

Учреждение образования  
«Гродненский государственный медицинский университет»

УТВЕРЖДАЮ



Ректор учреждения образования  
«Гродненский государственный  
медицинский университет»

*В.А.Снежицкий* В.А.Снежицкий  
иоля 2020 г.  
Регистрационный № УД - 225/уч.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-79 01 02 «Педиатрия»

2020 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы по учебной дисциплине «Биологическая химия» для учреждений высшего медицинского образования по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 20.08.2014 г., регистрационный номер ТД.Л–389/тип.; учебного плана учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» по специальности 1-79 01 02 «Педиатрия», утвержденного ректором 30.08.2017, регистрационный № 53

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

В.В. Лелевич, заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор;

Н.Э. Петушок, доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

И.О. Леднёва, доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент

#### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

И.Б. Заводник, профессор кафедры биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я.Купалы», доктор биологических наук;

В.В. Болтromeюк, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» (протокол № 15 от 17.06.2020);

Центральным научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» (протокол № 5 от 26.06.2020)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биологическая химия – наука, изучающая химические процессы, происходящие в живых системах на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях. Медицинская биохимия, которая изучает молекулярные основы процессов жизнедеятельности человека в норме и знакомит с возможными причинами и последствиями нарушений метаболических реакций, биохимическими методами диагностики болезней и контроля состояния здоровья человека, закладывает основы представлений о молекулярных подходах к предупреждению и лечению болезней.

Курс биологической химии традиционно включает изучение статической биохимии (химический состав организма и строение основных классов органических соединений, входящих в состав живых объектов), динамической биохимии (превращения основных химических компонентов тканей и принципы регуляции процессов жизнедеятельности) и функциональной биохимии (особенности метаболизма в отдельных органах и тканях и его взаимосвязь с функциональной активностью организма в целом).

### **Цель и задачи учебной дисциплины**

**Цель:** изучение молекулярных основ жизнедеятельности, путей метаболизма основных классов органических соединений и их регуляции для понимания молекулярных механизмов развития патологических процессов, а также изучение биохимических методов диагностики заболеваний.

### **Задачи:**

- сформировать знания об основных принципах молекулярной организации клетки, ткани, организма;
- изучить основные закономерности метаболических процессов, регуляции метаболизма и его взаимосвязь с функциональной активностью живой системы;
- обучить пониманию патогенетических механизмов развития патологических процессов, с учетом основных типов наследуемых дефектов метаболизма, и формирование умения использовать приобретенные знания при обучении на клинических кафедрах;
- овладеть знаниями о современных методах биохимических исследований и умениями использования их результатов для оценки состояния здоровья человека.

Преподавание и успешное изучение учебной дисциплины «Биологическая химия» осуществляется на базе приобретенных студентом знаний и умений по разделам следующих учебных дисциплин:

**Общая химия.** Элементы химической термодинамики и биоэнергетики. Буферные растворы. Химическая кинетика и катализ.

**Биоорганическая химия.** Строение, химические свойства и правила систематической номенклатуры основных классов органических веществ.

**Медицинская и биологическая физика.** Мембранные транспортные процессы. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии. Основы спектрального анализа.

**Медицинская биология и общая генетика.** Уровни организации живого. Организация информационной системы клетки. Особенности структурно-функциональной организации и экспрессии генетической информации у эукариот.

**Гистология, цитология, эмбриология.** Строение органелл, клеток, органов, тканей.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия», будут использованы при изучении ряда вопросов следующих учебных дисциплин:

**Нормальная физиология.** Электрические явления в возбудимых тканях. Мембранный потенциал и его происхождение. Общая характеристика синапсов. Медиаторы, их классификация и роль. Общая характеристика и классификация гормонов. Понятие о крови, ее свойствах и функциях. Понятие об обмене веществ в организме. Физиологические основы питания.

**Патологическая физиология.** Нарушения углеводного обмена. Сахарный диабет. Нарушения липидного обмена. Атеросклероз. Нарушения белкового и нуклеопротеидного обменов. Нарушения водно-электролитного обмена. Нарушения кислотно-основного состояния. Патофизиология эндокринной системы.

**Фармакология.** Биотрансформация. Зависимость действия лекарственных средств от физико-химических свойств.

Изучение учебной дисциплины «Биологическая химия» должно обеспечить формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

#### **Требования к академическим компетенциям**

Студент должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-6. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

#### **Требования к социально-личностным компетенциям**

Студент должен:

СЛК-1. Владеть способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-2. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК-3. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-4. Уметь работать в команде.

#### **Требования к профессиональным компетенциям**

Студент должен быть способен:

ПК-1. Работать с научной литературой и создавать личную научно-практическую информационную базу данных.

ПК-2. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-3. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их.

ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-5. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

**В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен**

**знать:**

– состав живого организма, строение и физико-химические свойства основных классов соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, а также механизм этих соединений и механизмы регуляции метаболизма;

– строение ферментов, механизмы реакций катализируемыми ферментами, на примере превращения белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов;

– молекулярные механизмы регуляции действия ферментов, иерархию регуляции, типы катализа, используемые в ферментативных реакциях;

– механизмы окислительного фосфорилирования, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения;

– синтез белка, последовательность и механизмы реакций, регуляцию и энергетическое обеспечение процесса; механизмы формирования пространственной структуры белка;

– о свободных радикалах и цепных реакциях окисления и их роли в биологических системах в норме и при развитии патологических процессов;

– биохимические основы здорового питания и влияние последствий недостаточного питания на состояние здоровья человека;

**уметь:**

– проводить простейшие химические исследования с анализом и оформлением результатов качественного анализа простых и сложных веществ;

– определять реакцию среды в растворах и биологических жидкостях;

– работать с аппаратурой, используемой в клиничко-биохимических лабораториях (автоматическая пипетка, термостат, фотоэлектрокалориметр, центрифуга);

**владеть:**

– знаниями базовых молекулярных процессов, обеспечивающих жизнедеятельность и функционирование организма человека;

– навыками биохимического исследования организма человека.

На изучение учебной дисциплины «Биологическая химия» для специальности 1-79 01 02 «Педиатрия» отведено 338 академических часов, из них 180 часов – аудиторных. Распределение аудиторного времени по видам занятий: лекций – 72 часа, лабораторных занятий – 108 часов.

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (3-й семестр) и экзамена (4-й семестр).

Форма получения образования – очная дневная.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1. Введение в биохимию. Структура и функции белков**

#### **1.1. Введение в биохимию**

Важнейшие этапы развития биохимии. Место биохимии в медицинском образовании. Основные разделы направления в биохимии. Объекты биохимических исследований. Медицинская биохимия. Роль биохимии в понимании механизмов развития врожденной патологии.

#### **1.2. Белки: состав и свойства**

История изучения белков. Аминокислоты, строение, представители, классификация.

Физико-химические свойства белков и белковых растворов. Молекулярная масса белков, методы определения. Цветные реакции на белки и аминокислоты, их практическое применение.

#### **1.3. Структура белковой молекулы**

Первичная структура, типы связей, свойства пептидной связи. Методы исследования первичной структуры. Зависимость биологических свойств и видовой специфичности от первичной структуры.

Вторичная структурная организация, типы вторичной структуры, роль водородных связей в ее стабилизации. Надвторичная структура и ее типы. Третичная структура. Зависимость биологической активности белков от конформационных изменений. Денатурация белков, обратимость денатурации. Использование денатурации в медицине.

Четвертичная структурная организация белков. Функциональные особенности белков с четвертичной структурой.

#### **1.4. Многообразие белков и их функции**

Простые белки, представители, характеристика, биологические функции. Сложные белки, представление о строении сложных белков, строение простетических групп, типы связей между апобелком и простетической группой.

Способность к специфическим взаимодействиям – основа биологических функций всех белков. Понятие комплементарность. Лиганды и функция белков.

Методы фракционирования и очистки белков: ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, электрофорез, хроматография. Способы получения белковых препаратов. Методы идентификации белков, Вестерн-блот.

Количественное определение суммарных и индивидуальных белков на основе их биологических свойств.

Содержание белков в тканях детского организма. Изменение белкового состава в онтогенезе и при заболеваниях.

### **2. Ферменты**

#### **2.1. Ферменты: свойства и механизм действия**

История открытия и изучения ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Свойства ферментов. Специфичность действия ферментов. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты, классификация. Коферментные функции водорастворимых витаминов.

Механизм действия ферментов.

Единицы измерения активности ферментов.

## **2.2. Кинетика ферментативных реакций**

Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентраций фермента и субстрата. Механизмы регуляции активности ферментов: конкурентное ингибирование, аллостерические ферменты, регуляция путем ковалентной модификации структуры. Роль кооперативных изменений конформации ферментов в механизмах катализа реакций. Естественные и искусственные ингибиторы активности. Использование в медицине.

## **2.3. Прикладные аспекты энзимологии**

Различия ферментативного состава клеток, органов и тканей. Органоспецифические ферменты. Изменений ферментного состава в онтогенезе. Определение активности ферментов в крови с диагностической целью; происхождение ферментов плазмы крови. Изоферменты. Первичные и вторичные энзимопатии. Ферменты как лекарственные препараты. Ферментотерапия наследственных болезней обмена веществ. Ферменты как аналитические реагенты в лабораторных исследованиях, иммобилизованные ферменты.

## **3. Обмен белков и аминокислот**

### **3.1. Общие пути обмена аминокислот**

Пищевые белки как источник аминокислот. Требования к белковому питанию детей. Переваривание белков. Эндо- и экзопептидазы желудочно-кишечного тракта. Всасывание аминокислот. Особенности переваривания и всасывания белков у детей. Наследственные нарушения транспорта аминокислот. Гниение белков в кишечнике. Общие представления об азотистом балансе организма человека: положительный, отрицательный азотистый баланс, азотистое равновесие.

Аминокислотный фонд клетки: источники и пути использования аминокислотного фонда. Трансаминирование, аминотрансферазы. Тканевая и внутриклеточная специфичность трансаминаз и ее значение. Прямое и не прямое дезаминирование аминокислот. Биологическая роль дезаминирования. Декарбоксилирование аминокислот. Биогенные амины, происхождение, функции. Окисление биогенных аминов.

### **10.2. Обезвреживание аммиака. Обмен отдельных аминокислот**

Основные источники аммиака в организме. Пути использования и обезвреживания аммиака: восстановительное аминирование, синтез амидов дикарбоновых кислот, образование карбамоилфосфата. Глутаминаза почек и печени. Образование и выведение солей аммония. Биосинтез мочевины, происхождение атомов азота мочевины. Нарушения синтеза и выведения мочевины. Азотсодержащие небелковые молекулы плазмы крови, значение определения содержания их в медицинской практике.

Роль отдельных аминокислот. Метионин и S-аденозилметионин, синтез креатина, адреналина, фосфатидов, метилирование ДНК. Липотропные факторы. Врожденные нарушения метаболизма серосодержащих аминокислот.

Обмен тирозина и фенилаланина, нарушения обмена этих аминокислот: фенилкетонурия, алкаптонурия, альбинизм. Синтез гормонов, производных тирозина.

#### **4. Обмен нуклеопротеинов. Основы молекулярной биологии**

##### **4.1. Структура нуклеотидов и нуклеиновых кислот**

Структура нуклеотидов. Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот. Связь между нуклеотидами. Вторичная структура нуклеиновых кислот: особенности вторичной структуры ДНК и РНК, типы связей, стабилизирующих вторичную структуру. Третичная структура, роль белков в организации пространственной структуры нуклеиновых кислот. Строение рибосом и хромосом. Особенности организации генома человека.

Денатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация ДНК-ДНК, ДНК-РНК. Методы исследования структуры нуклеиновых кислот.

##### **4.2. Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот**

Распад нуклеиновых кислот. Нуклеазы желудочно-кишечного тракта. Распад клеточных белков и нуклеиновых кислот. Ферменты, катализирующие процессы распада нуклеиновых кислот в клетках. Повторное использование нуклеозидов и азотистых оснований для синтеза нуклеотидов.

Синтез пуриновых нуклеотидов. Субстраты синтеза, ключевые ферменты и регуляция синтеза пуриновых нуклеотидов. Распад пуриновых нуклеотидов, образование мочевой кислоты.

Представление о синтезе пиримидиновых нуклеотидов: субстраты, ферменты синтеза, регуляция. Конечные продукты распада пиримидиновых нуклеотидов.

Нарушения обмена пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

##### **4.3. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков**

Синтез ДНК, субстраты, ферменты, регуляция синтеза. Репликация как способ передачи информации от матрицы к продукту реакции. Обратная транскрипция, биологическая роль.

Биосинтез РНК (транскрипция): субстраты, ферменты, условия транскрипции. Транскрипция как способ передачи информации от ДНК на РНК. Биосинтез рибосомных, транспортных и матричных РНК, процессинг. Механизмы регуляции транскрипции. Особенности синтеза нуклеиновых кислот в детском организме.

Биосинтез белков. Генетический код и его свойства. Адапторная роль транспортной РНК. Биосинтез аминоацил-тРНК: субстратная специфичность аминоацил-тРНК-синтетаз. Механизмы и этапы трансляции. Регуляция трансляции. Процессинг белков. Антибиотики и токсины – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков. Особенности синтеза нуклеиновых кислот и белков в детском организме.

##### **4.4. Основы молекулярной биологии**

Полимеразная цепная реакция, этапы и применение. Блот-анализ ДНК и РНК и белка. Геномная дактилоскопия.

Выяснение последовательности нуклеотидов ДНК методом Сэнджера.

Клонирование, генная инженерия.

## **5. Введение в метаболизм. Биологическое окисление**

### **5.1. Основы биоэнергетики**

Эндергонические и экзергонические реакции в живой клетке. Понятие макроэрг. Окисление как основной путь получения энергии в живой клетке. Механизмы окисления – перенос электронов, присоединение кислорода к субстрату, дегидрирование. Дегидрогеназы, строение и роль коферментов дегидрогеназ. Цепи окислительных реакций.

Строение митохондрий и структурная организация цепи переноса электронов и протонов. Полиферментные комплексы митохондрий и их строение.

Механизмы образования аденозинтрифосфата (АТФ) в клетке. Субстратное фосфорилирование, окислительное фосфорилирование. Механизм окислительного фосфорилирования. Ингибиторы тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования. Разобщение окислительного фосфорилирования и свойства разобщителей. Нарушения энергетического обмена, гипохромицистемия у детей.

### **5.2. Центральные пути метаболизма. Биохимия мембран**

Цикл лимонной кислоты: последовательность реакций и характеристика ферментов, энергетика. Связь с цепью переноса электронов. Механизмы регуляции. Биологическая роль цикла лимонной кислоты.

Мембраны – общие свойства, функции, химический состав. Особенности строения мембранных белков и липидов. Механизмы транспорта веществ через биологические мембраны. Методы получения мембран. Липосомы.

### **5.3. Введение в метаболизм. Роль кислорода в процессах окисления в клетке**

Понятие о метаболизме, метаболических путях. Формы метаболических путей. Методы исследования обмена веществ.

Схема катаболизма основных веществ – углеводов, жиров, белков. Понятие о специфических путях и центральных путях метаболизма. Понятие «метаболизм». Связь между анаболизмом и катаболизмом. Особенности обмена веществ в детском организме.

Роль кислорода в процессах окисления в клетке. Оксидазы и оксигеназы. Микросомальное окисление, схема, биороль. Активные формы кислорода и их роль в процессах окисления в клетке, повреждающее действие. Антиоксидантные системы клетки.

## **6. Обмен и функции углеводов**

### **6.1. Углеводы пищи и тканей**

Классификация углеводов. Основные углеводы животных и их биологическая роль. Углеводы пищи ребенка, особенности их переваривания и всасывания у детей. Потребность в углеводах, основные требования к углеводному составу продуктов питания. Общая схема путей метаболизма глюкозы в организме.

Обмен сахарозы, лактозы и мальтозы. Обмен фруктозы и галактозы. Наследственные нарушения обмена моносахаридов и дисахаридов: галактоземия, фруктозурия, врожденная непереносимость фруктозы,

непереносимость дисахаридов.

## **6.2. Пути метаболизма глюкозы**

Анаэробный распад глюкозы (анаэробная дихотомия, гликолиз). Гликолитическая оксидоредукция; пируват как акцептор водорода. Субстратное фосфорилирование. Другие акцепторы водорода в анаэробных условиях, спиртовое, молочнокислое брожение и их роль. Структурная организация процессов гликолиза в клетке, регуляция анаэробной дихотомии. Энергетический выход анаэробного окисления глюкозы.

Аэробный распад глюкозы: общие реакции с гликолизом. Механизмы регуляции. Окислительное декарбоксилирование пирувата (последовательность реакций и характеристика ферментов и коферментов), цикл трикарбоновых кислот как этапы аэробного распада глюкозы. Энергетический выход окисления глюкозы в аэробных условиях.

Пируват как центральный метаболит.

Глюконеогенез, основные субстраты для синтеза глюкозы в клетке. Ключевые ферменты глюконеогенеза. Регуляция глюконеогенеза.

Пентозофосфатный путь окисления глюкозы (аптомия). Ферменты окислительного этапа. Значение окислительного этапа аптомии. Недостаточность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Неокислительный этап пентозофосфатного пути, основные ферменты. Связь с гликолизом. Локализация в клетке и биологическая роль. Регуляция процесса.

Путь глюкуроновой кислоты. Основные реакции, биологическая роль. Связь с пентозофосфатным путем и гликолизом. Эссенциальная пентозурия.

## **6.3. Обмен гликогена. Регуляция углеводного обмена**

Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена. Роль гормонов в регуляции резервирования и мобилизации гликогена. Гликогенозы и агликогенозы.

Гормональная регуляция уровня глюкозы и крови. Особенности метаболизма углеводов в детском организме. Характеристика гликемии у детей.

Методы количественного определения глюкозы в крови.

## **7. Обмен и функции липидов**

### **7.1. Липиды пищи и тканей**

Понятие «липиды». Омыляемые и неомыляемые липиды. Структура и функции простых и сложных липидов. Липиды пищевых продуктов. Переваривание липидов. Особенности переваривания и всасывания.

Ресинтез липидов в клетках кишечника. Хиломикрон как транспортная форма экзогенных липидов.

### **7.2. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела**

Механизмы активирования жирных кислот. Транспорт жирных кислот в митохондрии. Роль карнитина в этом процессе.  $\beta$ -окисление жирных кислот – специфический путь катаболизма жирных кислот. Ферменты  $\beta$ -окисления. Окисление жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов. Связь  $\beta$ -окисления с ферментами тканевого дыхания, энергетический выход окисления жирных кислот.

Биосинтез жирных кислот. Особенности строения синтетазы жирных

кислот. Роль путей обмена глюкозы в синтезе жирных кислот. Высоконепредельные жирные кислоты - незаменимые факторы питания

Синтез гидроксиметилглутарил-КоА. Роль этого соединения. Механизмы синтеза кетоновых тел и их биологическая роль. Механизм избыточного накопления кетоновых тел при патологических состояниях у детей (голодание, сахарный диабет). Кетоацидоз.

### **7.3. Обмен холестерина, сложных липидов и липопротеинов**

Восстановление гидроксиметилглутарил-КоА в мевалоновую кислоту. Представление о синтезе холестерина. Регуляция синтеза холестерина. Транспорт холестерина в крови, роль ЛПОНП, липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) в механизмах транспорта холестерина в организме. Превращение холестерина в желчные кислоты. Выведение холестерина из организма. Количественное определение содержания холестерина и основных фракций липопротеинов в крови.

Ресинтез липидов в печени и образование липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП). Липопротеинлипаза и её роль в обмене липопротеинов крови.

Фосфолипиды и гликолипиды. Общие представления о механизмах их синтеза и распада. Фосфолипазы. Функции фосфолипидов и гликолипидов, врожденные нарушения обмена этих соединений.

### **7.4. Регуляция обмена липидов. Нарушения липидного обмена**

Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани; гормональная регуляция этих процессов. Транспорт жирных кислот по крови. Роль резервирования и мобилизации жиров, нарушение этих процессов при ожирении.

Гиперхолестеролемиа и ее причины, врожденные дислипидопроteinемии. Первичные и вторичные гиперлипидопроteinемии. Их причины. Желчнокаменная болезнь. Биохимия атеросклероза, факторы риска. Биохимические основы лечения и профилактики гиперхолестеролемии и атеросклероза.

Особенности липидного обмена в детском возрасте. Содержание липидов в крови у детей.

## **8. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов**

### **8.1. Механизм действия гормонов**

Регуляция обменных процессов путем изменения активности ферментов (активирование и ингибирование), изменения количества ферментов и клетке (индукция и репрессия синтеза, изменение скорости разрушения ферментов), изменения проницаемости клеточных мембран. Гормональная регуляция как средство межклеточной и межорганной координации обмена веществ.

Классификация гормонов по химической структуре, по месту образования, по механизму действия. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов.

Особенности действия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами. Посредники в действии гормона на клетку: циклические пуриновые нуклеотиды, ионы кальция, продукты гидролиза

фосфатидилинозитолов. Протеинкиназы, роль протеинкиназ в механизмах изменения активности ферментов.

Механизм действия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами. Влияние на синтез белков.

## **8.2. Влияние гормонов на метаболизм**

Строение, механизм действия и влияние на обмен веществ гормонов гипоталамуса, гипофиза, тиреоидных гормонов, гормонов поджелудочной железы, половых желез и надпочечников. Гормональная регуляция обмена кальция и фосфора.

Нарушения функции эндокринных желез: гипер- и гипопродукция гормонов. Общие принципы лечения таких состояний.

Эйкозаноиды (простагландины, тромбоксаны, лейкотриены) их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций.

Особенности развития эндокринной системы у детей. Возрастное становление гормональной регуляции.

## **9. Биохимия питания. Витамины**

Витамины, история открытия и изучения. Классификация витаминов. Причины недостаточности витаминов: экзогенные и эндогенные гипо- и авитаминозы. Особенности витаминной недостаточности у детей. Гипервитаминозы и их причины.

Водорастворимые витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, биотин, пантотеновая кислота, С, рутин). Химическое строение, активные формы, роль водорастворимых витаминов в обмене веществ, механизмы всасывания и выделения из организма.

Жирорастворимые витамины. Особенности строения и механизмы действия витаминов А, Е, К, D. Влияние на метаболизм и развитие организма. Антиоксидантная роль жирорастворимых витаминов. Применение в качестве лекарственных препаратов.

Суточная потребность в витаминах. Содержание витаминов в пищевых источниках. Микрофлора кишечника – важный источник витаминов у человека. Антивитамины. Методы оценки насыщенности организма витаминами.

Другие незаменимые факторы питания и их роль (полиненасыщенные жирные кислоты, аминокислоты).

Потребность в пищевых веществах в процессе роста ребенка. Нарушения питания. Клинические формы синдрома недостаточного питания – квашиоркор и маразм. Причины развития, основные биохимические нарушения.

## **10. Биохимия органов и тканей**

### **10.1. Биохимия крови**

Форменные элементы крови. Особенности химического состава и метаболизма эритроцитов. Эритроцитарные энзимопатии. Строение гемоглобина. Разновидности и производные гемоглобина. Возрастные особенности гемоглобина человека. Транспорт кислорода и двуокиси углерода крови. Особенности насыщения гемоглобина кислородом и угарным газом. Гемоглобинопатии. Гипоксии. Лейкоциты, особенности строения и химического состава. Роль лейкоцитов.

Плазма крови и сыворотка. Белки плазмы крови. Классификация по функциям белков крови: транспортные белки, белки системы комплемента, кининовой системы, свертывания, фибринолиза, иммуноглобулины, белки-ингибиторы протеолиза. Белки плазмы – источник аминокислот при голодании. Методы фракционирования белков плазмы крови.

Значение биохимического анализа крови в характеристике состояния здоровья детей. Методы исследования кислотно-основного состояния.

Свертывание крови. Сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный гемостаз. Роль тромбоцитов в процессах гемостаза. Внутренняя и внешняя системы коагуляционного гемостаза. Фазы. Каскадный механизм активирования ферментов, участвующих в свертывании крови. Роль витамина К в свертывании крови. Противосвертывающие системы – антикоагуляционная и фибринолитическая. Представление о гемофилиях и тромбозах, ДВС-синдроме. Геморрагическая болезнь новорожденных.

### **10.2. Биохимия печени**

Роль печени в обмене углеводов, липидов, аминокислот. Синтез белков плазмы в печени.

Реакции обезвреживания веществ в печени. Роль микросомального окисления в процессах обезвреживания. Активная глюкуроновая и серная кислоты в реакциях обезвреживания. Реакции обезвреживания продуктов гниения, поступающих из кишечника.

Роль печени в пигментном обмене. Реакции синтеза гема, субстраты, ферменты. Реакции распада гема, «прямой» и «непрямой» билирубин. Нарушения обмена билирубина. Желтухи: гемолитическая, обтурационная, паренхиматозная. Желтуха новорожденных. Желчные пигменты крови, кишечника, мочи.

Биохимические механизмы развития печеночно-клеточной недостаточности и печеночной комы. Биохимические методы диагностики нарушений функции печени.

### **10.3. Обмен воды и минеральных компонентов**

Биологические функции воды в организме. Водный баланс. Изменение содержания воды в тканях у детей.

Электролитный состав биологических жидкостей. Механизмы регуляции объема, электролитного состава и рН жидкостей организма. Роль почек, желудочно-кишечного тракта, кожи, легких в регуляции водно-солевого обмена. Особенности водно-солевого обмена и обмена электролитов в детском возрасте. Условия и механизмы возникновения ацидоза, алкалоза, обезвоживания и отеков.

Минеральные вещества как незаменимые факторы питания. Классификация. Пути поступления минеральных веществ в организм, механизмы всасывания. Функции минеральных веществ. Обмен натрия и калия. Особенности распределения в организме. Регуляция обмена.

Потребность в кальции и фосфоре. Механизмы всасывания. Распределение в организме. Регуляция обмена.

Микроэлементы. Биологическая роль железа, меди, кобальта, йода,

магния, цинка, марганца, фтора, селена. Обмен микроэлементов в организме. Обмен железа. Трансферрин и ферритин. Железодефицитные анемии, их диагностика.

#### **10.4. Биохимия почек и мочи**

Почки, биохимические функции, особенности метаболизма в почечной ткани. Роль почек в поддержании кислотно-основного равновесия. Образование биологически активных веществ в почках.

Основные показатели анализа мочи в норме – объем, плотность, цвет, прозрачность рН, неорганические и органические составные части мочи (мочевина, мочевая кислота, креатинин, аминокислоты, безазотистые органические компоненты мочи, гормоны и их метаболиты).

Диагностическое значение определения патологических компонентов мочи: протеинурия, глюкозурия, гематурия, кетонурия, желчные пигменты, ферменты, определяемые в моче с диагностической целью.

#### **10.5. Биохимия мышц**

Особенности строения и состава мышечной ткани. Молекулярная структура миофибрилл. Миофибрилярные белки мышц, характеристика, функции. Белки саркоплазмы, отдельные представители, их строение и функции. Экстрактивные вещества мышц.

Биохимические механизмы мышечного сокращения и расслабления. Роль ионов в регуляции мышечного сокращения. Особенности энергетического обмена в мышцах. Креатинфосфокиназа и ее изоферменты.

#### **10.6. Биохимия соединительной ткани**

Клетки соединительной ткани, особенности метаболизма. Химический состав межклеточного вещества. Коллаген, особенности синтеза и распада. Эластин, особенности обмена.

Белково-углеводные комплексы. Классификация. Протеогликаны, гликозаминогликаны, гликопротеины. Особенности синтеза и распада. Роль в организме. Особенности химического состава и метаболизма соединительной ткани у детей.

#### **10.7. Биохимия нервной системы**

Морфохимический состав нервной ткани. Метаболизм углеводов, липидов и аминокислот в нервной ткани. Особенности энергетического обмена в головном мозге, роль аэробного распада глюкозы. Особенности метаболизма ткани мозга в детском возрасте.

Молекулярные механизмы синаптической передачи. Медиаторы, механизмы синтеза и распада медиаторов. Роль биогенных аминов. Спинномозговая жидкость, химический состав. Диагностическое значение биохимического анализа спинномозговой жидкости.

### **11. Интеграция метаболизма. Биохимические особенности детского организма**

Внутриклеточная локализация основных метаболических путей. Основные механизмы регуляции метаболизма. Регуляция обменных процессов путем изменения активности ферментов, изменения количества ферментов в клетке (индукция и репрессия синтеза), изменения проницаемости мембран.

Гормональная регуляция как средство межклеточной и межорганной координации обмена веществ.

Примеры метаболических нарушений. Сахарный диабет: причины, основные метаболические нарушения при сахарном диабете. Диабетическая и гипогликемическая кома.

Биохимические особенности детского организма.

## **12. Основы клинической биохимии**

Основные биохимические показатели, характеризующие состояние организма и его систем. Биохимические основы развития заболеваний. Подходы к лабораторной диагностике и лечению патологии метаболизма.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Литература

#### Основная:

1. Биологическая химия : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по медицинским специальностям / В. В. Лелевич [и др.]; под ред. В.В.Лелевича. – Гродно: ГрГМУ, 2015. – 379 с.

2. Лелевич, В. В. Обмен веществ в детском организме : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-79 01 02 "Педиатрия" / В. В. Лелевич, В. М. Шейбак, А. А. Масловская. – Гродно :ГрГМУ, 2019. – 211 с.

#### Дополнительная:

3. Биологическая химия: учебник / А.Д. Таганович [и др.]; под общ.ред. А.Д. Тагановича. – Минск: Выш. шк., 2013. – 270 с.

4. Биологическая химия: учебник для студ. мед.вузов / В. К. Кухта [и др.] ; под ред. А. Д. Тагановича. - М.: Бином-Асар, 2008. – 687 с.

5. Маглыш, С. С. Биологическая химия: сборник задач и заданий : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по медицинским специальностям : допущено Министерством образования Республики Беларусь / С. С. Маглыш, В. В. Лелевич, 2019. - 200 с.

#### Перечень наглядных и других пособий, технических средств обучения

1. Мультимедийное оборудование
2. Методические рекомендации по биологической химии для студентов педиатрического факультета
3. Практикум “Биологическая химия” для студентов лечебного, педиатрического, медико-диагностического факультетов и факультета иностранных учащихся
4. Набор таблиц, рисунков, схем
5. Набор инструментов, реактивов и приборов для проведения лабораторных работ
6. Набор ситуационных задач, контрольных вопросов

#### Методы обучения

Основными методами обучения, отвечающими целям обучения данной учебной дисциплины, являются:

- лекции;
- объяснение и консультация;
- лабораторные занятия;
- элементы проблемного обучения (учебно-исследовательская работа студентов);
- научно-исследовательская работа студентов (работа в студенческом научном обществе при кафедре).

## **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине**

Время, отведенное на самостоятельную работу студентов по учебной дисциплине «Биологическая химия», может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям и лабораторным занятиям;
- подготовку к контрольным занятиям и экзамену по учебной дисциплине;
- проработку вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- конспектирование учебной литературы;
- составление обзора научной литературы по заданной теме;

### **Основные методы организации управляемой самостоятельной работы:**

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом.

**Контроль управляемой самостоятельной работы** может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- контрольного занятия в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
- обсуждения рефератов;
- защиты учебных заданий;
- защиты протокола лабораторного занятия;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи на лабораторных занятиях;
- проверки рефератов, письменных докладов.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

1. Устная форма.
2. Письменная форма.
3. Устно-письменная форма.
4. Техническая форма.

К устной форме диагностики компетенций относятся:

1. Контрольные опросы.
2. Доклады на конференциях.
3. Устные экзамены.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Тесты.
2. Контрольные работы.

3. Письменные отчеты по аудиторным практическим упражнениям.
4. Письменные отчеты по лабораторным работам.
5. Рефераты.
6. Стандартизированные тесты.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой.
2. Зачеты.
3. Экзамены.
4. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

К технической форме диагностики компетенций относятся электронные тесты.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Формы контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студента	
	<b>БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>	<b>46,8</b>	<b>108</b>	<b>25,2</b>	
<b>1.</b>	<b>Введение в биохимию. Структура и функции белков</b>	<b>3,9</b>	<b>12</b>	<b>2,1</b>	
1.1.	Введение в биохимию		3		Устный опрос
1.2.	Белки: состав и свойства	1,3	3		Письменный опрос
	История изучения белков. Аминокислоты, строение, представители, классификация			0,7	
1.3.	Структура белковой молекулы	1,3	3		Устный опрос
	Зависимость биологической активности белков от конформационных изменений. Денатурация белков			0,7	
1.4.	Многообразие белков и их функций	1,3	3		Письменный опрос
	Содержание белков в тканях детского организма. Иммуноглобулины у детей			0,7	
<b>2.</b>	<b>Ферменты</b>	<b>3,9</b>	<b>12</b>	<b>2,1</b>	
2.1.	Ферменты: свойства и механизм действия	1,3	3		Устный опрос
	История открытия и изучения ферментов. Коферментные функции витаминов			0,7	
2.2.	Кинетика ферментативных реакций	1,3	3		Письменный опрос
	Специфичность действия ферментов. Лекарственные препараты – ингибиторы ферментов			0,7	

2.3.	Прикладные аспекты энзимологии	1,3	3		Устный опрос, решение ситуацион- ных задач, компьютерное тестирование
	Ферменты как аналитические реагенты в лабораторных исследованиях, иммобилизованные ферменты			0,7	
2.4.	«Белки, ферменты». Контрольное занятие		3		Письменный и устный опрос
<b>3.</b>	<b>Обмен белков и аминокислот</b>	<b>3,9</b>	<b>6</b>	<b>2,1</b>	
3.1.	Общие пути обмена аминокислот	1,3	3		Устный опрос
	Белки в питании детей. Особенности переваривания и всасывания белков у детей			0,7	
3.2.	Обезвреживание аммиака. Обмен отдельных аминокислот	2,6	3		Письменный опрос
	Реакции синтеза креатина. Реакции образования биогенных аминов и биосинтеза мочевины			1,4	
<b>4.</b>	<b>Обмен нуклеопротеинов. Основы молекулярной биологии</b>	<b>5,2</b>	<b>15</b>	<b>2,8</b>	
4.1.	Структура нуклеотидов и нуклеиновых кислот	1,3	3		Письменный опрос
	История открытия нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот			0,7	
4.2.	Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот	1,3	3		Устный опрос
	Теория оперона			0,7	
4.3.	Биосинтез нуклеиновых кислот и белков	1,3	3		Письменный опрос
	Особенности синтеза нуклеиновых кислот и белков в детском организме. Антибиотики и токсины – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков			0,7	
4.4.	Основы молекулярной биологии	1,3	3		Устный опрос, решение ситуацион- ных задач, компьютерное тестирование
	Секвенирование ДНК методом Сэнджера			0,7	

4.5.	Контрольное занятие «Обмен нуклеиновых кислот и нуклеотидов. Основы молекулярной биологии».		3		Письменный и устный опрос
<b>5.</b>	<b>Введение в метаболизм. Биологическое окисление</b>	<b>5,2</b>	<b>9</b>	<b>2,8</b>	
5.1.	Основы биоэнергетики	1,3	3		Устный опрос
	Нарушения энергетического обмена, гипознергетические состояния у детей			0,7	
5.2.	Центральные пути метаболизма. Биохимия мембран	1,3	3		Письменный опрос
	Реакции цикла лимонной кислоты			0,7	
5.3.	Введение в метаболизм. Роль кислорода в процессах окисления в клетке.	2,6	3		Устный опрос
	Схема микросомального окисления. Методы исследования обмена веществ			1,4	
<b>6.</b>	<b>Обмен и функции углеводов</b>	<b>3,9</b>	<b>15</b>	<b>2,1</b>	
6.1	Углеводы пищи и тканей	1,3	3		Устный опрос
	Углеводы пищи ребенка, особенности их переваривания и всасывания у детей			0,7	
6.2.	Пути метаболизма глюкозы	1,3	6		Письменный опрос
	Механизм окислительного декарбоксилирования пирувата. Эссенциальная пентозурия			0,7	
6.3.	Обмен гликогена. Регуляция углеводного обмена	1,3	3		Устный опрос, решение ситуационных задач, компьютерное тестирование
	Реакции синтеза и распада гликогена. Характеристика гликемии у детей			0,7	
6.4.	Контрольное занятие «Обмен и функции углеводов»		3		Письменный и устный опрос
<b>7.</b>	<b>Обмен и функции липидов</b>	<b>5,2</b>	<b>15</b>	<b>2,1</b>	
7.1.	Липиды пищи и тканей, их биороль.	1,3	3		Устный опрос

	Роль липидов в питании детей. Особенности переваривания и всасывания.			0,7	
7.2.	Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела	1,3	3		Письменный опрос
	Последовательность реакций $\beta$ -окисления и синтеза кетоновых тел			0,7	
7.3.	Обмен холестерина, сложных липидов и липопротеинов	1,3	3		Устный опрос
	Схема синтеза холестерина			0,7	
7.4.	Регуляция обмена липидов. Нарушения липидного обмена	1,3	3		Устный опрос, решение ситуационных задач, компьютерное тестирование
	Классификация гиперлипидемий. Особенности липидного обмена в детском возрасте			0,7	
7.5.	Контрольное занятие «Обмен и функции липидов»		3		Письменный и устный опрос
<b>8.</b>	<b>Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов</b>	<b>2,6</b>	<b>6</b>	<b>1,4</b>	
8.1.	Механизм действия гормонов	1,3	3		Устный опрос
	Особенности развития эндокринной системы у детей. Возрастное становление гормональной регуляции			0,7	
8.2.	Влияние гормонов на метаболизм	1,3	3		Письменный опрос, защита рефератов
	Эйкозаноиды и их роль в регуляции метаболизма			0,7	
<b>9.</b>	<b>Биохимия питания. Витамины</b>	<b>1,3</b>	<b>3</b>	<b>0,7</b>	Устный опрос
	История открытия и изучения витаминов. Особенности витаминной недостаточности у детей			0,7	
<b>10.</b>	<b>Биохимия органов и тканей</b>	<b>9,1</b>	<b>12</b>	<b>4,9</b>	
10.1.	Биохимия крови	1,3	3		Письменный опрос
	Противосвертывающие и фибринолитическая системы. Геморрагическая болезнь новорожденных			0,7	
10.2.	Биохимия печени	1,3	3		Устный опрос
	Реакции синтеза гема, субстраты, ферменты. Распад гема			0,7	

10.3.	Обмен воды и минеральных компонентов	1,3			Письменный опрос
	Особенности водно-солевого обмена и обмена электролитов в детском возрасте			0,7	
10.4.	Биохимия почек и мочи	1,3	3		Устный опрос
	Диагностическое значение определения патологических компонентов мочи.			0,7	
10.5.	Биохимия мышц	1,3			Письменный опрос
	Особенности энергетического обмена в мышцах. Креатинфосфокиназа и ее изоферменты			0,7	
10.6.	Биохимия соединительной ткани	1,3			Устный опрос
	Особенности химического состава и метаболизма соединительной ткани у детей			0,7	
10.7.	Биохимия нервной системы	1,3	3		Письменный опрос
	Спинномозговая жидкость, химический состав. Диагностическое значение биохимического анализа спинномозговой жидкости.			0,7	
<b>11.</b>	<b>Интеграция метаболизма. Биохимические особенности детского организма</b>	<b>1,3</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	
	Примеры метаболических нарушений.			0,7	Вопрос вынесен на экзамен
<b>12.</b>	<b>Основы клинической биохимии</b>	<b>1,3</b>	<b>3</b>	<b>0,7</b>	Устный опрос, компьютерное тестирование
	Основные биохимические показатели, характеризующие состояние организма и его систем.			0,7	
	<b>Всего часов</b>	<b>46,8</b>	<b>108</b>	<b>25,2</b>	

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая химия. Биоорганическая химия	Кафедра общей и биоорганической химии	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Медицинская и биологическая физика	Кафедра медицинской и биологической физики	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Медицинская биология и общая генетика	Кафедра медицинской биологии и генетики	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Гистология, цитология, эмбриология	Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Нормальная физиология	Кафедра нормальной физиологии	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Патологическая физиология	Кафедра патологической физиологии имени Д.А.Маслакова	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)
Фармакология	Кафедра фармакологии имени М.В.Кораблева	Кафедра согласна с содержанием учебной программы	Утвердить учебную программу (протокол № 15 от 17.06.2020)