

ЛЕКЦИЯ № 1

Тема:

«Определение
предмета биофизики»

План лекции:

1. Краткая история формирования дисциплины.
2. Цели, задачи и методы исследования современной биофизики.
3. Основные разделы биофизики.
4. Значение биофизики для теоретической и практической медицины.
5. Связь биофизики с другими науками.

**Биофизика - это наука,
изучающая физические и
физико-химические процессы,
которые протекают в
биологических системах на
разных уровнях организации и
являются основой
физиологических актов.**

Краткая история формирования дисциплины

1. В трудах основоположника учения о кровообращении, английского врача и анатома Гарвея (16в-17в) были использованы прямые наблюдения на людях и применено учение о гидродинамике.
2. Принципы механики использовал Дж. Борели (17в.) для объяснения физических основ ходьбы, бега, плавания, полета.

Краткая история формирования дисциплины

3. В 18 в. в работах Л. Эйлера идеи механики были использованы для создания учения о гемодинамике - движении крови и других биологических жидкостей.
4. М. В. Ломоносов проводил теоретические работы по термодинамике, в области цветного зрения (теория " трехкомпонентного цветного зрения").
5. Значительный вклад в развитие биофизики внёс А. Л. Лавуазье. Он доказал, что дыхание животных равнозначно окислению и горению веществ.

Краткая история формирования дисциплины

6. В конце 18 в. Л. Гальвани и А. Вольт установили наличие “животного” электричества и химического источника электрического тока в живом организме.

7. Юлиус Роберт Майер (1814-1878) в 1842 г. дал формулировку первого закона термодинамики для живых организмов.

Краткая история формирования дисциплины

8. В 1886 г. немецкий исследователь Ю. Бернштейн зарегистрировал потенциал действия, который возникал и развивался по принципу " всё или ничего".
9. Г. Гельмгольц в 1856-1867 гг. выпустил трехтомник по физиологической оптике. Он разработал офтальмологическое зеркало, экспериментально обосновал трехкомпонентную гипотезу цветового зрения. В области физиологии слуха разработал резонансную теорию слуха.

Краткая история формирования дисциплины

10. В 1920 г. Нобелевская премия присуждена В. Нернсту за создание ионной теории биоэлектрических явлений (происхождение потенциала действия и покоя).
11. Следует отметить труды другого Нобелевского лауреата А. Хилла по термодинамике мышечного сокращения.
12. Нобелевская премия 1963 г присуждена А. Ходжкину, А. Ф. Хаксли, Дж. Эклсому за создание мембранной теории

В 1922 г.

Впервые в мире был

открыт Институт

биофизики при

Минздраве РСФСР под

руководством профессора

П. П. Лазарева

В 1961 г. **биофизика** как
самостоятельная наука
была зарегистрирована
на международном уровне
созданием
Международного союза
общей и прикладной
биофизики.

Биофизика - интегративная наука, изучающая структуру, физические свойства и характеристики биологических объектов, фундаментальные взаимодействия молекул и молекулярных комплексов, лежащие в основе физиологических реакций и биологических явлений, а также влияние на биологические объекты различных физических факторов (света, ионизирующего излучения, температуры и т.д.).

Биофизика

как наука отвечает трем
основным требованиям:

1. имеет свои собственные
цели и задачи

2. собственные объекты

3. собственные методы
исследования

Целью биофизики

является изучение
фундаментальных процессов,
обеспечивающих основу
жизнедеятельности всех без
исключения живых организмов,
независимо от уровня развития,
эволюционной ступени, возраста
индивидуума, среды обитания.

В задачу биофизики входит:

1. изучение на молекулярном уровне структур субклеточных образований и механизмов их функционирования;
2. выявление общих законов (закономерностей) обмена веществ и энергии на уровне клетки и организмов;
3. исследование молекулярных механизмов транспорта ионов, молекул через многочисленные и разнообразные мембраны, поверхности разделов и фаз;
4. изучение молекулярных механизмов дыхания, подвижности;

В задачу биофизики входит:

5. исследование поглощения, размена энергии на химические превращения, влияние их на жизнедеятельность при действии энергии электромагнитных полей, проникающей радиации;
6. термодинамический анализ сложных систем с использованием законов классической термодинамики и термодинамики неравновесных процессов;
7. кинетический аналитический подход к изучению сложных систем и предсказание их поведения.

Разделы биофизики:

- 1. Квантовая биофизика** изучает структуру электронных энергетических уровней атомов, ионов, молекул, их донорно-акцепторные свойства, электронные переходы при поглощении квантов света и пути дезактивации поглощенной энергии, химические превращения электронно-возбужденных молекул, образование фотопродуктов и молекулярные взаимодействия, лежащие в основе фотобиологических процессов и явлений.

Разделы биофизики:

2. **Молекулярная биофизика** изучает пространственную структуру биополимеров, исследует механизмы функционирования макромолекул.
3. **Биофизика клетки** (Мембранология) изучает структуру и функции биологических мембран, процессы транспорта веществ через мембрану, биоэлектрические процессы, электропроводность.

Разделы биофизики:

4. **Биофизика сложных систем** изучает термодинамику и кинетику биологических процессов.
5. **Кинетика биологических процессов** рассматривает скорости и механизмы протекания биохимических реакций, их взаимосвязь; биохимические реакции, лежащие в основе физиологических процессов и биологических явлений.

Разделы биофизики:

6. **Фотобиология** исследует влияние видимого и ультрафиолетового излучений на биообъекты, начиная от биополимеров и кончая растительными и животными организмами.
7. **Радиационная биофизика** исследует процессы взаимодействия ионизирующего излучения с биовеществом, обмен энергии ионизирующего излучения на радиационно-химические реакции, развитие и исходы лучевого поражения как на уровне молекул и субклеточных образований, так и на уровне организма.

Методы исследования

1. **Метод электронной микроскопии.**

Электронный микроскоп более чем в 500 раз превосходит разрешающую способность оптического микроскопа. Принцип его действия основан на том, что пучок электронов в магнитном или электрическом поле может сходиться в другой точке оси симметрии или расходиться из другой точки оси, другими словами поток электронов выполняет роль световой волны.

Методы исследования

2. Метод электронного парамагнитного резонанса – ЭПР – это явление резкого

возрастания поглощения энергии электромагнитной волны системой парамагнитных частиц, помещенных во внешнее магнитное поле, при резонансной частоте волны $\nu_{рез}$. ЭПР основан на взаимодействии магнитных моментов неспаренных электронов молекулы с магнитным полем среды. Для ЭПР необходимы спиновые метки:

- Если спин-меченный радикал связывается при помощи ковалентных связей, то это спиновая метка.

- Если спин-меченный радикал связывается за счет электростатических или гидрофобных связей, то это спиновой зонд.

Методы исследования

3. Метод ядерного магнитного

резонанса – ЯМР - это явление резкого возрастания поглощения энергии электромагнитной волны системой атомных ядер, помещенных во внешнее магнитное поле, при резонансной частоте волны $\nu_{рез}$. ЯМР основан на использовании собственного магнитного момента. ЯМР не модифицирует белки мембраны и поэтому позволяет получить сведения об интактной мембране.

Методы исследования

4. Метод флюоресцентной спектроскопии.

Используются флюоресцентные зонды, которые связываются с мембраной. Связывание заряженных молекул зонда с мембраной зависит от плотности электрических зарядов в ней и при правильно подобранной концентрации интенсивность флюоресценции будет целиком зависеть от флюоресценции связанного с мембраной зонда. Это позволяет определить количество заряженных групп в мембране и величину трансмембранного потенциала.

Методы исследования

5. Метод радиоактивных меток.

Принцип метода состоит в подборе соответствующего иона, молекулы вещества, введении препарата в среду, клетку, организм и регистрации скорости его поступления, распределения в объеме, выведении радиоактивной метки.

Методы исследования

6. Метод регистрации биопотенциалов клетки.

7. Метод регистрации электропроводности.

Математическое моделирование как отдельный метод биофизики

Математическое моделирование биологических объектов представляет собой аналитическое описание идеализированных процессов и систем, адекватных реальным.

Математические модели строятся либо на основе экспериментальных данных либо умозрительно, используя гипотезу или известную закономерность какого-либо явления.

Выделяют 2 основных принципа моделирования:

1. **Функциональные модели** отражают временные и причинно-следственные отношения между параметрами, характеризующими функции биологического объекта без учета его структуры.
2. **Структурные модели** строятся с учетом структуры объекта, отражающей его основные уровни.

Значение биофизики для теоретической и практической медицины:

- Во-первых, исследования в различных разделах биофизики позволили раскрыть механизмы возникновения и протекания патологических процессов в организме на молекулярном уровне
- Во-вторых, исследования в различных разделах биофизики позволяет наметить пути лечения заболевания

В 1949 г. Лайнус Поллинг показал, что при серповидно-клеточной анемии именно молекула аномального гемоглобина HbS ответственна за приобретение эритроцитами серповидной формы. Он обнаружил, что HbS отличается от HbA лишь тем, что в β -цепях HbS в 6 положении глутаминовая кислота заменена на валин. Понимание молекулярного механизма возникновения серповидно-клеточной анемии позволило найти способ лечения данного заболевания.

Связь биофизики с другими науками:

1. Метод электронной микроскопии широко используется в гистологии, микробиологии, вирусологии.
2. Изучении кинетики биоэнергии – применяется в биохимии, физической и коллоидной химии.
3. Изменение транспорта веществ через мембрану - применяется в нормальной и патологическая физиология, фармакология.