и мембранни структури, реализиращи транспорта;
- биоелектрогенеза - мембранен потенциал, акционен потенциал при клетки на възбудими тъкани, тъканна специфичност на процесите, механизми на разпространение на акционния потенциал;
- видове мускулни съкращения и видовете топлинни процеси съпътстващи мускулното съкращение;
- спецификата на механизмите на съкращение при скелетни, сърдечни и гладки мускули;
- кодиране на информация. Начини за обмен и структури осъществяващи междуклетъчната информационна комуникация. Регулация на информационните процеси;
- рецепторите като клетъчни информационни входове и влиянието им върху активацията на основни вътреклетъчни сигнални пътечки;
- електрокинетични явления при биообекти - повърхностен електричен товар, механизъм на възникване, зависимост от рН и йонната сила на средата, влияние върху електрофоретичните характеристики на биомолекули и клетки;

- квантова биофизика;
- влияние на външни фактори – ел. ток, светлина, ултравиолетови, инфрачервени лъчи, кохерентни ел. лъчения и йонизираща радиация върху биологични обекти – физични взаимодействия, специфика на биологичните ефекти и хипотези, които ги обясняват;
- свободни радикали, активни форми на кислорода, молекулни механизми на свободно-радикалната токсичност и оксидативен стрес.

ЛЕКЦИИ - ТЕЗИСИ

ЛЕКЦИЯ №1 – 2 часа:

I тема Термодинамика. Специфични понятия и величини. I-ви принцип на термодинамиката.

1. Термодинамиката като наука
2. Дефиниция на термодинамични понятия и величини
 - 2.1. Термодинамична система
 - 2.2. Термодинамично тяло
 - 2.3. Термодинамично състояние
 - 2.4. Основни термодинамични величини
 - 2.4.1. Енергия
 - 2.4.1.1. Механична
 - 2.4.1.2. Електрична
 - 2.4.1.3. Топлинна
 - 2.4.1.4. Вътрешна
 - 2.4.2. Налягане
 - 2.4.3. Температура
 - 2.4.4. Други термодинамични величини
 - 2.5. Термодинамичен процес
3. I-ви принцип на термодинамиката
4. Приложимост на I-вия принцип на термодинамиката за живи организми.

II тема II-ри принцип на термодинамиката. Ентропия. Уравнение на Пригожин

1. Еднопосочност при протичане на реални процеси
2. II-ри принцип на термодинамиката
3. Ентропия – определение
4. Ниво на ентропия и ниво на вероятност за реализация на определено термодинамично състояние.
5. Ентропия, подреденост и стабилност на термодинамичните състояния
6. Валидност на II-ри принцип на термодинамиката за жив организъм. Уравнение на Пригожин

III тема Композиране на липиден бислой във водна среда. Роля на хидрофилното и хидрофобно взаимодействие. Термодинамични характеристики на липидния бислой

1. Обща характеристика на структурата на липидните молекули, изграждащи биомембрани

2. Видове взаимодействия между полярни липиди и вода
3. Особенности в структурата на водата в живите организми
 - 3.1. тетраедрична матрица
 - 3.2. водни кластери и несвързани водни молекули
4. Хидрофобно взаимодействие на липидите и II-ри принцип на термодинамиката
5. Особенности и термодинамични характеристики на двойния липиден слой във вода.

ЛЕКЦИЯ №2 – 2 часа:

IV тема Клетъчна мембрана (КМ) - компоненти, строеж, особености, функции

1. Липиди, протеини и гликолипиди и гликопротеини – основни компоненти на КМ.
2. Основни видове липиди, изграждащи КМ.
3. Подвижност на липидите в КМ – фазови преходи.
4. Основни функции на липидите като елемент на КМ.
5. Характеристики на протеините, изграждащи КМ.
6. Подвижност на протеините в КМ, видове движения.
7. Основни функции на протеините в КМ.
8. Гликолипиди, гликопротеини и протеогликани.
9. Гликокаликс – характеристики и функции.

V тема Пасивен мембранен транспорт. Енергетични предпоставки. Концентрационен и електричен градиент. Равновесен потенциал.

1. Определение.
2. Нехомогено пространствено разпределение на вещество и електричен товар между интра- и екстрацелуларното пространство. Представа за градиент.
3. Значение на концентрационния, електричен и химичен градиенти за пасивния мембранен транспорт.
4. Представа за електричен и мембранен потенциал и роля на електроконцентрационния градиент за пасивния мембранен транспорт на електрически натоварени частици.
5. Равновесен потенциал – определение и връзка с пасивния мембранен йонен транспорт.

VI тема Процеси на пасивен мембранен транспорт – неспецифична и улеснена дифузия.

1. Проста дифузия. Уравнение на Фик.
2. Дифузия през клетъчна мембрана
 - 2.1. Коефициент на разпределение на веществото
 - 2.2. Коефициент на проникваемост на веществото
3. Премаване на вода и малки хидрофилни молекули през клетъчната мембрана
4. Улеснена дифузия – особености, зависимост между трансмембранната разлика в концентрациите и скоростта на дифузия

ЛЕКЦИЯ №3 – 2 часа:

VII тема Пасивен мембранен транспорт на неорганични йони. Мембранни йонни канали

1. Значение на йонния транспорт за основни физиологични процеси – възбудимост, проводимост, съкратимост и др.

2. Основни елементи на мембранния йонен канал
3. Класификация на йонните канали
 - 3.1. Според вида на транспортираните йони
 - 3.2. Според механизмите на активация/инактивация.
1. Лигант-зависими (рецепторно управляеми) канали. Основни състояния.
2. Мембранпотенциал-зависими канали. Основни състояния. Праг на активация и инактивация. Блокери.
3. Канали, чието състояние е функция на цитозилното ниво на определени субстанции. Основни състояния.

VIII тема Йонофори. Видове. Специфични особености на йонния транспорт чрез йонофори.

1. Определение
2. Видове
 - 2.1. Подвижни преносители. Особености на транспорта. Скорост на пренасяне.
 - 2.2. Каналообразуватели. Особености на транспорта. Скорост на пренасяне.

IX тема Активен мембранен транспорт. Класификация. Особености

1. Определение.
2. Класификация, съобразно вида използвана енергия.
 - 2.1. Първично активен транспорт – особености
 - 2.1.1. транспорт за някои неорганични йони
 - 2.1.2. йонни помпи
 - 2.1.3. използване на енергия от хидролизата на АТФ
 - 2.2. Вторично активен транспорт – особености.
 - 2.2.1. транспорт за някои органични молекули
 - 2.2.2. особености на молекулите преносители
 - 2.2.3. роля на трансмембрания концентрационен градиент на Na^{2+}

ЛЕКЦИЯ №4 – 2 часа

X тема Модел на работа на (Na^+/K^+) помпа. Режими на работа. Блокери. Ca^{2+} - помпи

1. Структура и разпространение на Na^+/K^+ помпа
2. Етапи в работата на Na^+/K^+ помпа
3. Режими на работа
 - 3.1. Електрогенен
 - 3.2. Неелектрогенен
4. Блокери на работата на помпата, механизъм на тяхното действие и ефекти от блокиране дейността на Na^+/K^+ помпа
5. Ca^{2+} помпи - структура и локализация в клетката
6. Етапи в работата на мембранната Ca^{2+} - помпа
7. Ефекти от дейността на Ca^{2+} - помпи.

XI тема Електричен мембранен потенциал. Предпоставки за съществуването му. Уравнения на Нернст-Бернщайн и Голдман

1. Определение
2. Начини за измерване на мембранен потенциал
3. Причини за съществуване на мембранен потенциал
 - 3.1. Различна проницаемост на клетъчната мембрана за различни електрически натоварени частици
 - 3.1.1. Уравнение на Нернст-Бернщайн
 - 3.1.2. Уравнение на Голдман
 - 3.2. Работа на Na^+/K^+ помпа в електрогенен режим
 - 3.3 Други фактори
4. Относителен принос на различните фактори при формиране стойността на мембранныя потенциал

XII тема Акционен потенциал при неврон. Промени в мембранната проводимост за Na^+ и K^+ при акционен потенциал.

1. Акционните потенциали – специфична характеристика на клетките на възбудимите тъкани, определение, предпоставки за възникване
2. Акционен потенциал при неврон
 - 2.1. Зависимост между силата на дразнене и сила на клетъчен отговор. Подпрагово и надпрагово дразнене
 - 2.2. Промени в мембранната йонна проводимост при надпрагово дразнене. Акционен потенциал
 - 2.3. Количествени характеристики – амплитуда, времетраене.
3. Йонен генезис
4. Основни електрични процеси и причини за тяхното активиране и инициране – роля на равновесните потенциали на Na^+ и K^+ и инактивирането на проводящата мембранна система за Na^+

ЛЕКЦИЯ № 5 – 2 часа:

XIII тема Теория на Хюбнер и Хюксли за мембранна електропроводимост

1. Метод на фиксираното напрежение.
2. Йонни токове през мембраната на аксона на калмара при определена фиксирана стойност на мембранныя потенциал. Експериментални резултати на Хюбнер и Хюксли.
3. Математическо описание на кинетиката на йонни токове при акционен потенциал.
4. Изводи относно характера на йонните токове през възбудима мембрана при изменени на мембранныя потенциал.

XIV тема Следови потенциали при акционен потенциал. Акомодация. Рефрактерен период.

1. Следови потенциал
2. Акомодация
3. Определение – абсолютен и относителен рефрактерен период. Инактивация на мембранната натриевата проводяща система
4. Зависимост от продължителността на акционните потенциали
5. Функционално значение на рефрактерните периоди

ЛЕКЦИЯ № 6 – 2 часа:

XV тема Електротонично провеждане. Електротоничен потенциал

1. Представа за електротоничен потенциал. Условия за развитието му.
2. Време константа.
3. Определение за електротонично провеждане чрез надлъжен локален Na^+ ток.
4. Намаляването на амплитудата на електротоничния потенциал при отдалечаване от точката на първична деполяризация.
5. Пространствена константа.

XVI тема Механизъм на разпространение на акционния потенциал при неврон. Скорост на разпространение.

1. Значение на разпространението на акционния потенциал за обмен на междуклетъчна информация
2. Мембранен йонен механизъм, осигуряващ движение на акционния потенциал от възбуден към не възбуден участък. Инактивация на клетъчната натриевата проводяща система
3. Фактори, влияещи върху скоростта на разпространение и амплитудата на акционния потенциал
4. Местноанестезиращо действие и невронални мембранни Na^+ канали.

XVII тема Биоелектрична активност на скелетни и сърдечни мускули

1. Специфични особености на биоелектричната активност на скелетни мускули – потенциал на покой, праг на възбудимост.
2. Акционен потенциал - физиологични предпоставки, йонна природа, амплитуда, времетраене
3. Особенности при генериране и разпространение на възбудните процеси в сърцето. Автоматизъм
4. Характеристики на акционните потенциали. Йонни механизми.
 - 4.1. На пейсмейкърни потенциали от различните нива на проводящата система
 - 4.1.1. синоатриален възел
 - 4.1.2. атриовентрикуларен възел
 - 4.2. В клетките на работния миокард

ЛЕКЦИЯ №7 – 2 часа:

XVIII тема Биоелектрична активност на гладки мускули

1. Общи характеристики и особености на биоелектричната активност на гладки мускули.
2. Класификация на гладките мускули, съобразно способността им да генерират акционни потенциали. Йонни механизми
 - 2.1. Спонтанно-генериращи
 - 2.1.1. бавна вълна
 - 2.1.2. спайк потенциали
 - 2.2. Генериращи под действие на невронални и/или хуморални и въздействия
 - 2.3. Негенериращи

XIX тема Междуклетъчна комуникация. Химичен тип междуклетъчна информационна система

1. Значение на междуклетъчните комуникативни връзки за съхраняване на организмите като цяло
2. Химична информационна система – разпространение, носители на информация, пътища за разпространение на информацията, скорост на предаване на информацията
 - 3.1. Химични синапси
 - 3.2. Ендокринна, паракринна и автокринна комуникация

XX тема Механизми на освобождаване на невротрансмитерни молекули. Химичен синапс. Особенности на синаптичното предаване. Регулаторни механизми

1. Невротрансмитерите – основни носители на междуклетъчна информация
2. Молекулни вътреклетъчни механизми, осигуряващи освобождаването на невротрансмитер в синаптичната цепка
3. Химичен синапс
4. Регулаторни механизми

ЛЕКЦИЯ №8 – 2 часа:

XXI тема Възприемане на междуклетъчни химични сигнали. Рецепторите – информационни входове на клетките. Основни функции на рецепторите. Регулаторни механизми.

1. Рецептори- определение
2. Класификация на рецепторите според
 - 2.1. Мястоположението им в клетката
 - 2.2. Вид на носители на междуклетъчна информация (лиганди)
3. Функции на рецепторите като информационен вход на клетката
 - 3.1. Разпознаване и свързване на съответни лиганди – нива на комплементарност
 - 3.2. Генериране на нов тип вътреклетъчна информация
 - 3.2.1. Вторични посредници
 - 3.2.2. Съответствие между количеството приета и генерирана информация. Регулаторни процеси
 - 3.3. Рецепторите, усилвателно стъпало на химическата междуклетъчна информационна система.

XXII тема Електричен тип междуклетъчна информационна система. Особенности. Нексус и електрически синапс

1. Електрична информационна система – разпространение, носители на информация, скорост на предаване на информацията
 - 2.1. Електрически синапси
 - 2.2. Нексусни връзки

XXIII тема Ca^{2+} вътреклетъчни сигнални пътища. Механизми на промяна на цитозолното ниво на Ca^{2+} . Ca^{2+} зависими клетъчни реакции

1. Ca^{2+} - основен вторичен посредник
2. Механизми, повишаващи цитозолното ниво на Ca^{2+} .
 - 2.1. Активация на мембранни йонни канали
 - 2.1.1. Управлявани от рецептори Ca^{2+} канали
 - 2.1.2. Мембранпотенциал-зависими Ca^{2+} канали
 - 2.2. Инхибиране на Ca^{2+} помпи
 - 2.3. Освобождаване на Ca^{2+} от вътреклетъчни Ca^{2+} депа
 - 2.3.1. мембранни
 - 2.3.2. ендоплазматично ретикулумни
 - 2.3.2.1. IP3-зависимо депо
 - 2.3.2.2. Рианодин-чувствително депо

1. Механизми, понижаващи цитозолното ниво на Ca^{2+} .
 - 2.1. Инактивация на мембранни йонни канали
 - 2.2. Активиране на Ca^{2+} помпи
 - 2.3. Блокиране на вътреклетъчни сигнални пътища, освобождаващи на Ca^{2+} от вътреклетъчни Ca^{2+} депа.

ЛЕКЦИЯ №9 – 2 часа:

XXIV тема Скелетни напречно набраздени мускули (ННМ). Структура, съкратителен апарат

1. Особенности в структурата на мускулните клетки
 - 1.1. миофибрили
 - 1.2. саркоплазмен ретикулум
 - 1.3. Т-система
2. Съкратителен апарат
 - 2.1. съкратителни белтъци
 - 2.2. молекулен строеж и пространствено разположение на тънките и дебели миофиламенти
3. Видове мускулни съкращения. Особенности
 - 3.1. изометрични
 - 3.2. изотонични
 - 3.3. ауксометрични

XXV тема ННМ –механизъм на съкращение. Роля на Ca^{2+} . Видове съкращения

1. Пространствено разположение на тънки и дебели миофиламенти в клетките на скелетни напречно набраздени мускули.
2. промени в тънките миофиламенти при повишаване на цитозолното ниво на Ca^{2+}
 - 2.1. взаимодействие на Ca^{2+} с тропонин С
 - 2.2. промени в структурата на тънките миофиламенти
 - 2.3. взаимодействие на тънки (актин) с дебели миофиламенти (миозин) и образуване на напречни мостчета.
3. Приплъзването между тънки и дебели миофиламенти, като основа на мускулното съкращение

ЛЕКЦИЯ №10 – 2 часа:

XXVI тема Скелетни ННМ - електро-механична връзка. Източници на Ca^{2+} необходим за контракция. Рианодинов рецептор

1. Последователност на основните процеси, предшестващи мускулното съкращение
 - 1.1. Генериране на акционен потенциал в мускулните клетки
 - 1.2. Повишаване на цитозолното ниво на Ca^{2+}
 - 1.3. Взаимодействие на тънки и дебели миофиламенти с използване на АТФ енергия и мускулна контракция
2. Саркоплазмения ретикулум – източник на Ca^{2+} , провокиращ съкратителния процес
3. Влияние на акционния потенциал върху пасивния транспорт на Ca^{2+} от лумена на саркоплазмения ретикулум в интрацелуларното пространство.
 - 3.1. Влияние на дихидропиридиновите мембранни рецептори върху саркоплазмените рианодиновите рецептори – активиране на саркоплазмени Ca^{2+} канали
 - 3.2. Влияние на саркоплазмените рианодиновите рецептори върху дихидропиридиновите мембранни рецептори – активиране на мембранни Ca^{2+} канали
4. Роля на Ca^{2+} помпи при преразпределение на Ca^{2+} в мускулните клетки

XXVII тема Механични явления и величини при съкращения на ННМ. Уравнения на Хил

1. Величини, характеристики на мускулното съкращение – сила, скорост, механична работа (при преместване на товар), механична мощност, генериране на топлина (на активация, контракция и релаксация), обща енергия, обща мощност.

2. Емпирични зависимости между натоварване на мускула, скоростта на съкращение и генерираната топлина

3. Експерименти на Хил. Уравнения на Хил.

ЛЕКЦИЯ №11– 2 часа:

XXVIII тема Гладки мускули (ГМ) – общи сведения. Съкратителен апарат. Съкратителни механизми при гладки мускули.

1. Особенности на съкратителния апарат при гладките мускули
 - 1.1. Съкратителни белтъци
 - 1.2. Молекулен строеж на тънките и дебели миофиламенти
 - 1.3. Клетъчна ориентация на миофиламентите
 - 1.4. Плътни телца
2. Процеси на гладкомускулна контракция/релаксация
 - 2.1. Фосфорилирането/дефосфорилиране на миозина – основна причина за промените в механичната активност на гладките мускули
 - 2.2. Роля на лековерижната миозинова протеин киназа и лековерижната миозинова фосфатаза
 - 2.3. Фактори, причиняващи гладкомускулна контракция или релаксация.

XXIX тема Гладки мускули (ГМ). Електромеханична и фармакомеханична връзка. Видове ГМ съкращения

1. Електромеханична връзка – фазични гладкомускулни съкращения
2. Фармакомеханична връзка – тонични гладкомускулни съкращения

ЛЕКЦИЯ №12– 2 часа:

XXX тема Повърхностен електричен заряд на молекули и клетки. Двоен електричен слой. Електрокинетичен (ζ) потенциал. Зависимост на ζ потенциал от рН и йонната сила на средата

1. Причини за възникване и особености на повърхностния електричен заряд на биообекти (органични молекули, клетки и субклетъчни структури)
2. Противойони. Възникване на двоен електричен слой около биообектите.
3. Междуфазов потенциал. Уравнение на Поасон-Болцман. Дебаева ширина
4. Електрокинетичен потенциал. Електрофоретична подвижност
5. Зависимост на електрокинетичния потенциал от стойността на рН на средата. Изоелектрична точка.
6. Дефиниция на понятието йонна сила на средата. Зависимост на електрокинетичния потенциал от йонната сила

XXXI тема Електропроводимост за клетки и тъкани за прав ток. Електрични поляризационни явления.

1. Особенности на протичане на постоянен ток през тъкани.
2. Изменение на големината на тока с времето на протичане на тока
3. Видове поляризация на тъкани с диелектрични свойства и на хетерогенни системи. Поляризационно напрежение
4. Влияние на поляризационното напрежение върху намаляването на големината на тока с времето.

ЛЕКЦИЯ №13– 2 часа:

XXXII тема Електрическа проводимост на тъканите за променлив ток. Дисперсия на диелектричната проницаемост на тъканите

1. Основни величини при променливия ток
 - 1.1. Моментни и ефективни стойности на ток и напрежение
 - 1.2. Видове електрическо съпротивление
 - 1.2.1. Активно съпротивление
 - 1.2.2. Диелектрична проницаемост. Капацитивно съпротивление
2. Импеданс на клетки и тъкани
3. Дисперсия на диелектричната проницаемост на тъканите – α , β и γ дисперсия.

XXXIII тема Квантова биофизика. Енергетични нива на атомите и молекулите. Енергетични преходи на електроните при органични молекули

1. Предмет на изследване на квантовата биофизика
2. Квантов характер на енергетичните превръщания – поглъщане, излъчване
3. Енергетични нива в биологичните молекули – орбитали, синглетни, триплетни състояния
4. Електронни преходи по енергетични нива

XXXIV тема Фотобиологични процеси. Етапи при протичане на фотохимични реакции

1. Фотобиологични процеси – дефиниция, етапи
 2. Видове фотобиологични процеси – описание
 3. Взаимодействие на светлината със специфични биоструктури. Спектри
- Квантова биофизика на зрението

ЛЕКЦИЯ №14 – 2 часа:

XXXV тема Ефекти и механизми на действие на кохерентни източници на светлина върху биологични обекти

1. Взаимодействие на кохерентна светлина с биологичната материя
2. Характеристики на кохерентното лъчение, Особености на взаимодействието
3. Видове взаимодействия на КЛ с биологичната материя според ефекта
4. Параметри, определящи характера на взаимодействието
5. Нетермични взаимодействия
6. Термични ефекти

XXXVI тема Инфрачервени и ултравиолетови лъчи. Основни характеристики и механизъм на въздействие. Зони. Ефекти върху биологични обекти

1. Определение на инфрачервени лъчи и спектрални области в инфрачервената зона на електромагнитния спектър
2. Основни механизми на действие на инфрачервените лъчи
3. Ултравиолетови лъчи. Зони в ултравиолетовата област
4. Биологични ефекти на ултравиолетовите лъчи
 - 4.1. бактерициден
 - 4.2. мутагенен
 - 4.3. еритемен
 - 4.4. пигментиращ
 - 4.5. Д-витаминосинтезиращ

ЛЕКЦИЯ №15 – 2 часа:

XXXVII тема Йонизиращата радиация. Действие върху живи организми. Фактори, повлияващи радиационните ефекти. Хипотези

1. Класификация на йонизиращите лъчения, според тяхната природа
2. Основни физични процеси, провокиращи йонизация при облъчване на тъкани
 - 2.1. при електромагнитни лъчения
 - 2.2. при въздействие с частици
 - 2.2.1. електрически натоварени
 - 2.2.2. електронеутрални
3. Процеси на първична и вторична йонизация
4. Активация на атоми и молекули. Свободни радикали

УПРАЖНЕНИЯ - ТЕЗИСИ

УПРАЖНЕНИЕ №1 – 2 часа: Монослой от повърхностно-активно вещество – модел за изучаване особеностите на липидни агрегати във водна среда. Пространствени характеристики и плътност на молекулите на монослоя при различни състояния, наподобяващи мембранни фазови преходи.

I. Манипулации: Работа с автоматична пипета.

II. Теоретични знания: Структура и организация на биологични мембрани. Фазови преходи. Взаимодействия между компонентите на биологична мембрана.

III. Практически умения: Определяне размерите на липидни молекули чрез модел на монослой от повърхностно активни вещества.

УПРАЖНЕНИЕ №2 – 2 часа: Мембранен транспорт на H_2O . Осмоза. Роля на осмозата при увеличаване водното съдържание на тъкан

I. Манипулации: Инкубиране на предварително хидратирани хигроскопични полимерни сфери в разтвори с различен осмоларитет. Повърхностно подсушаване на сферите и претегляне с аналитични везни.

II. Теоретични знания: Пътища на трансмембранния воден транспорт. Роля на осмозата в някои физиологични процеси. Особенности на мозъчната тъкан обуславящи склонността ѝ към преоводняване. Патологични прояви вследствие променен осмоларитет – класифициране.

III. Практически умения: Работа с аналитични везни.

УПРАЖНЕНИЕ №3 – 2 часа: Мембранни йонни канали. Блокери на йонни канали. Ефекти от блокиране на Ca^{2+} - канали.

I. Манипулации: Работа с реални записи от експерименти с изолирани ГМ препарати. Записите отразяват промяната в ССА и/или тонуса на ГМ препарати след екзогенно въздействие с nifedipine, Ca^{2+} антагонист (блокери). Извършва се измерване на амплитуда и честота на фазичните съкращения, както и на параметрите на nifedipine – индуцираната гладкомускулна реакция.

II. Теоретични знания: Йонни канали в клетъчната мембрана. Класификация. Блокатори на йонни канали. Природа на взаимодействието между йонните канали и блокиращите ги субстанции.

III. Практически умения: Построяване и анализ на графични зависимости въз основа по практически получени данни.

УПРАЖНЕНИЕ №4 – 2 часа: Дифузионен и мембранен потенциал: експериментални модели.

I. Манипулации: Комплектоване на камери с мембранна стена и вградени електроди, позициониране, осигуряване на необходимия дебит на разтвор през камерите, последователна смяна на разтворите и измерване на мембранното напрежение от двете страни на мембраната с мултицет.

II. Теоретични знания: Анализ на теоретични модели на дифузионен електрически потенциал в различни среди и съпоставка с процесите в живите клетки. Роля на параметрите на дисперсната система.

III. Практически умения: Работа с модели.

УПРАЖНЕНИЕ №5 – 2 часа: *Изследване промените на мембрания потенциал на аксон на калмар при дразнене с импулсен електричен ток с различна плътност, посока и продължителност.*

I. Манипулации: Въвеждане на данни в таблица – EXCEL. Снемане параметрите на акционен потенциал.

II. Теоретични знания: Уравнение на Голдман. Уравнение на Нернст. Акционен потенциал на нервна клетка. Модел на Ходжкин и Хъкли, обясняващ промените на мембрания потенциал на нервна клетка.

III. Практически умения: Определяне стойността на критичната деполяризация. Проследяване промените на времето на деполяризация от големината и продължителността на стимулиращия ток. Проследяване промените в продължителността на акционния потенциал от големината и продължителността на тока на стимулация.

УПРАЖНЕНИЕ №6 – 2 часа: *Йонна теория на възбудането. Метод на фиксираното напрежение. Промени на йоните токове през клетъчната мембрана на аксона на калмара при блокиране на Na^+ - и K^+ - канали.*

I. Манипулации: Въвеждане на данни в таблица – EXCEL. Снемане параметрите на трансмембрания ток.

II. Теоретични знания: Йонна теория на възбудането. Метод на фиксираното напрежение. Йонни токове през мембраната на аксона на калмара при определена фиксирана стойност на мембрания потенциал. Блокери Na^+ - и K^+ - канали.

III. Практически умения: Определяне големината и вида на тока през клетъчна мембрана от стойността на фиксираното напрежение при прилагане на блокатори и при нормални условия.

УПРАЖНЕНИЕ №7 – 2 часа: *Анализ на акционния потенциал на единична клетка от сърдечния мускул, илюстриран с електрически импулси, генерирани от имплантируем кардиостимулатор.*

I. Манипулации: Свързване на кардиостимулатор с осцилограф. Включване на електричното напрежение на генератор на правоъгълни импулси. Включване на електричното напрежение на осцилографа.

II. Теоретични знания: Морфологични и функционални особености на клетките изграждащи стените на сърцето. Видове пейсмейкери: I-ви и II-ри порядък. Акционен потенциал на клетките на работния миокард. Акционен потенциал на клетките от синоатриалния възел на сърцето. Случаи при които се налага въвеждане на изкуствен кардиостимулатор.

III. Практически умения: Разглеждане работата на генератор на правоъгълни импулси в нормален режим. Измерване на стимулиращи правоъгълни импулси с осцилограф: амплитуда, продължителност и период на повторение. Търсене на импулси с диастолична деполяризация.

УПРАЖНЕНИЕ №8 – 2 часа: Експериментално определяне на стойността на латентния период при мускулно съкращение – доказателство за различен тип Ca^{2+} регулация.

I. Манипулации: Измерване на елементи на съкратителната активност на скелетна мускулатура. Симулация на съкращение на скелетен мускул. Разчитане на електронна микрофотограма на скелетен мускул. Определяне на времето за придвижване на Ca^{2+} - йони от депата в саркоплазмения ретикулум до съкратителния апарат.

II. Теоретични знания: Структура на напречно набраздена мускулна тъкан. Електро-механично куплиране при напречно набраздени мускули. Разположение на калциевите депа в структурата на напречно набраздени мускули. Механизми за повлияване на цитоплазменото ниво на Ca^{2+}

УПРАЖНЕНИЕ №9 – 2 часа: Съкратителна активност и реактивност на гладкомускулна тъкан. Роля на Ca^{2+} .

I. Манипулации: Работа с реални записи от експерименти с изолирани ГМ препарати. Записите отразяват промяната в ССА и/или тонаса на ГМ препарати след екзогенно въздействие с ацетилхолин. Извършва се измерване на амплитуда и честота на фазичните съкращения, както и на параметрите на ацетилхолин – индуцираната гладкомускулна реакция.

II. Теоретични знания: Структура на гладкомускулна тъкан. Съкратителни белтъци, структура на съкратителния апарат. Природа на бавните вълни на мембрания потенциал, спайк - потенциали. Роля на Ca^{2+} в мускулно съкращение. Характеристики на съкратителна активност на гладки мускули. Смисъл от контролните въздействия с ацетилхолин.

III. Практически умения: Снемане и анализ на метрични параметри на гладко мускулно съкращение: честота, амплитуда и тонус.

УПРАЖНЕНИЕ №10 – 2 часа: Експериментално определяне на електрокинетичен потенциал.

I. Манипулации: Зареждане на микроелектрофоретични камери с буферен разтвор и разтвор с дрожди. Затваряне на веригата чрез мостчета между отсеците на камерите. Темперирание на разтвора, позициониране на системата върху микроскопска масичка. Фокусиране на стационарен слой с дрожди, включване на напрежение, измерване на скорост на движение на дисперсната фаза. Изчисляване стойността на електрокинетичния потенциал.

II. Теоретични знания: Възникване на междуфазови електрически потенциали около биологични обекти, причини, особености, параметри. Структура на двоен електричен слой. Дефиниране на електродинамичен и електрокинетичен потенциал. Методи за измерване.

III. Практически умения: Електроелектрофоретични измервания, косвени измервания на електрокинетичния потенциал на живи клетки.

УПРАЖНЕНИЕ №11 – 2 часа: Електропроводимост на биологичната тъкан за постоянен ток. Мионеврален синапс. Електро-мускулна стимулация. Определяне зависимостта на праговата стойност на импулсния ток от продължителността на импулса.

I. Манипулации: Почистване на областта за локализиране на електродите. Овлажняване на местата за апликация с физиологичен разтвор. Прикрепяне на електродите към кожата. Избор на честота и продължителност на импулса.

II. Теоретически знания: Структура на напречно набраздените мускули. Електропроводимост на биологична тъкан за постоянен ток. Съкратителна активност при скелетни мускули. Методика за електростимулация.

III. Практически умения: Подбиране на форма и честота на импулса. Построяване на графика от опитни резултати.

УПРАЖНЕНИЕ №12 – 2 часа: Електрофореза. Разделяне и изследване на фракции чрез препаративна електрофореза.

I. Манипулации: Подготвяне на електрофоретични камери за хартиена електрофореза. Зареждане на работни разтвори. Приготвяне на целулозоацетатните плаки и филтърни мостчета, разтвори за анализ и включването им в електрофореза. Отделяне на ивиците с отделните фракции и екстрахиране. Спектрофотометрично идентифициране на различните фракции.

II. Теоретични знания: Запознаване с основни принципи на електрофорезата - препаративна, за диагностична и терапевтична цел.

III. Практически умения: Провеждане на препаративна електрофореза, работа със спектрометър и спектрофотометрично идентифициране на фракции.

УПРАЖНЕНИЕ №13 – 2 часа: Определяне зависимостта на кожното съпротивление in vivo от честотата на променливия ток.

I. Манипулации: Почистване на изследвания участък от кожата на ръката със спирт и памук. Навлажняване на същия участък с физиологичен разтвор или вода. Поставяне на електроди върху подлакътница за въздействие със средночестотно електрично поле. Промяна на чувствителността на електронния лъч по двата канала на осцилографа.

II. Теоретични знания: Ток на проводимост и ток на отместване. Активно съпротивление на електролити, капацитивно съпротивление на диелектрици. Електрична еквивалентна схема на кожна тъкан. Импеданс на човешка кожа. Зависимост на кожното съпротивление in vivo от честотата на електрично поле. Коефициент на поляризация – показател за жизнеспособността на тъканта.

III. Практически умения: Измерване на електрично напрежение с променлива честота. Измерване на електричен ток с променлива честота с помощта на осцилограф. Определяне импеданса на човешка кожа по закона на Ом. Начертаване на графична зависимост на импеданс от честотата на електрично поле. Определяне коефициент на поляризация. Определяне на активното съпротивление на човешка кожа.

УПРАЖНЕНИЕ №14 – 2 часа: Биофизични основи на реографията. Определяне на времеви и амплитудни реографски параметри, характеризиращи работата на сърцето и пулсовото кръвонапълване.

I. Манипулации: Почистване на изследвания участък от кожата със спирт. Обвиване на електродите с памук, напоен с физиологичен разтвор. Фиксиране на електродите към изследвания участък с помощта на гумена лента. Избор на подходяща скорост на запис на реограма.

II. Теоретични знания: Физични основи на реографията. Активното електрично съпротивление на кръвта като величина на регистриране. Основни елементи на реограмата. Анализ на два реографски записа.

III. Практически умения: Запознаване с някои елементи на реографската крива. Определяне на амплитудни и времеви параметри. Особености на подхода за анализ на реографска крива при използване на амплитудни показатели. Сравнение между две реографски криви.

УПРАЖНЕНИЕ №15 – 2 часа: Рецепторите – клетъчни информационни входове. ГМ ефекти от активиране и блокиране на мускаринови и холинергични рецептори

I. Манипулации: Работа с реални записи от експерименти с изолирани ГМ препарати. Записите отразяват промяната в ССА и/или тонуса на ГМ препарати след екзогенно въздействие с acethylholine, измерване и сравняване силата на acethylholine – индуцирани контракции причинени от 1×10^{-8} до 1×10^{-5} mol/l. Построяване криви на зависимостта на концентрация/ефект.

Въздействие с atropine 1×10^{-6} mol/l .

II. Теоретични знания: Клетъни рецептори – елементи от междуклетъчната информационна система от организма. Функция на рецепторите. Класификация на М- и N-холинорецептори. Разпознаване и свързване на съответни лиганди – нива на комплементарност. Холиноблокери.

III. Практически умения: Построяване и анализ на графични зависимости въз основа на практически получени данни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биофизика. Маринов М. София, 2001 год.
2. Биофизика (под редакция на проф. С. Стоилов). София, Медицина и физкултура 1995 год.
3. Основи на медицинската физика с елементи на биофизика (под редакция на проф. Кръстев), Пловдив, 2009 год.
4. Медицинска физика и биофизика. Иванов И. Стара Загора, 2000 год.
5. [Как се съкращава мускулът? http://www.bb-team.org/articles/748_kak-se-sakrashtava-muskulat#ixzz1zJR5BbbK](http://www.bb-team.org/articles/748_kak-se-sakrashtava-muskulat#ixzz1zJR5BbbK)
6. Работна тетрадка по биофизика (под редакция на проф. А. Кръстев). МУ – Пловдив, 2005 год.
7. Биология на клетките, Н. Попов, изд. „Жовали“ Пловдив
8. Латерална компартментаризация на биологичните мембрани като естествен начин за организиране на специфичните клетъчни структури, В. Кочев
9. Биологическите мембрани, Черенкевич, С. Н. Минск : БГУ, 2008.
10. Ионные каналы мембраны Сазонов В.Ф. <http://kineziolog.bodhy.ru/content/ionnye-kanaly-membrany/>

11. Междуклеточная сигнализация, Т.Н. Попова, Воронежского государственного университета 2012
12. Внутриклеточная сигнализация, В. Зинченко, 2002г.
13. Физиология: биопотенциалы и электрическая активность клеток, О Балезина, 2017
14. Физиология межклеточной коммуникации : учеб. пособие, А. В. Сидоров, Минск БГУ, 2008
15. ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ, А. Зверев, 2016

<https://www.youtube.com/watch?v=QpcACa39YtA>
<https://www.youtube.com/watch?v=LXaPt9i9hqk>
https://www.youtube.com/watch?v=4kx9_0YwShE
<https://www.youtube.com/watch?v=VDUX5nN43ck>
<https://www.youtube.com/watch?v=pnpWxgt9zdg>
<https://www.youtube.com/watch?v=ZHhb9JFo01k>
https://www.youtube.com/watch?v=rCNIG_j_gSM
<https://www.youtube.com/watch?v=ZAbrCJxk8fs>
<https://www.youtube.com/watch?v=s1yT8BAme9I>
<https://www.youtube.com/watch?v=Pl7nzXaVqak>
<https://www.youtube.com/watch?v=a18yUrFe6Zk>
<https://www.youtube.com/watch?v=Pe11r6xnUI8>
<https://www.youtube.com/watch?v=Ec0wpSPfBlk>
<https://www.youtube.com/watch?v=y8XTISqd-Ac>
<https://www.youtube.com/watch?v=PmvCrcNiOnQ>
<https://es.coursera.org/lecture/physiology/smooth-muscle-structure-regulation-and-pacemakers-XYamY>
<https://www.youtube.com/watch?v=aXAQmqnmL0w>
https://www.youtube.com/watch?v=vpjp-2IJ_fo
<https://www.youtube.com/watch?v=uuDm8nxPtQU>
<https://www.youtube.com/watch?v=IKKL4LEKH5g>
<https://www.youtube.com/watch?v=SCznFaTwtPE>
<https://www.youtube.com/watch?v=uY2ZOsCnXIA>
<https://www.youtube.com/watch?v=f21iK2B6L90>
<https://www.youtube.com/watch?v=MmZQRJZNIvA>
<https://www.youtube.com/watch?v=D3JkAe838Zo>

КОНСПЕКТ

1. Термодинамика. Специфични понятия и величини. I-ви принцип на термодинамиката
2. Втори принцип на термодинамиката. Ентропия. Уравнение на Пригожин
3. Композиране на липиден бислои във водна среда. Роля на хидрофилното и хидрофобно взаимодействие. Термодинамични характеристики на липидния бислой
4. Клетъчна мембрана (КМ) - компоненти, строеж, особености, функции
5. Пасивен мембранен транспорт. Енергетични предпоставки. Концентрационен и електричен градиент. Равновесен потенциал
6. Процеси на пасивен мембранен транспорт – неспецифична и улеснена дифузия
7. Пасивен мембранен транспорт на неорганични йони. Мембранни йонни канали
8. Йонофори. Видове. Специфични особености на йонния транспорт чрез йонофори
9. Активен мембранен транспорт. Класификация. Особености
10. Модел на работа на (Na⁺/K⁺) помпа. Режим на работа. Блокери. Ca²⁺ - помпи

11. Електричен мембранен потенциал. Предпоставки за съществуването му. Уравнения на Нернст-Бернщайн и Голдман
12. Акционен потенциал при неврон. Промени в мембранната проводимост за Na^+ и K^+ при акционен потенциал
13. Теория на Хюкин и Хъксли за мембранна електропроводимост
14. Следови потенциали при акционен потенциал. Акомодация. Рефрактерен период.
15. Електротонично провеждане. Електротоничен потенциал
16. Механизъм на разпространение на акционния потенциал при неврон. Скорост на разпространение.
17. Биоелектрична активност на скелетни и сърдечни мускули
18. Биоелектрична активност на гладки мускули
19. Междуклетъчна комуникация. Химичен тип междуклетъчна информационна система
20. Механизми на освобождаване на невротрансмитерни молекули. Химичен синапс. Особености на синаптичното предаване. Регулаторни механизми
21. Възприемане на междуклетъчни химични сигнали. Рецепторите – информационни входове на клетките. Основни функции на рецепторите. Регулаторни механизми
22. Електричен тип междуклетъчна информационна система. Особености. Нексус. Електричен синапс
23. Ca^{2+} вътреклетъчни сигнални пътища. Механизми на промяна на цитозолното ниво на Ca^{2+} . Ca^{2+} -зависими клетъчни реакции
24. Скелетни напречно набраздени мускули (ННМ). Структура, съкратителен апарат
25. ННМ –механизъм на съкращение. Роля на Ca^{2+} . Видове съкращения
26. Скелетни ННМ - електро-механична връзка. Източници на Ca^{2+} , необходим за контракция. Рианодинов рецептор
27. Механични явления и величини при съкращения на ННМ. Уравнения на Хил
28. Гладки мускули (ГМ) – общи сведения. Съкратителен апарат. Съкратителни механизми при гладки мускули
29. Гладки мускули (ГМ). Електромеханична и фармакомеханична връзка. Видове ГМ съкращения
30. Повърхностен електричен заряд на молекули и клетки. Двоен електричен слой. Електрокинетичен (ζ) потенциал. Зависимост на ζ потенциал от рН и йонната сила на средата
31. Електропроводимост за клетки и тъкани за прав ток. Електрични поляризационни явления
32. Електрическа проводимост на тъканите за променлив ток. Дисперсия на диелектричната проницаемост на тъканите
33. Квантова биофизика. Енергетични нива на атомите и молекулите. Енергетични преходи на електроните при органични молекули
34. Фотобиологични процеси. Етапи при протичане на фотохимични реакции
35. Ефекти и механизми на действие на кохерентни източници на светлина върху биологични обекти
36. Инфрачервени и ултравиолетови лъчи. Основни характеристики и механизъм на въздействие. Зони. Ефекти върху биологични обекти
37. Йонизираща радиация. Действие върху живи организми. Фактори, повлияващи радиационните ефекти. Хипотези