

Минобрнауки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Е.С. Барышева, О.В. Баранова, Т.В. Гамбург

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОХИМИИ

Рекомендовано Ученым советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальностям 020208 «Биохимия», для направления подготовки бакалавров 020200 «Биология» профиль «Биохимия»

Оренбург

2011

УДК 577.1(075)

ББК 28.072 я 7

Б26

Рецензент – к.х.н., доцент Сальникова Е.В., заведующий кафедрой химии Оренбургского государственного университета

Барышева, Е.С.

Б26 Практические основы биохимии: учебное пособие / Е.С. Барышева, О.В. Баранова, Т.В. Гамбург. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 217 с.

Учебное пособие является руководством по проведению практических занятий по биохимии в вузах. Содержит методики выполнения практических работ, тестовые задания для текущего контроля, вопросы для самостоятельной подготовки студентов, варианты письменных работ.

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей 020208 «Биохимия», для направления подготовки бакалавров 020200 «Биология» профиль «Биохимия».

УДК 577.1(075)

ББК 28.072 я 7

© Барышева Е.С.,
Баранова О.В.,
Гамбург Т.В., 2011
© ОГУ, 2011

Содержание

1 Введение в специальность биохимию.....	7
1.1 Практическое занятие № 1. Химический состав организма. Биохимическая характеристика субклеточных компонентов. Уровни организации клетки.....	7
1.2 Практическое занятие № 2. Белки и аминокислоты: строение, свойства, классификация. Биологические функции белка.....	14
1.3 Практическое занятие № 3. Нуклеиновые кислоты. Общая характеристика, химический состав, структура ДНК и РНК.....	19
1.4 Практическое занятие № 4. Углеводы. Строение и функции моно-, олиго-, полисахаридов	26
1.5 Практическое занятие № 5. Липиды. Строение и функции, классификация липидов. Биологические мембраны.....	33
1.6 Практическое занятие № 6. Витамины. Классификация, общая характеристика, биохимические функции водо- и жирорастворимых витаминов .	39
1.7 Практическое занятие № 7. Ферменты. Свойства, строение, классификация. Применение ферментов	48
1.8 Практическое занятие № 8. Биологическое окисление. Основы биоэнергетики. Компоненты дыхательной цепи. Механизмы окислительного фосфорилирования. Структура и механизм синтеза АТФ.....	53
1.9 Практическое занятие № 9. Анаболизм, катаболизм углеводов. Аэробное окисление углеводов. Цикл трикарбоновых кислот.....	60
1.10 Практическое занятие № 10. Обмен липидов. Переваривание и всасывание липидов пищи. Транспорт липидов. Внутриклеточный обмен липидов. Кетоновые тела. Регуляция липидного обмена.....	66

1.11 Практическое занятие № 11. Обмен белков и аминокислот. Переваривание белков. Внутриклеточный обмен. Катаболизм и биосинтез аминокислот.....	73
1.12 Практическое занятие № 12. Гормоны. Общая характеристика. Классификация и механизм действия центральных и периферических эндокринных желез.....	83
1.13 Практическое занятие № 13. Регуляция обмена воды и минеральных веществ.....	90
1.14 Практическое занятие № 14. Биохимия крови. Биохимические особенности метаболизма эритроцитов. Синтез гемоглобина. Роль печени в обмене веществ. Основные биохимические лабораторные показатели крови...	96
1.15 Практическое занятие № 15. Биохимия мышечной ткани. Характеристика мышечных белков. Биохимические механизмы мышечного сокращения и расслабления. Энергетика мышц.....	106
1.16 Практическое занятие № 16. Биохимия костной и хрящевой ткани. Единица костной структуры. Регуляция метаболизма костной ткани. Биохимия зубов и кариеса.....	112
1.17 Практическое занятие № 17. Взаимосвязи в обмене веществ. Взаимосвязи обмена белков, жиров и углеводов. Взаимосвязи тканей и органов. Роль нервной и эндокринной системы в регуляции обмена веществ.....	118
Контрольные вопросы к 1 разделу.....	126
2 Биохимия мышечных сокращений.....	131
2.1 Лабораторная работа № 1. Биохимия мышц и мышечных сокращений.....	131
2.2 Лабораторная работа № 2. Мышцы человеческого тела.....	134

2.3 Лабораторная работа № 3. Биохимические процессы в сердечной мышечной ткани и их регулирование. Кардиограмма.....	139
2.4 Лабораторная работа №4. Цветные реакции на белки мышечной ткани.....	154
2.5 Лабораторная работа №5. Выделение белков мышечной ткани альбуминовой фракции.....	161
2.6 Лабораторная работа №6. Выделение белков мышечной ткани глобулиновой фракции.....	162
2.7 Лабораторная работа № 7. Выделение склеропротеинов из мышечной ткани.....	163
2.8 Лабораторная работа №8. Выделение сократительных и регуляторных белков из миофибрилл мышечной клетки.....	164
2.9 Лабораторная работа №9. Определение гликогена, глюкозы и молочной кислоты в мышечной ткани.....	165
Контрольные вопросы ко 2 разделу.....	185
3 Молекулярные механизмы гормональной регуляции.....	188
3.1 Лабораторная работа №1. Гормоны поджелудочной железы. Инсулин. Биуретовая реакция, реакция на серосодержащие аминокислоты.....	188
3.2 Лабораторная работа №2. Гормоны мозгового слоя надпочечников. Адреналин. Определение пирокатехина в молекуле адреналина.....	190
3.3 Лабораторная работа № 3. Гормоны мозгового слоя надпочечников. Адреналин. Качественная реакция на адреналин с хлорным железом ...	192
3.4 Лабораторная работа № 4. Гормоны коркового слоя надпочечников. Кортикостероиды. Определение 17-кетостероидов в моче.....	194
3.5 Лабораторная работа № 5. Гормоны щитовидной железы. Определение йода в тиреоидине.....	198

3.6 Лабораторная работа №6. Гормоны щитовидной железы. Качественная реакция на йодсодержащие гормоны щитовидной железы.....	200
3.7 Лабораторная работа № 7. Половые гормоны. Определение фенольной группировки в молекуле фолликулина с помощью реактива Фолина.....	203
3.8 Лабораторная работа № 8. Половые гормоны. Диазореакция на эстрон.....	205
Контрольные вопросы к 3 разделу.....	207
Список использованных источников.....	215

1 Введение в специальность биохимию

1.1 Практическое занятие № 1. Химический состав организма. Биохимическая характеристика субклеточных компонентов. Уровни организации клетки

Цель занятия: изучить химический состав организмов. Дать характеристику основным субклеточным компонентам. Рассмотреть уровни организации клетки.

Вопросы к занятию

1. Охарактеризуйте химический состав организма. Какие элементы относятся к микроэлементам, какие функции они выполняют? Какие элементы относятся к макроэлементам, какие функции они выполняют? Какие примесные элементы вам известны?

2. Перечислите молекулярные уровни организации живой клетки. Приведите конкретные примеры соединений, относящихся к каждой из указанных уровней.

3. Перечислите органоиды клетки, какие функции они выполняют?

4. Почему вода играет исключительно важную роль в жизнедеятельности организма? Что называется водородной связью?

5. Соединения называются амфифильными? Приведите конкретные примеры.

6. Какие неорганические ионы вам известны, перечислите их свойства и биологические функции.

7. Какие функциональные группы определяют химические свойства промежуточных органических соединений?

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Сколько химических элементов можно обнаружить в клетке?

- а) 24; б) 70; в) 150.

2. Какие химические элементы, содержащиеся в клетке, относят к макроэлементам?

- а) S, Na, Ca, K; б) O, H, C, N; в) Ni, Cu, I, Br.

3. В каких клетках человека больше всего воды?

- а) жировых; б) костных; в) нервных.

4. Каковы функции воды в клетке?

- а) передача наследственной информации;
б) среда для химических реакций;
в) источник энергии.

5. К гидрофобным веществам относят:

- а) соли; б) сахар; в) жиры.

6. Какие ионы входят в состав гемоглобина?

- а) Mg^{2+} ; б) Fe^{2+} ; в) Zn^{2+} .

7. На каком уровне организации наблюдаются различия между органическим и неорганическим миром?

- а) атомарный; б) молекулярный; в) клеточный.

8. Больше всего воды содержится в клетках:

- а) эмбриона; б) молодого человека; в) старика.

9. Вода – основа жизни, т.к. она:

- а) может находиться в трех состояниях (жидком, твердом и газообразном);
б) является растворителем, обеспечивающим как приток веществ в клетку, так и удаление из нее продуктов обмена;
в) охлаждает поверхность при испарении.

10. Вещества, хорошо растворимые в воде, называются:

а) гидрофильными; б) гидрофобными; в) амфифильными.

11. Угол между валентными связями $H-O-H$ в молекуле воды составляет:

а) 90° ; б) $104,5^\circ$; в) 120° .

12. Чем объясняется относительное постоянство реакции среды содержимого клетки?

а) тургором; в) осмосом; в) буферностью.

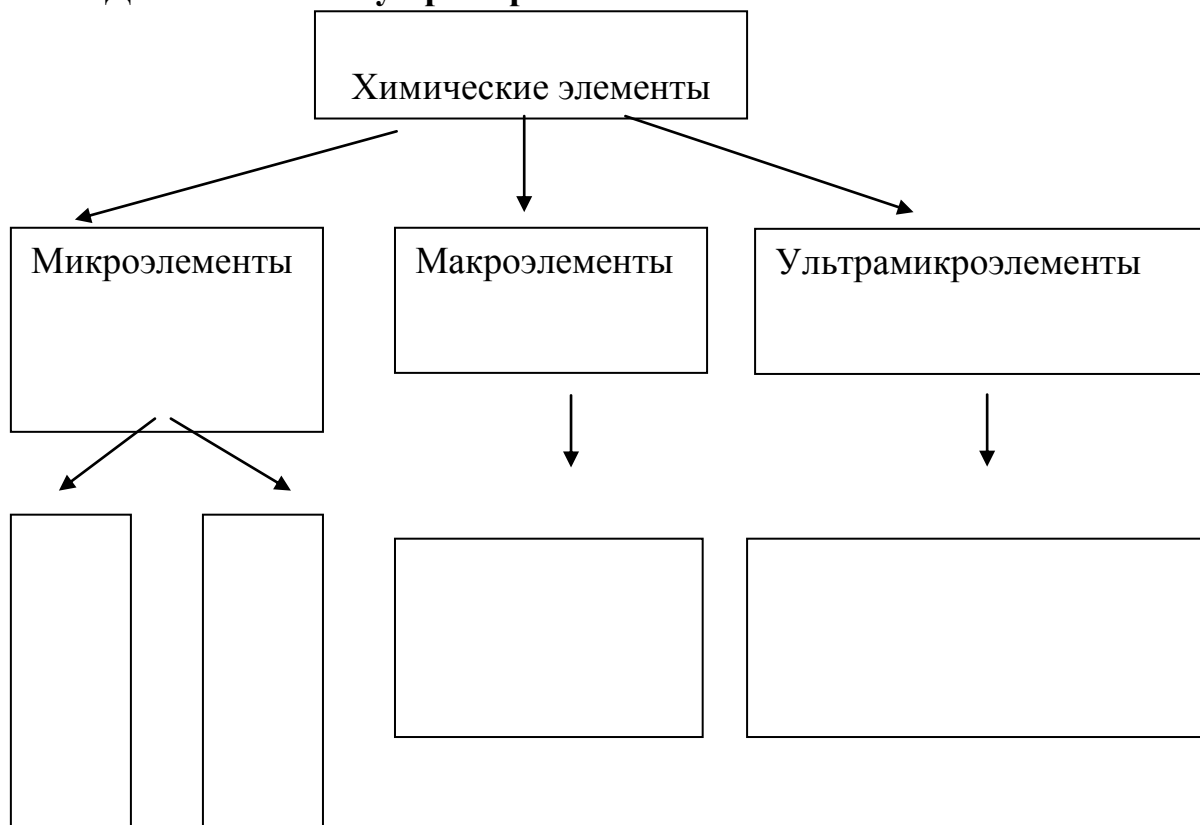
Задание 2

Таблица 1 - Элементный состав клетки

Элемент	Количество, %	Элемент	Количество, %
Кислород	65-75	Кальций	0,04-2,00
Углерод	15-18	Магний	0,02-0,03
Водород	8-10	Натрий	0,02-0,03
Азот	1,5-3,0	Железо	0,01-0,015
Фосфор	0,2-1,0	Цинк	0,0003
Калий	0,15-0,2	Медь	0,0002
Сера	0,15-0,2	Йод	0,0001
Хлор	0,05-0,10	Фтор	0,000

Какие элементы относятся к микроэлементам, какие функции они выполняют?

Дополните схему примерами:



Задание 3

Известно, что массовая доля железа в организме составляет 0,056 %. Рассчитайте массу железа в вашем организме. Для расчета воспользуйтесь

формулой: $\omega(Fe) = \frac{m(Fe)}{m(\text{тела})} \cdot 100 \%$

Рассчитайте массовую долю фосфора в своем организме, если известно, что в теле человека массой 70 кг содержится около 780 г фосфора.

Задание 4. Подпишите органеллы клетки, кратко опишите их функции в клетке (рисунок 1)

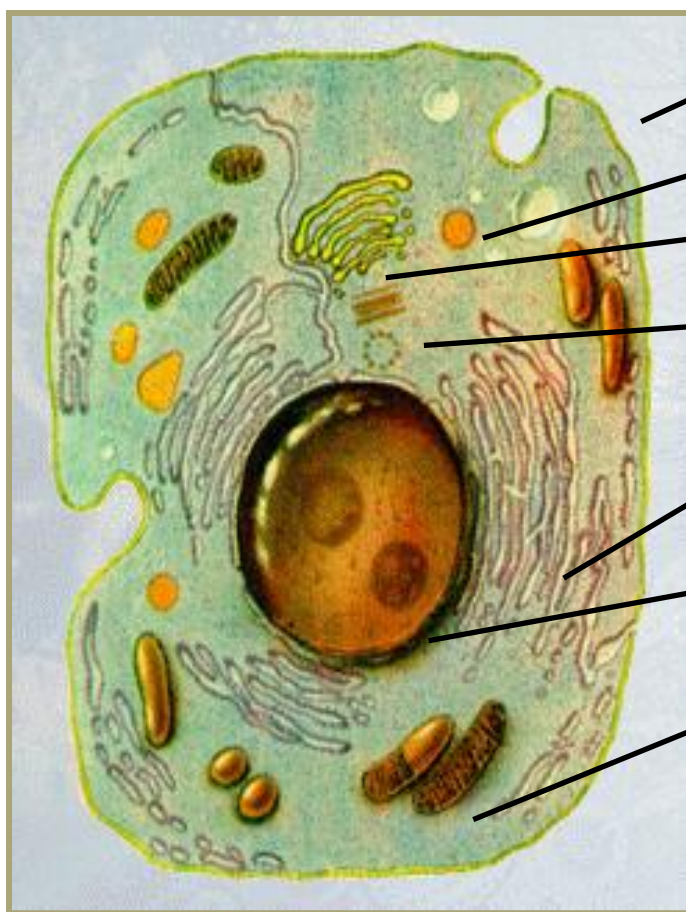


Рисунок 1 Строение клетки

Задание 5. Расшифруйте названия органоидов клетки:

Родя, лапацтоизм, хромоасм, выкуало, олокачоб, плитадыс.

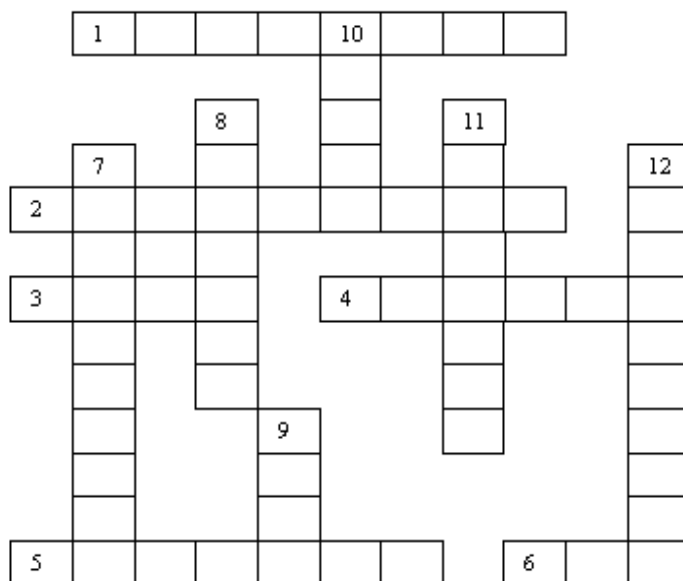
Каких из названных органоидов в клетке нет?

Рыюп, аколочбо, жлекметкини, ярод, рядшыко.

Вставьте пропущенные буквы:

Ц-топлазма, в-куоль, м-тохондрия, лиз-сома, ф-гоцитоз, энд-
плазматическая с-ть, р-бос-ма, -дро.

Кроссворд «Клетка»



7. Составная часть клетки
8. Часть микроскопа, улавливающая свет
9. Часть клетки, в которой находятся хромосомы
10. Часть микроскопа, с помощью которой регулируют расстояние до препарата
11. Наружная часть клетки
12. Полость между клетками

1. Бесцветные тельца клетки
2. Увеличительный прибор
3. Углубление в оболочке клетки
4. Часть микроскопа, куда помещают препарат
5. Полость в клетке, заполненная клеточным соком
6. Фамилия ученого, впервые обнаружившего клетки

Задание 7

Что называется водородной связью? Опишите схему образования водородной связи, исходя из рисунка 2.

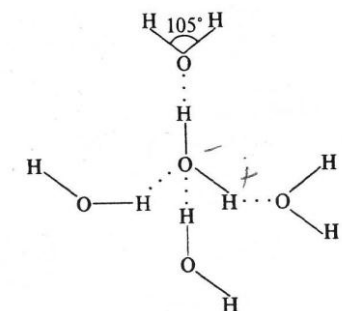


Рисунок 2

Выберите из списка вещества с водородной связью: H_2O , HCl , NH_3 , HClO_4 , HF

Почему простые спирты имеют хорошую растворимость в воде?

Задание 8. Заполните таблицу 2

Таблица 2 - Основные классы органических соединений

Функциональная группа	Класс соединений	Общая формула
	Углеводороды	
	Галогенпроизводные	
	Спирты и фенолы	
	Простые эфиры	
	Амины	
	Альдегиды и кетоны	
	Карбоновые кислоты	
	Сложные эфиры	

Заполните пробелы в тексте, приведенном ниже:

Промежуточные органические вещества могут содержать в составе функциональных групп. В связи с этим они приобретают

свойства – и способность участвовать в превращениях, характерных для каждой группы в отдельности. числа функциональных групп приводит к возрастанию полярности связей между и возрастанию связей между атомами и возрастанию химической активности.

1.2 Практическое занятие № 2. Белки и аминокислоты: строение, свойства, классификация. Биологические функции белка

Цель занятия: дать понятие о белках – природных полимерах. Познакомить учащихся с составом, строением, свойствами и функциями белков. Объяснить строение макромолекул белка. Углубить знания студентов о связи строения молекул вещества и их функции на примере белков.

Вопросы к занятию

1. Почему белки называют природными полимерами?
2. Какие ученые занимались исследованием белков?
3. Перечислите элементный состав белков?
4. Расскажите о структуре белка?
5. На чем основана классификация белков?
6. Что такое гидролиз белков, и какие вещества образуются в ходе него?
7. Что такое денатурация белка и чем она может быть вызвана?
8. Чем высаливание отличается от денатурации?
9. Как доказать наличие белков в пищевых продуктах?
10. Почему белки проявляют амфотерные свойства?
11. А что же происходит с белками в организме человека?

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Каждому уровню организации, название которого приведено в левой колонке, выберите соответствующую ему характеристику, приведенную в правой колонке. Ответ представьте как соответствие цифры и буквы, например: I – Б.

Структура белка	Характеристика структуры белковой молекулы
I. Первичная	А. Образуется за счет взаимодействия радикалов аминокислот при помощи дисульфидных связей, а также ковалентных и водородных связей, имеет форму шарика (глобулы)
II. Вторичная	Б. Образуется за счет прочных пептидных связей между аминокислотами, имеет вид цепи, обладает линейной конфигурацией
III. Третичная	В. Образуется агрегаты молекул за счет объединения нескольких молекул белка с помощью водородных, ионных, гидрофобных связей. В эту структуру белка могут быть включены и небелковые компоненты
IV. Четвертичная	Г. Возникает при укладке белковой молекулы в пространстве за счет образования водородных связей между близко расположенными аминокислотными остатками. Имеет вид спирали

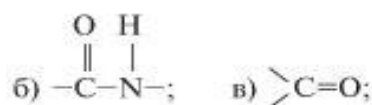
2. Какими свойствами обладают белки?

а) основными; б) кислотными; в) амфотерными.

3. В основе образования первичной структуры белков лежит реакция:

а) полимеризации; б) поликонденсации; в) изомеризации.

а) амины;
б) нитросоединения;
в) α -аминокислоты;

$$\text{a) } \begin{array}{ccc} \text{H}-\text{O} & \dots & \text{H}-\text{O}; \\ | & & | \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$$


а) защитную; б) каталитическую; в) энергетическую; г) транспортную.

а) лизосомами; в) лейкопластами;
б) рибосомами; г) ядрышками.

- а) полимеризацией глюкозы;
- б) удвоением цепи ДНК;
- в) денатурацией белка;
- г) окислением жиров.

а) нуклеотиды;
б) углеводы; в) глюкоза и фруктоза; г) аминокислоты.

16

- а) растворителя;
- б) информационную;
- в) каталитическую;
- г) запасящую.

11. Процесс восстановления структуры белка называется:

- а) гидролиз;
- б) денатурация;
- в) ренатурация.

Задание 2

Для белка, состоящего из 20 аминокислот, теоретически возможно $2 \cdot 10^{18}$ вариантов различных белковых молекул. Чем вызвано такое многообразие?

Задание 3

По рисунку 3 определите структуры белка. Дайте их характеристику.

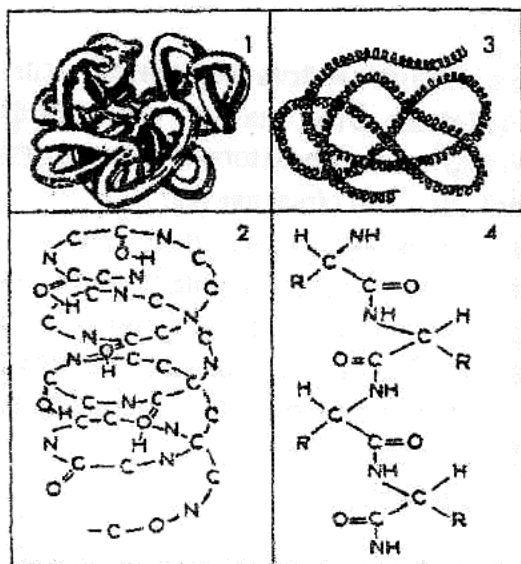
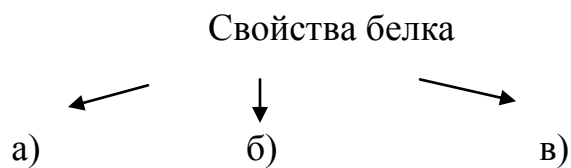


Рисунок 3

Задание 4. Заполни схему:



Задание 5. Заполните таблицу 3

Таблица 3

Органические вещества	Строение	Свойства	Функции
Белки			

Задание 6

Альбумин сыворотки крови человека имеет молекулярную массу 68400. Определите количество аминокислотных остатков в молекуле этого белка.

Пояснения к заданию 6:

- средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 120;
- вычисление молекулярной массы белков:

$$M_{\min} = \frac{a}{v} \cdot 100 \%$$

где $M_{\min}$ - минимальная молекулярная масса белка;

a – атомная или молекулярная масса компонента;

v - процентное содержание компонента.

Решение:

$$68400 : 120 = 570 \text{ (аминокислот в молекуле альбумина)}$$

Задание 7

Гемоглобин крови человека содержит 0,34 % железа. Вычислите минимальную молекулярную массу гемоглобина.

Решение:

$$M_{\min} = 56 : 0,34 \% \cdot 100 \% = 16471$$

Задание 8

Белок содержит 0,5 % глицина. Чему равна минимальная молекулярная масса этого белка, если $M_{\text{глицина}} = 75,1$? Сколько аминокислотных остатков в этом белке?

Решение:

- 1) $M_{\min} = 75,1 : 0,5 \% \cdot 100 \% = 15020$;
- 2) $15020 : 120 = 125$ (аминокислот в этом белке).

1.3 Практическое занятие № 3. Тема занятия: Нуклеиновые кислоты. Общая характеристика, химический состав, структура ДНК и РНК

Цель занятия: сформировать знания о строении, свойствах, структуре молекул нуклеиновых кислот, как биополимеров, о принципе комплементарности в ДНК; раскрыть роль нуклеиновых кислот в живой природе.

Вопросы к занятию

1. Опишите строение нуклеиновых кислот. Сопоставьте структуру молекул ДНК и РНК.
2. В чем заключается принцип комплементарности? Как происходит репликация ДНК?
3. Что такое код ДНК?

4. Почему ДНК обладает строгим соотношением своих компонентов?
5. На чем основана информационная емкость ДНК? (Например, в ДНК млекопитающих содержится 4-6 млрд. бит информации, что соответствует библиотеке в 1,5-2 тыс. томов.) Как эта функция отражена в строении?
6. В центре системы передачи наследственной информации в мире живого лежит ДНК, и в то же время нельзя утверждать, что жизнь сведена к функциям ДНК или какого-либо другого отдельного компонента живой системы. Почему?
7. Какие особенности строения определяют основную функцию АТФ?
8. Вторичная и третичная структура ДНК. Денатурация, ренатурация ДНК. Гибридизация, видовые различия первичной структуры ДНК.
8. РНК, химический состав, уровни структурной организации. Типы РНК, функции.
9. Биосинтез ДНК, субстраты, источники энергии, матрица, ферменты. Понятие о репликативном комплексе. Этапы репликации.
10. Синтез ДНК и фазы клеточного деления.
11. Повреждение и репарация ДНК. Ферменты ДНК-репарирующего комплекса.
12. Биосинтез РНК. РНК-полимеразы. Понятие о мозаичной структуре генов, первичном транскрипте, посттранскрипционном процессинге.
13. Роль транспортных РНК в биосинтезе белков. Изоакцепторные т-РНК.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Мономерами нуклеиновых кислот являются:

- а) аминокислота; б) нуклеотиды; в) жиры; г) глюкоза.

2. *Нуклеиновые кислоты выполняют в клетке функции.*

- а) каталитическую;
- б) энергетическую;
- в) транспортную;
- г) информационную.

3. *Какую роль в синтезе белка играет ДНК?*

- а) каталитическую;
- б) обеспечивает клетку энергией;
- в) содержит информацию о первичной структуре белка;
- г) осуществляет доставку кислот к рибосоме.

4. *Отрезок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка, называется:*

- а) геном;
- б) генетическим кодом;
- в) генотипом;
- г) генофондом.

5. *Молекула ДНК представляет собой:*

- а) двойную спираль;
- б) одиночную спираль;
- в) молекулу, создающую богатые энергией связи;
- г) длинную полипептидную цепь.

6. *Какую роль в синтезе белка играет Т-РНК?*

- а) каталитическую;
- б) энергетическую;
- в) осуществляет транспорт аминокислот;
- г) информационную.

7. *Молекулу ДНК, на которой записана информация о первичной структуре всех молекул белка, называют:*

- а) генетическим кодом;
- б) геномом;
- в) генотипом;

8. *РНК представляет собой:*

- а) молекулу, состоящую из нуклеотидов имеющую форму двойной спирали;

б) молекулу, состоящую из нуклеотидов и имеющую одну спираль;

в) молекулу, состоящую из различных аминокислот и имеющую форму клубка.

9. Роль РНК в синтезе белка состоит в:

а) обеспечении хранения наследственной информации;

б) обеспечении клетки энергией;

в) обеспечении передачи генетической информации из ядра в цитоплазму;

г) осуществлении транспортировки аминокислот к рибосоме.

10. В состав ДНК входит:

а) рибоза; б) дезоксирибоза; в) глюкоза; г) фрук-

тоза.

Задание 2

Найдите ошибки в приведенном тексте, исправьте их, укажите номера предложений, в которых они сделаны, запишите эти предложения без ошибок.

1. Нуклеиновые кислоты - это биологические полимеры.

2. В клетке присутствуют два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК.

3. Нуклеиновые кислоты состоят из нуклеотидов.

4. В состав ДНК и РНК входят одинаковые нуклеотиды.

5. Все нуклеиновые кислоты в клетке образуют двойные спирали.

Задание 3

Прочитайте данные, которыми обладали Д. Уотсон и Ф. Крик на момент своего открытия и с помощью моделей нуклеотидов воспроизведите участок молекулы ДНК.

1. ДНК – вещество наследственности.

2. Открытие Эрвина Чаргаффа: в структуре любого образца ДНК наблюдалось чёткое соответствие аденина и тимина, гуанина и цитозина.

3. Получена рентгенограмма структуры ДНК Розалин Франклин и Морисом Уилкинсом в Королевском колледже в Лондоне.

Обратите внимание на модели и попробуйте, опираясь на данные раздаточного материала, составить модель фрагмента молекулы ДНК.

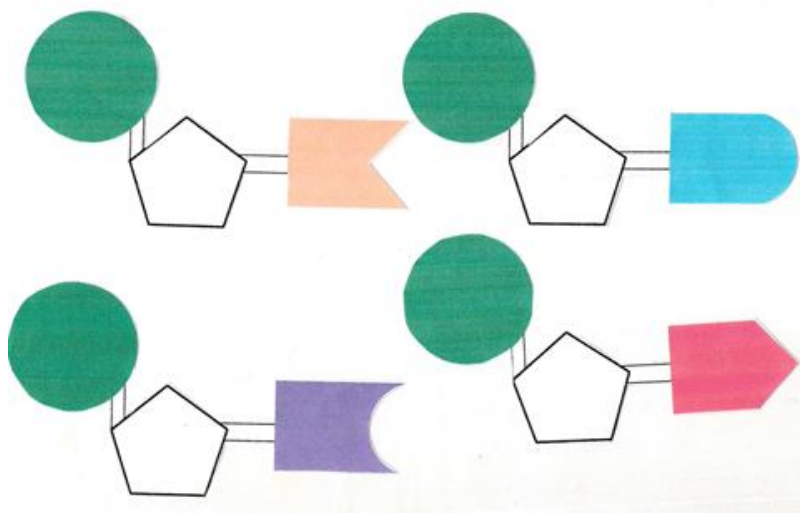


Рисунок 4 - Модели нуклеотидов

Задание 4. Заполните таблицу 4

Таблица 4

	ДНК	РНК
Структура		
Количество цепей		
Азотистые основания в нуклеотидах		
Моносахариды в нуклеотидах		
Функции		

Задание 5. Заполните пропуски в тексте

В клетках имеется ... типа нуклеиновых кислот ... и Эти биополимеры состоят из Каждый ... состоит, в свою очередь, из (1,2,3,4)

компонентов, соединенных ... связями. В состав ДНК входят следующие азотистые основания В состав РНК - Число цепочек в ДНК ..., а в РНК -

Задание 6

Из предложенных ответов выберите правильные:

- 1) Что представляет собой мономер нуклеиновых кислот (аминокислота, нуклеотид, молекула белка)?
- 2) Что входит в состав нуклеотида (аминокислота, азотистое основание, остаток фосфорной кислоты, углевод)?
- 3) Какие вещества входят в состав нуклеотидов ДНК (аденин, гуанин, цитозин, урацил, тимин, фосфорная кислота, рибоза, дезоксирибоза)?
- 4) Какие вещества входят в состав нуклеотидов РНК (аденин, гуанин, цитозин, урацил, тимин, фосфорная кислота, рибоза, дезоксирибоза)?
- 5) Какую спираль представляет собой молекула ДНК (одинарную, двойную)?
- 6) Какую спираль представляет собой молекула РНК (одинарную, двойную)?

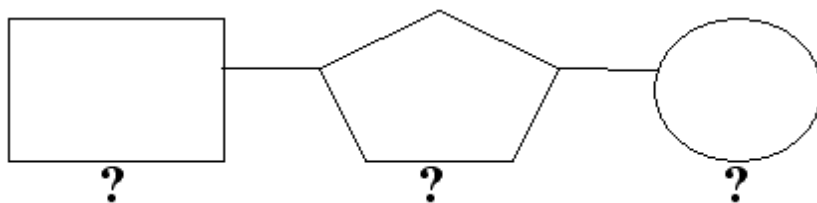
Задание 7

Если информационная РНК имеет последовательность нуклеотидов, показанную ниже, то какую последовательность нуклеотидов имеет комплементарная цепь ДНК.

УАА – ЦГГ – ААЦ - ГАУ

Задание 8

- а) Запишите на схеме названия компонентов нуклеотида РНК.



б) Укажите 4 типа азотистых оснований, характерных для молекулы РНК;

в) Заполните таблицу 5.

Таблица 5

Основные виды РНК	
Вид РНК	Функции
1.	
2.	
3.	
4.	

Задание 9

Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Простетическая группа нуклеопротеинов представлена нуклеиновыми кислотами.
2. Фосфорная кислота в фосфопротеинах присоединяется к гидроксильным группам серина и треонина.
3. Минорные основания чаще встречаются в составе т-РНК?
4. Отличаются ли белки от нуклеиновых кислот по своей химической структуре?
5. Являются ли нуклеиновые кислоты полинуклеотидами?
6. Отличаются ли молекулы дезоксирибозы и рибозы количеством атомов углерода?

1.4 Практическое занятие № 4. Углеводы. Строение и функции моно-, олиго- и полисахаридов

Цель занятия: обобщая знания об углеводах, выяснить химический состав и особенности строения и функции моно-, олиго-, полисахаридов.

Вопросы к занятию

1. Что собой представляют углеводы? (Общая характеристика)
2. Каковы особенности химического строения моно-, ди- и полисахаридов, входящих в состав пищевых продуктов и образующихся в теле человека?
3. Какова биологическая роль углеводов, их содержание в различных тканях и органах тела человека?
4. На какие группы классифицируются углеводы, на чем основана данная классификация?
5. Охарактеризуйте моносахариды, каковы их химические и физические свойства?
6. Охарактеризуйте дисахариды, каковы их химические и физические свойства?
7. Охарактеризуйте полисахариды, каковы их химические и физические свойства?
8. Каким образом происходит переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте?
9. Перечислите функции углеводов для живых организмов? Какова норма углеводов в питании?

Задание 1. Выберите правильный ответ

1. *Моносахаридом является*

- а) лактоза; б) рибоза; в) целлюлоза; г) сахаро-

за.

2. И фруктоза, и сахароза проявляют свойства:

- а) многоатомного спирта; в) альдегида;
б) карбоновой кислоты; г) амина.

3. И циклическая, и открытая форма глюкозы содержат функциональную группу:

- а) —HC=O ; б) —COOH ; в) —C=O ; г) —OH .

4. Не подвергается гидролизу:

- а) крахмал; б) лактоза; в) фруктоза; г) целлю-

лоза;

5. Продуктом гидролиза сахарозы является:

- а) молочная кислота;
б) смесь глюкозы и фруктозы;
в) этанол и углекислый газ; г) сорбит.

6. Различное химическое строение имеют:

- а) глюкоза и галактоза;
б) циклическая и линейная форма глюкозы;
в) L-глюкоза и D-глюкоза.

7. В отличие от сахарозы, глюкоза:

- а) гидролизуется;
б) образует с гидроксидом меди (II) васильково-синий раствор;
в) вступает в реакцию этерификации;
г) даёт «серебряное зеркало»;
д) подвергается брожению.

8. К линейным полисахаридам относится:

- а) амилопектин; б) гликоген; в) целлюлоза; г) дезокси-

рибоза.

9. Крахмал не реагирует с

- а) H_2O ; б) HNO_3 ; в) H_2 ; г) I_2 ;

10. Продуктом восстановления глюкозы водородом является:

- а) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{HC=O}$;
б) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$;
в) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$;
г) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$.

11. Глюкоза вступает в реакции:

- а) гидрирования; д) брожения;
б) гидратации; е) нейтрализации;
в) гидролиза; ж) этерификации.
г) «серебряного зеркала»;

12. Целлюлоза вступает в реакции:

- а) гидрирования; д) брожения;
б) гидратации; е) нейтрализации;
в) гидролиза; ж) этерификации.
г) «серебряного зеркала»;

13. К продуктам брожения относятся:

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; г) C_2H_2 ;
б) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; д) CO_2 ;
в) $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$; е) CH_2O .

14. Число асимметрических атомов углерода в молекуле глюкозы равно:

- а) 0; б) 1; в) 3; г) 4; д) 6.

16. Глюкоза не реагирует с:

- а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) NaOH ; в) H_2 ; г) HCN .

Задание 2

Установите соответствие между названием вещества и его молекулярной формулой

Название вещества	Молекулярная формула
1. Глюкоза	А. $C_6H_{14}O_6$
2. Сахароза	Б. $C_6H_{12}O_6$
3. Фруктоза	В. $C_5H_{10}O_5$
4. Крахмал	Г. $(C_6H_{10}O_5)_n$
5. Дезоксирибоза	Д. $C_{12}H_{22}O_{11}$
	Е. $C_5H_{10}O_4$

Введите в окошко рядом с номером соответствующую букву

1		2		3		4		5	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

Задание 3

Оцените справедливость утверждений. Сделайте отметку в клеточке «да», если согласны с утверждением, и в клеточке «нет», если не согласны:

Утверждение	да	нет
Глюкоза и фруктоза – оптические изомеры		
Существует 16 альдогексоз состава $C_6H_{12}O_6$		
Взаимопревращение молекул β - глюкозы и α -глюкозы происходит в растворе через образование линейных молекул.		
В растворе глюкозы преобладают нециклические (открытые) молекулы.		
В циклической форме глюкозы карбонильный атом кислорода оказывается включённым в цикл.		

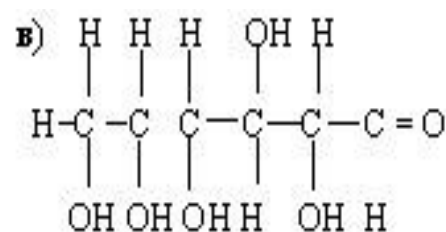
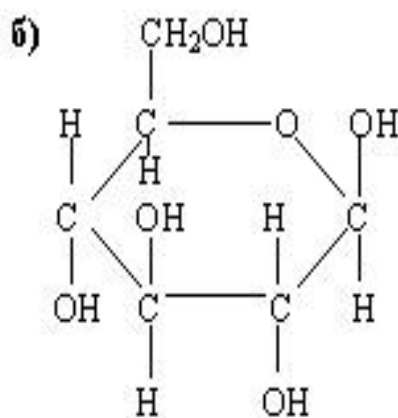
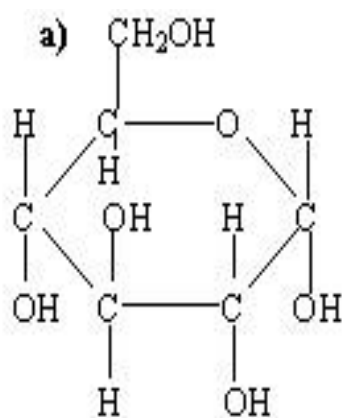
Задание 4. Продолжите высказывание:

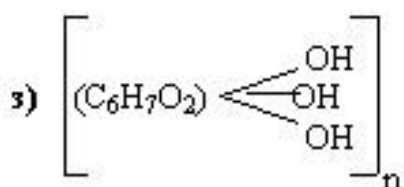
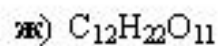
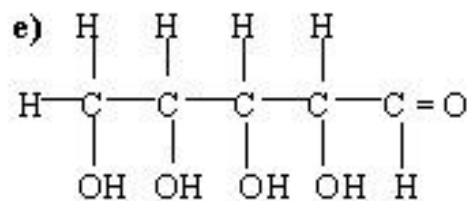
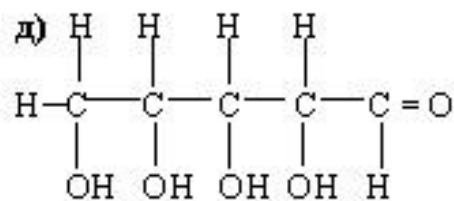
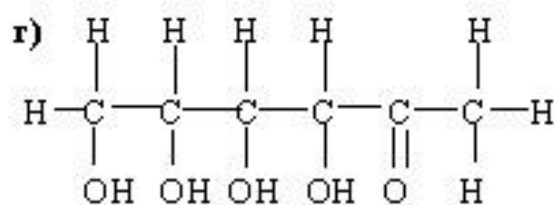
1. Углеводы образуются в клетках растений в процессе ...
2. В состав ДНК входит углевод ...

3. В составе молекулы фруктозы есть функциональные группы ...
4. Углеводы классифицируют на ...
5. В состав молекулы РНК входит углевод ...
6. Реакция взаимодействия глюкозы с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров обусловлена наличием функциональной группы
7. Молекулы сахарозы состоят из взаимно связанных остатков молекулы
8. Макромолекулы крахмала состоят из остатков молекул циклической ...
9. Так как молекулы целлюлозы имеют гидроксильные группы, то для неё характерны реакции

Задание 5

Дайте названия веществам по их структурным формулам:





Задание 6

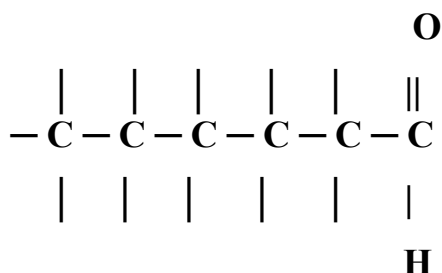
Заполните пустые ячейки таблицы 6

Таблица 6 - Многообразие углеводов и их свойства

Группа углеводов	Примеры углеводов	Где встречаются	свойства
моносахара	рибоза		
	дезоксирибоза		
	глюкоза		
	фруктоза		
	галактоза		
олигосахариды		Солодовый сахар	
		Тростниковый сахар	
		Молочный сахар в молоке	
Полисахариды (построены из линейных или разветвленных моносахаров)			Не сладкие, белого цвета, не растворяются в воде.

Задание 7

Предложите варианты расположения 5 групп ОН в молекуле глюкозы



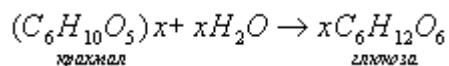
Задание 8. Решите предложенную задачу

Задача. Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Рассчитайте массу глюкозы, которая может быть получена из картофеля массой 220 кг. Выход продукта равен 65 %.

Пример решения:

Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Рассчитайте массу глюкозы, которая может быть получена из картофеля массой 405 кг. Выход продукта равен 70 %.

Решение. Составляем уравнение реакции гидролиза крахмала, в результате которой образуется глюкоза:



Рассчитаем массу крахмала в картофеле:

$$m(\text{крахмала}) = \frac{w(\text{крахмала}) \cdot m(\text{картофеля})}{100};$$

$$m(\text{крахмала}) = \frac{20 \cdot 405}{100} \text{ кг} = 81 \text{ кг}.$$

Определяем количество вещества крахмала:

$$n(\text{крахмала}) = \frac{m(\text{крахмала})}{M(\text{крахмала})}; n(\text{крахмала}) = \frac{81}{162x} \text{ кмоль} = \frac{1}{2x} \text{ кмоль}.$$

Из уравнения реакции гидролиза крахмала следует

$$\frac{n(\text{крахмала})}{n(\text{глюкозы})} = \frac{1}{x},$$

откуда получаем

$$n(\text{глюкозы}) = x \cdot n(\text{крахмала});$$

Вычисляем массу глюкозы, которую можно получить при количественном выходе:

$$m(\text{глюкозы}) = n(\text{глюкозы}) \cdot M(\text{глюкозы}); m(\text{глюкозы}) = 0,5 \cdot 180 \text{ кг} = 90 \text{ кг}.$$

Учитывая массовую долю выхода продукта, рассчитаем массу реально полученной глюкозы:

$$m_p(\text{глюкозы}) = \frac{m(\text{глюкозы}) \cdot \eta(\text{глюкозы})}{100};$$

$$m_p(\text{глюкозы}) = \frac{90 \cdot 70}{100} \text{ кг} = 63 \text{ кг}$$

1.5 Практическое занятие № 5. Липиды. Строение и функции, классификация липидов. Биологические мембраны

Цель занятия: дать представление о липидах. Изучить состав, классификацию, физические и химические свойства, переработку и применение, биологические функции и превращение жиров в организме. Рассмотреть строение биологических мембран.

Вопросы к занятию

1. Охарактеризуйте липиды как класс органических соединений?
2. Назовите общие свойства, присущие всем липидам?

3. На какие классы, и по какому принципу классифицируются липиды?
4. Расскажите о строении простых липидов? Какие виды простых липидов существуют? Какова их биологическая роль?
5. Расскажите о строении сложных липидов? Какие виды простых липидов существуют? Какова их биологическая роль?
6. Функции основных классов липидов в организме человека?
7. Какова роль липидов в питании человека?
8. Охарактеризуйте строение биологических мембран?
9. Перечислите основные липидные компоненты биологических мембран. Какова их биологическая роль?

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Какова функция липидов в клетке?

- а) каталитическая;
- б) транспортная;
- в) информационная;

2. Липиды входят в состав:

- а) оболочки растительной клетки;
- б) клеточных мембран;
- в) хромосом;
- г) рибосом.

3. Липиды состоят из:

- а) аминокислот;
- б) нуклеотидов;
- в) глюкозы и фруктозы;

4. В состав жидких жиров входит остаток:

- а) стеариновой кислоты;
- б) пальмитиновой кислоты;
- в) олеиновой кислоты;
- г) капроновой кислоты.

5. В процессе обмена веществ при гидролизе жира образуются:

- а) глицерин и жирные кислоты;
- в) крахмал;

б) глюкоза;

г) фруктоза.

6. При расщеплении из 1 г жира выделяется количество энергии (кДж):

а) 9,2;

б) 17,6;

в) 9,3;

7. Мыло образуется при взаимодействии жира с:

а) щелочью;

б) спиртом;

в) серной кислотой;

8. Жиры растворяются в:

а) воде;

б) кислоте;

в) ацетоне;

9. Взрослому человеку в сутки необходимо жира (г):

а) 50;

б) 100;

в) 20;

10. Первые исследования по выявлению химического строения жиров провели:

а) К.В.Шееле и М.Э.Шеврель;

в) А.Вюрц;

б) М.Бертло;

г) А.Л.Лавуазье.

Задание 2

Ответьте на вопросы, требующие однозначного ответа.

1. Липиды - гидрофильные соединения.

2. Пальмитиновая и олеиновая жирные кислоты содержат одинаковое число атомов углерода.

3. Холестериды - это сложные эфиры холестерина и высших жирных кислот.

4. В состав цереброзидов входит гексоза.

5. Кардиолипин относится к глицеролипидам.

6. Липиды в комплексе с белками выполняют транспортную функцию в организме.

7. Содержит ли арахидоновая кислота четыре двойные связи?

8. Является ли линоленовая кислота незаменимой для человека?

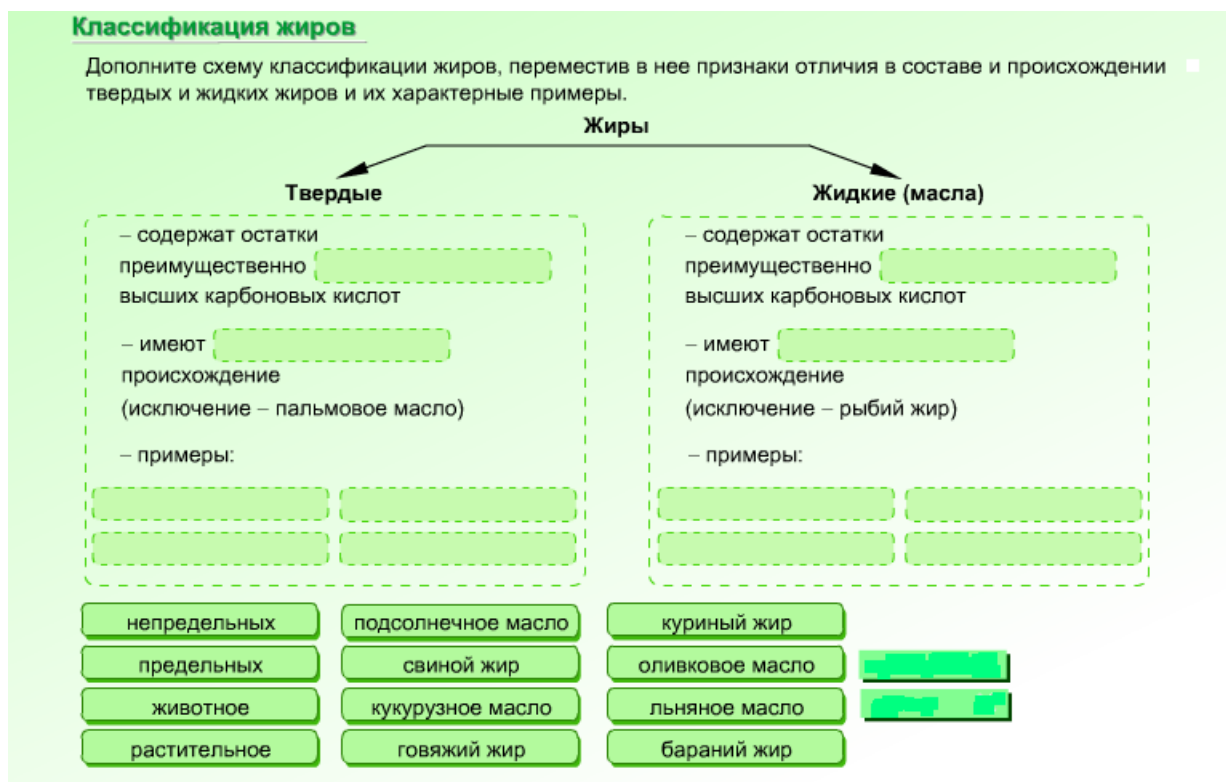
9. Содержат ли фосфатидилхолины атом азота?

10. Могут ли липиды выполнять каталитические функции?

11. Являются ли глицерофосфолипиды - главными компонентами клеточных мембран?

Задание 3

Дополните схему терминами, представленными в схеме:



Задание 4. Решите задачу

Рассчитайте молярное соотношение между липидам и белком в мембране, которая содержит 40 % липида и 60 % белка, если средняя молекулярная масса липида равна 800, а белка 50 000.

Пояснения к заданию №4:

- средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 120;
- вычисление молекулярной массы белков:

$$M_{\min} = \frac{a}{b} \cdot 100 \%$$

где $M_{\min}$ - минимальная молекулярная масса белка;

a – атомная или молекулярная масса компонента;

b - процентное содержание компонента.

Задание 5. Разгадайте ребус

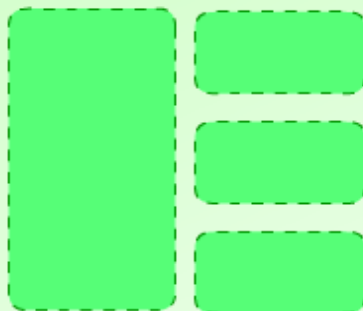


Задание 6

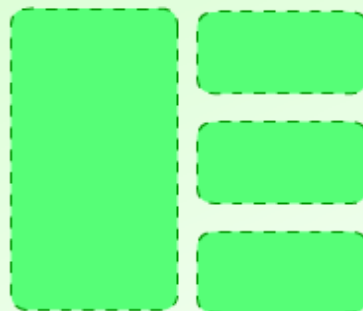
Каждый слышал фразу: при физической нагрузке человек сжигает жир. Выражение образное, но не лишено химического смысла. Докажите химический смысл этого выражения?

Задание 7

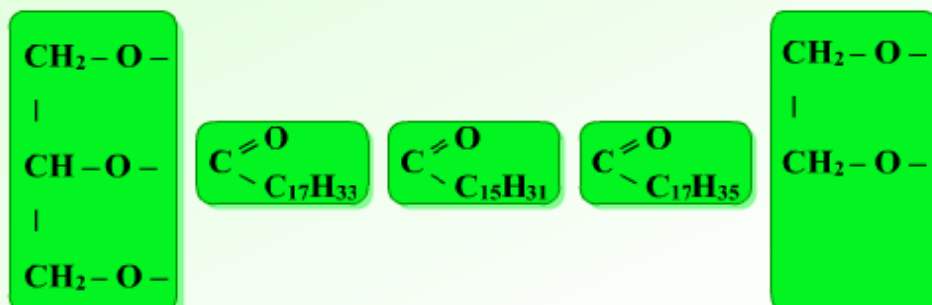
1. Из имеющихся фрагментов составьте формулы двух жиров: триглицерида стеариновой кислоты и триглицерида олеиновой кислоты:



Триглицерид
стеариновой
кислоты



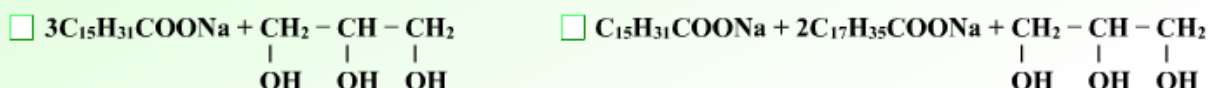
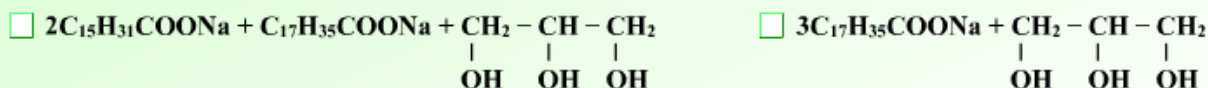
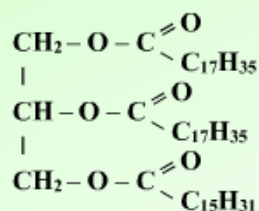
Триглицерид
олеиновой
кислоты



Задание 8

Важнейшее химическое свойство жиров – гидролиз. Гидролиз жиров в щелочной среде называют омылением, так как в результате образуются мыла – натриевые или калиевые соли высших карбоновых кислот.

1. Какие продукты образуются в результате щелочного гидролиза жира, имеющего состав:



1.6 Практическое занятие №6. Витамины. Классификация, общая характеристика, биохимические функции водо- и жирорастворимых витаминов

Цель занятия: рассмотреть свойства основных витаминов и их влияние на организм; сформировать представление о гиповитаминозе, авитаминозе, гипервитаминозе.

Вопросы к занятию

1. Что такое авитаминоз?
2. Что такое витаминеры?
3. Что такое витамины?
4. Что такое гипервитаминоз?
5. Что такое гиповитаминоз?
6. Какие соединения называются витаминами?
7. Что такое витаминеры? Приведите примеры витаминов, существующих в виде нескольких витаминеров.
8. К каким нарушениям функционирования скелетных мышц приводит недостаток витамина В₁?
9. Какие продукты питания являются источником витамина В₂?
10. Напишите структурные формулы витаминеров витамина В₆. Какой из витаминеров обладает наибольшей биологической активностью?
11. В каких процессах участвуют аскорбиновая кислота?
12. Каковы последствия избыточного потребления витамина D?
13. Близкие по химической структуре соединения, обладающие одинаковыми биологическими свойствами, являются:
 - а) витаминами;
 - б) изомерами;
 - в) гомологами;
 - г) витаминерами.

14. Нарушения в организме, вызванные избыточным накоплением витамина, называются:

а) гипервитаминозом; б) гиповитаминозом; в) авитаминозом.

15. Никотиновая кислота и никотинад – это витаминеры витамина:

а) В₁; б) В₃; в) В₅; г) В₁₂; д) К.

16. Антипелларгическим является витамин:

а) Е; б) С; в) В₂; г) В₁₂; д) В₅.

17. Физиологическое название витамина Н:

а) антицинготный; б) антисеборрейный;
в) антинеуритный; г) антирахитический.

18. Основными источниками витамина С являются:

а) мясные продукты; б) растительные продукты;
в) молочные продукты.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста:

1. *Заболевания, вызванные отсутствием необходимого витамина, — это:*

а) чума; в) бери-бери; б) рахит; г) цинга.

2. *Выберите три правильных ответа. Витамин РР:*

а) необходим для протекания в организме окислительно-восстановительных процессов;

б) участвует в процессе обмена кальция и фосфора;

в) без него нарушается процесс образования гормонов надпочечников;

г) его отсутствие приводит к "куриной слепоте" (человек плохо видит в сумерках);

д) его недостаток в организме вызывает заболевание кожи — на ней появляются язвочки.

3. Выберите три правильных ответа. Потребность в витаминах у человека увеличивается:

- а) при небольших физических нагрузках;
- б) при тяжелых физических нагрузках;
- в) при инфекционных заболеваниях;
- г) в период беременности и кормления ребенка грудью;
- д) при отсутствии инфекционных заболеваний.

4. При недостатке витамина D у взрослого человека развивается:

- а) склероз;
- б) рахит;
- в) пеллагра;
- г) цинга;
- д) остеопороз.

5. В окислительно-восстановительных реакциях не участвует витамин:

- а) РР;
- б) В₂;
- в) А;
- г) Н;
- д) С

6. В шпинате витамины лучше всего сохраняются, если его употреблять:

- а) в свежем виде;
- б) в замороженном;
- в) в консервированном.

7. Если вы станете соблюдать вегетарианский режим, то один из четырёх витаминов будет отсутствовать:

- а) витамин А;
- б) витамин Д;
- в) витамин В₂;
- г) витамин В₁₂.

8. Действие солнечных лучей позволяет организму выработать витамин:

а) Витамин Д; б) витамин А; в) витамин Е; г) витамин В6.

9. *Что нужно потреблять, чтобы покрыть ежедневную потребность организма в витамине С?*

а) 1,5 кг помидоров; б) 1,5 кг телятины; в) 1 кг апельсинов.

10. *При недостатке в организме витамина С может наступать:*

- а) резкое ухудшение зрения;
- б) искривление костей конечностей;
- в) нарушение процессов образования гормонов;
- г) кровоточивость дёсен, воспаление слизистых оболочек.

11. *Какой витамин увеличивает устойчивость к инфекциям?*

- а) витамин А;
- б) витамины группы В;
- в) витамин С;
- г) витамин D.

12. *При недостатке в организме человека витамина С рекомендуют:*

- а) употреблять в пищу морковь;
- б) употреблять в пищу шиповник, картофель, цитрусовые;
- в) употреблять в пищу зерновые и бобовые культуры;
- г) принимать солнечные ванны.

13. *Какой витамин регулирует обмен кальция и фосфора?*

- а) витамин А;
- б) витамины группы В;
- в) витамин С;

14. *Какой витамин участвует в образовании зрительного пигмента?*

- а) витамин А;

- б) витамины группы В;
- в) витамин С;
- г) витамин D.

15. При недостатке в организме человека витаминов группы В рекомендуют:

- а) употреблять в пищу морковь;
- б) употреблять в пищу шиповник, картофель, цитрусовые;
- в) употреблять в пищу зерновые и бобовые культуры;
- г) принимать солнечные ванны.

16. При недостатке какого витамина наблюдается так называемая «куриная слепота»?

- а) А;
- б) В₂;
- в) С;
- г) D.

17. Какой витамин является водорастворимым?

- а) витамин А;
- б) витамины группы В;
- в) витамин D;
- г) витамин Е.

18. Черный хлеб является источником витамина

- а) А;
- б) В;
- в) С;
- г) D;

19. При инфекционных заболеваниях повышают норму витамина С, так как он:

- а) уничтожает яды, выделяемые микробами;
- б) уничтожает яды, выделяемые вирусами;
- в) защищает от окисления ферменты, ответственные за синтез антител;
- г) является составной частью антител.

Задание 2

Вопросы, требующие однозначного ответа:

1. Каротин является предшественником витамина А.
2. Витамины Е и К представляют собой производные стероидов.
3. Викасол растворим в воде.
4. Кобальт входит в состав витамина В₁₂.
5. Биотин (витамин Н) участвует в фиксации двуокиси углерода ферментами.
6. В состав флавинмононуклеотида (ФМН) входит витамин В₂.
7. Участвует ли витамин К в процессе свертывания крови?
8. Известны ли авитамины В₁?
9. Входит ли витамин В₆ в состав кофермента А?
10. Участвует ли фолиевая кислота в синтезе пуриновых нуклеотидов?
11. Известна ли точно суточная потребность витамина К для человека?

Задание 3. Заполните таблицу 7

Таблица 7- Последствия гиповитаминоза и гипервитаминоза

Вита- та- мин	Суточная потреб- ность, мг	Симптомы, возникающие при гипови- таминозе	Симптомы, возникающие при ги- первитаминозе
	0.9	“Куриная слепота”, нарушение роста	Изменение кожи, слизистых и костей, головные боли, малокровие
	1.4-1.6	Болезнь бери-бери, полиневрит, пора- жение ЦНС, параличи, атрофия мышц, сердечная недостаточность	Возможна аллергия
	75	Цинга, нарушение соединительной ткани, кровотечение десен, подвержен- ность инфекциям	Возможны повреждения поджелу- дочной железы и почек
	2.5	Нарушение роста и окостенения скеле- та, уменьшение содержания кальция в костях и другие симптомы рахита	Вымывание кальция из костей, по- вышение содержания кальция в крови, нарушение деятельности ЦНС и почек

Задание 4. Заполните таблицу 8

Таблица 8

Название витамина
Водорастворимые витамины
- аскорбиновая кислота
- тиамин
Витамин В2 -
Витамин В6 - пиридоксин
- цианокоболамин
– никотиновая кислота
Жирорастворимые
- эргокальциферол
Витамин К

Задание 5

Что мешает усвоению витаминов. Допишите недостающие факторы (Кофеин, никотин, антибиотики, снотворные средства)

Например: Алкоголь – Разрушает витамины А, группы В, кальций, цинк, калий, магний....

.....– Разрушает витамины А, С, Е, селен.

.....– Убивает витамины В, РР, снижает содержание железа, калия, цинка....

..... – Уменьшает содержание витаминов группы В, С, А, кальция, калия.

..... – Разрушают витамины группы В, железо кальций, магний.

..... – Затрудняют усвоение витаминов А, Д, Е, В₁₂, сильно снижают уровень кальция.

Задание 6. Решите задачи

1. Если суточная потребность организма в каротине 4,5 мг, то потребность организма в витамине А составляет 30 % от потребности каротина. Какова суточная потребность организма в витамине А?

2. Содержание витамина В₆ в 100 г фасоли 0,9 мг, что составляет 52 % от суточной нормы для подростков. Найти суточную норму витамина В₆. Сколько нужно съесть фасоли для удовлетворения суточной потребности в витамине В₆?

3. Содержание витамина С в 100 г свежего шиповника – 470 мг, что составляет 25 % от содержания витамина С в сухом шиповнике. Каково содержание витамина С в сухом шиповнике? Сравните эту величину с суточной нормой витамина С для подростка – 500 мг.

Задание 7

Заполните таблицу 9

Таблица 9

Витамин	Функции	Важнейшие источники	РСНП для взрослых	Симптомы длительного дефицита	Токсические эффекты передозировки
В ₁ Тиамин			1,1-1,5 мг		
В ₂ Рибофлавин			1,3-1,7 мг		

Продолжение таблицы 9					
В ₃ , РР Ниацин (никотиновая кислота)			15-19 мг		
В ₆ Пиридоксин			1,6-2,0 мг		
В ₁₂ Кобаламин Цианкобаламин			6,0 мкг		
В ₉ , В _с Фолацин (фолиевая кисло- та)			180-200 мкг		
Витамин Н Биотин			300-100 мкг		
В ₅ Пантотеновая кислота			5-10 мг		
С Аскорбиновая кислота			60 мг		
ретинол, бета-каротин			800-1000 мкг 2640- 3300 МЕ		
<u>Д</u> <u>эргокальциферол</u>			5-10мкг 400 МЕ		
<u>Е</u> <u>альфа-токоферон</u>			10мг (12-15 МЕ)		
<u>филлохинон</u>			65-80 мкг		

Условные обозначения:

РЭ – ретиноловые эквиваленты;

МЕ – международные единицы;

ТЭ – альфа-токофероловые эквиваленты.

РСНП – рекомендуемые суточные нормы потребления.

1.7 Практическое занятие № 7. Ферменты. Свойства, строение, классификация. Применение ферментов

Цель занятия: уметь использовать знания о свойствах ферментов и делении их на классы для обоснования механизма действия ферментов и понимания их роли в обеспечении жизнедеятельности организма.

Вопросы к занятию

1. Что такое аллостерический центр фермента?
2. Что такое активный центр фермента?
3. Что такое апофермент?
4. Что такое каталитический центр фермента?
5. Что такое кофермент?
6. Что такое субстрат?
7. Что такое субстратный центр фермента?
8. Что такое ферменты?
9. Что такое холофермент?
10. Что такое энзимология?
11. Какова химическая природа и биологическая роль ферментов?
12. Какие центры выделяют в состав ферментов? Охарактеризуйте каждый центр простого и сложного фермента.
13. Что понимают под фермент-субстратным комплексом? Какими связями связаны фермент и субстрат в фермент-субстратном комплексе?

14. Каким образом влияет температура на образование фермент-субстратного комплекса?

15. Пепсин гидролизует белки в желудке. Укажите, в какой среде (кислой, нейтральной, щелочной) пепсин проявляет максимальную активность.

16. В состав какого кофермента входит витамин В₆? Напишите его структурную формулу и назовите его.

17. Какие витамины входят в состав коферментов НАД, ФАД, КоА?

18. Назовите по рациональной номенклатуре ферменты, катализирующие гидролиз:

а) дипептида; б) лактозы; в) сахарозы; г) амилозы.

19. Какие реакции катализируют ферменты класса оксидоредуктаз? Приведите пример процесса, катализируемого дегидрогеназой.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста:

1. Ферменты – это:

- а) катализаторы углеводной природы;
- б) катализаторы белковой природы;
- в) катализаторы неорганической природы;
- г) катализаторы липидной природы.

2. Холоферментом называют:

- а) надмолекулярный комплекс;
- б) мультиэнзимный комплекс;
- в) простой фермент;
- г) сложный фермент;
- д) фермент-субстратный комплекс.

3. В состав кофермента ФМН входит:

а) витамин А
б) витамин В₆;
в) витамин В₂;
г) витамин К;
д) витамин В₁₂.

4. Пантотеновая кислота входит в состав кофермента:

а) НАД; б) ФАД; в) пиридоксальфосфата; г) коэнзима А; д) тиамин-пирофосфата.

5. Клеточные ферменты, локализованные в цитоплазме, проявляют максимальную активность при рН близком:

а) 7; б) 2-3; в) 4-5; г) 9-10.

6. Ферменты, катализирующие синтез биологических молекул с участием АТФ, относятся к классу:

а) трансфераз; б) лигаз; в) гидролаз; г) лиаз; д) изомераз.

7. Ферменты, катализирующие процессы декарбоксилирования органических веществ, относятся к классу:

а) изомераз; б) лиаз; в) лигаз; г) трансфе-
раз.

8. Ферменты проявляют наибольшую активность при температуре:

а) 18°C ; б) 26°C ; в) 36°C ; г) 56°C .

9. Для ферментов кожи оптимальное значение pH среды равно:

а) 5,5; б) 2,3; в) 7; г) 8,3.

10. В этой отрасли промышленности ферменты не используют:

а) пищевая; в) фармакология;
б) косметическая; г) металлургическая.

11. Участок молекулы фермента, отвечающий за присоединение вещества:

а) каталитический центр; в) аллостерический центр;

б) субстратный центр; г) активный центр.

12. Абсолютную специфичность к субстрату проявляет фермент:

а) лизоцим; б) трипсин; в) уреаза; г) химотрипсин.

Задание 2

Дайте ответ в форме: $A = B$; $A > B$; $A < B$.

1. А. Скорость гидролиза крахмала в присутствии 10 % соляной кислоты, при 100 °С;

Б. Скорость гидролиза крахмала в присутствии амилазы, при 37 °С.

2. А. Каталитическая активность каталазы в реакции разложения H_2O_2 ;

Б. Каталитическая активность железа в реакции разложения H_2O_2 .

3. А. Температурный оптимум для ферментов.

Б. Температурный оптимум для неорганических катализаторов.

Задание 3

Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Все ферменты состоят из субъединиц.

2. Константа Михаэлиса выражается в единицах концентрации субстрата.

3. Изоферменты катализируют одну и ту же химическую реакцию.

4. Первая цифра в шифре фермента обозначает, к какому классу он относится.

5. В основе классификации ферментов лежит тип катализируемой реакции.

6. Изоферменты имеют различную электрофоретическую подвижность.

7. Осуществляют ли лигазы расщепление соединений по двойным связям?

8. Существуют ли мультиферментные комплексы?
9. Изменяется ли константа Михаэлиса в присутствии конкурентного ингибитора?
10. Можно ли наблюдать за скоростью ферментативной реакции по изменению молекулы кофермента?
11. Всегда ли ингибирование фермента необратимо?
12. Используют ли препараты очищенных ферментов в терапевтических целях?

Задание 4. Заполните таблицу 10

Таблица 10

Классы ферментов	Катализируемая реакция	Примеры ферментов
1.Оксидоредуктазы	Перенос атомов водорода или электронов от одного вещества к другому.	
2. Трансферазы		Трансаминаза, киназа
3. Гидролазы	Реакции гидролиза.	
4.	Негидролитическое присоединение к субстрату или отщепление от него группы атомов. При этом могут разрываться связи C-C, C-N, C-O, C-S.	
5. Изомеразы		Изомераза, мутаза.
6.	Соединение двух молекул в результате образования новых связей C-C, C-N, C-O, C-S, сопряженное с распадом АТФ.	

Задание 5. Допишите недостающие слова

Факторы, влияющие на активность ферментов.

1. Концентрация фермента и субстрата (чем ... концентрация ... веществ, тем выше скорость реакции).
2. Активная реакция среды (рН) (большинство ферментов проявляют максимальную активность при значении рН=... Некоторые активны только в среде (пепсин рН=...), некоторые только в ... (липаза рН=...). При

физических нагрузках в мышцах накапливается ..., способная закислять среду и ... активность многих ферментов).

3. Температура (Различные клеточные ферменты работают в своем диапазоне температур, где они проявляют ... активность (средние температуры от 37 °С до 40 °С) При ... температурах активность ферментов замедляется, при ... фермент(белок) разрушается (денатурация белка). При замораживании фермент сохраняет свою структуру и затем при размораживании восстанавливает свои свойства).

4. Активаторы и ингибиторы (ионы металлов, низкомолекулярные вещества) активаторы ... активность фермента (АТФ-аза миозина мышц активируется ионами Са), ингибиторы ... активность фермента, т.к. занимают место субстрата (конкурентные ингибиторы), или соединяются с неактивной частью и тем самым ... химическую природу фермента (катализ нарушается) (неконкурентные ингибиторы – ионы тяжелых металлов – свинец, медь, ртуть, мышьяк и многие яды)

1.8 Практическое занятие № 8. Биологическое окисление. Основы биоэнергетики. Компоненты дыхательной цепи. Механизмы окислительного фосфорилирования. Структура и механизм синтеза АТФ

Цель занятия: трактовать взаимосвязь процессов образования и потребления энергии в живых организмах и обосновать этапы биологического окисления субстратов до конечных продуктов, идущих с выделением энергии.

Рассмотреть структуру и механизм синтеза АТФ.

Вопросы к занятию

1. Дать определение понятиям метаболизма, анаболизма и катаболизма. Какова взаимосвязь катаболизма и анаболизма? Написать формулу АТФ. Свойства и биологическая роль АТФ.
2. Дать сравнительный анализ способов образования АТФ в организме человека. Привести примеры реакций, сопряженных с образованием АТФ (по одному на каждый способ).
3. Окислительное фосфорилирование (определение). Каков критерий его эффективности?
4. Транслокация протонов: какие звенья системы митохондриального окисления реализуют её, и в каком количестве?
5. Какие звенья входят в состав дыхательных ансамблей системы митохондриального окисления?
6. Какие звенья составляют укороченную дыхательную цепь? Какова ее эффективность?
7. Какое место занимают никотинамидные дегидрогеназы в дыхательных цепях системы митохондриального окисления? Написать реакцию восстановления молекулы НАД за счет окисляемого субстрата
8. Механизм разобщения окисления и фосфорилирования. Последствия разобщения. Привести примеры разобщителей эндогенного и экзогенного происхождения.
9. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Строение и свойства протон-зависимой АТФ-синтетазы.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Биологическое окисление - это:

- а) процесс распада органических соединений при участии кислорода;
- б) процесс синтеза органических веществ;

в) процесс образования кислорода в ходе химических реакций.

2. Каково химическое строение и свойства АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты)?

а) молекула АТФ состоит из сахара рибозы и трех остатков фосфорной кислоты;

б) молекула АТФ состоит из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты;

в) АТФ способна к хранению и передаче наследственной информации;

г) АТФ снабжает энергией большинство реакций, происходящих в клетке;

д) с помощью АТФ клетка движется, синтезирует новые соединения, избавляется от отходов.

3. Почему именно АТФ играет центральную роль в энергетическом обмене клетки?

а) потому что именно в АТФ фосфатные группы соединены макроэргическими связями;

б) потому что именно АТФ участвует в процессе окислительного фосфорилирования;

в) потому что АТФ участвует в процессе анаэробного гликолиза.

4. Какую роль играют мембраны клеток в преобразовании энергии?

а) на мембранах клеток осуществляются различные биохимические процессы;

б) на мембранах клеток происходит синтез АТФ и преобразование энергии квантов света при фотосинтезе;

в) благодаря мембранам осуществляются процессы диффузии — осмос и диализ.

5. *Что такое осмос?*

- а) осмос — это распространение молекул из области более высокой концентрации в область более низкой концентрации;
- б) осмос — это диффузия молекул воды или другого растворителя через мембрану;
- г) оба ответа верны.

6. *Что такое диализ?*

- а) диализ — это диффузия растворенного вещества через мембрану;
- б) диализ — это одна из форм диффузии;
- в) оба ответа верны.

7. *Какова энергетическая функция углеводов?*

- а) они являются поставщиком энергии для работы клетки;
- б) при их ферментативном расщеплении и окислении выделяется энергия, используемая клеткой;
- в) они вырабатывают энергию для роста и развития организма;
- г) они подвергаются гидролизу и дают энергию клетке;
- д) животные клетки хранят «горючее» в виде глюкозы для получения энергии;
- е) источником энергии в животных клетках является полисахарид гликоген.

8. *В каких органеллах клетки осуществляется синтез первичного органического вещества?*

- а) синтез органики осуществляется в хлорофилловых зернах и каротиноидах;
- б) синтез органики осуществляется в хлоропластах;
- в) синтез органики осуществляется в строме хлоропласта;
- г) синтез первичного органического вещества осуществляется в рибосомах.

9. Каково химическое строение и свойства пигментов хлоропластом, принимающих участие в процессе фотосинтеза?

- а) основными пигментами являются каротиноиды и хлорофиллы;
- б) основным пигментом является хлорофилл, а остальные играют вспомогательную роль;
- в) хлорофиллы нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях;
- г) хлорофиллы — это сложные эфиры хлорофиллиновой кислоты и двух остатков спиртов;
- д) в результате хемосинтеза осуществляется возврат в круговорот неорганических соединений;
- е) экологическая роль хемосинтеза состоит в том, что он может быть заменителем фотосинтеза.

10. Почему митохондрии называются электростанциями клеток?

- а) в митохондриях происходит анаэробный гликолиз глюкозы;
- б) в митохондриях происходит окислительное фосфорилирование или образование АТФ;
- в) в митохондриях при переносе электронов по дыхательной цепи ферментов образуются порции энергии;
- г) поток электронов через наружную мембрану генерирует градиент рН и мембранный потенциал;
- д) поток электронов через внутреннюю мембрану создает протондвижущую силу.

11. Какие градиенты участвуют в синтезе АТФ из АДФ и неорганического фосфора?

- а) лигазы и карбоксилазы;
- б) лактоза и мальтоза;

в) АТФ-синтетаза.

12. *Одинаковы ли по химическому составу межмембранное пространство, матрикс и цитозоль?*

а) да, они идентичны;

б) в матриксе содержатся специфические белки, а в цитозоле их нет;

в) через внутреннюю мембрану, имеющую мелкие поры, не могут пройти крупные молекулы.

13. *Для чего используется энергия, выделяющаяся при транспорте электронов по дыхательной цепи?*

а) для перекачивания протонов из межмембранного пространства в матрикс;

б) для выкачивания протонов из матрикса в межмембранное пространство;

в) оба ответа верны.

Задание 2. Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Рибоза является альдопентозой.

2. Мальтоза состоит из остатков глюкозы и фруктозы.

3. Запасной формой углеводов у животных является гликоген.

4. Природные моносахариды относятся к L-ряду.

5. Структура гликогена отличается от структуры крахмала большей разветвленностью полисахаридной цепи.

6. Образование АТФ и НАДФ-Н₂ характеризует анаболические процессы.

7. Одинаково ли количество молекул АТФ, образующихся при окислении НАД-Н₂ и ФАД-Н₂ в цепи биологического окисления?

8. Из одинаковых ли предшественников синтезируется молекула АТФ

при субстратном и окислительном фосфорилировании?

9. Способен ли КоQ (убихинон) присоединять атомы водорода?

10. Возможно ли биологическое окисление без окислительного фосфорилирования?

11. Относится ли цитохром c к гемопротеинам?

12. Образуется ли АТФ при микросомальном окислении субстратов?

Задание 3. Какие из приведенных утверждений не характеризуют АТФ?

1. Пуриновый пуклеотид.
2. Универсальный макроэрг в клетках.
3. Имеет две гуапидинфосфатные связи.
4. Имеет две фосфоагидридные связи.
5. Является формой запасаения, хранения и передачи энергии в клетках.

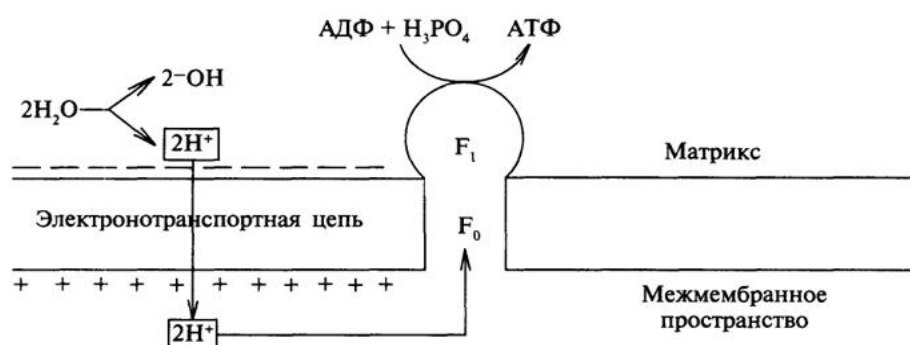
Задание 4. Какие из ниже перечисленных субстратов ЦТК не являются донорами водорода для дыхательной цепи?

- | | | |
|--------------|---------------|------------------|
| а) сукцинат; | в) изоцитрат; | д) оксалоацетат; |
| б) цитрат; | г) фумарат; | е) сукцинил-КоА. |

Расскажите о компонентах дыхательной цепи?

Задание 5. Написать формулу АТФ, обозначив макроэргические связи

Задание 6. Поясните схему



1.9 Практическое занятие № 9. Анаболизм, катаболизм углеводов. Аэробное окисление углеводов. Цикл трикарбоновых кислот.

Цель занятия: усвоить общие пути катаболизма биомолекул в живой клетке и значение цикла трикарбоновых кислот в метаболизме органических веществ.

Вопросы к занятию

1. Метаболизм, линейные и циклические метаболические пути, регуляторные (ключевые) ферменты.
2. Катаболизм и анаболизм, различия и взаимосвязь между ними.
3. Реакции дегидрирования как основной способ окисления веществ в организме. Пиридинзависимые и флавинзависимые дегидрогеназы. Роль витаминов РР и В₂ в окислительно-восстановительных реакциях. Схематическое строение коферментов НАД⁺, НАДФ⁺, ФАД- ФМН.
4. Адениловая система клетки, ее участие в энергетическом обмене. Центральная роль АТФ в процессах, связанных с затратой энергии. Способы синтеза АТФ: субстратное, окислительное и фотосинтетическое фосфорилирование. Понятие о макроэргах.
5. Общая характеристика цикла трикарбоновых кислот. Итоговое уравнение и биологическое значение этого процесса.

6. Биологическая роль цикла трикарбоновых кислот и его место в процессах катаболизма белков, углеводов и жиров.

7. Изобразить общую схему реакций цикла трикарбоновых кислот. В чем сущность этого процесса в целом?

8. Написать реакции окисления цикла трикарбоновых кислот, сопряженные с образованием АТФ.

9. Написать реакции цикла трикарбоновых кислот от ацетил-КоА до α -кетоглутаровой кислоты включительно. Указать энергетический итог этих реакций.

10. Написать реакцию субстратного фосфорилирования, протекающую в цикле трикарбоновых кислот. Указать класс фермента.

11. Написать уравнения реакций цикла трикарбоновых кислот от сукцинил-КоА до щавелевоуксусной кислоты. Их энергетическое значение.

12. Написать формулы метаболитов цикла трикарбоновых кислот, окисляемых по полной и укороченной дыхательным цепям. Каков энергетический итог этих реакций?

13. На каких стадиях реакции ЦТК сопряжены с дыхательными цепями? С какими именно?

Задание 1

Ответьте на вопросы теста

1. Из пировиноградной кислоты образуется уксусная кислота при:

- а) аэробном гликолизе; в) фотолизе воды;
- б) распаде АТФ; г) анаэробном гликолизе.

2. При биологическом окислении глюкозы образуются:

- а) углекислый газ и вода; в) углекислый газ, вода, АТФ;
- б) вода и АТФ; г) молекулы-переносчики и АТФ;

3. При неполном окислении глюкозы в мышцах человека накапливается:

- а) пировиноградная кислота; в) уксусный альдегид;
- б) этиловый спирт; г) молочная кислота.

4. Метаболизмом называют процесс:

- а) синтеза органических веществ; в) синтеза и распада веществ;
- б) распада органических веществ; г) дыхания.

5. Энергетический эффект гликолиза при расщеплении одной молекулы глюкозы равен:

- а) 2 молекулам АТФ; в) 36 молекулам АТФ;
- б) 12 молекулам АТФ; г) 18 молекулам АТФ.

6. Расщепление в клетке одной молекулы глюкозы до углекислого газа и воды сопровождается синтезом:

- а) 20 молекул АТФ;
- б) 12 молекул АТФ;
- в) 38 молекул АТФ;

7. Бескислородное расщепление глюкозы — это:

- а) фотолиз; б) гликолиз; в) дыхание; г) гемолиз.

8. Универсальным источником энергии в клетке является:

- а) урацил; б) АТФ; в) аминокислоты; г) РНК.

9. У экспериментальных животных исследовали влияние витаминов на скорость ЦТК. При отсутствии, какого витамина скорость реакций ЦТК не нарушалась?

- а) цианокобаламин; г) никотинамид;
- б) тиамин; д) рибофлавин.

в) пантотеновая кислота;

10. В ходе реакций цикла Кребса происходит восстановление коферментов четырех дегидрогеназ. Укажите субстраты ЦТК, причастные к появлению атомов водорода в составе соответствующих коферментов:

- а) цитрат; б) α -кетоглутарат; в) фумарат;
г) малат;
д) акупитат; е) изоцитрат; ж) сукцинат.

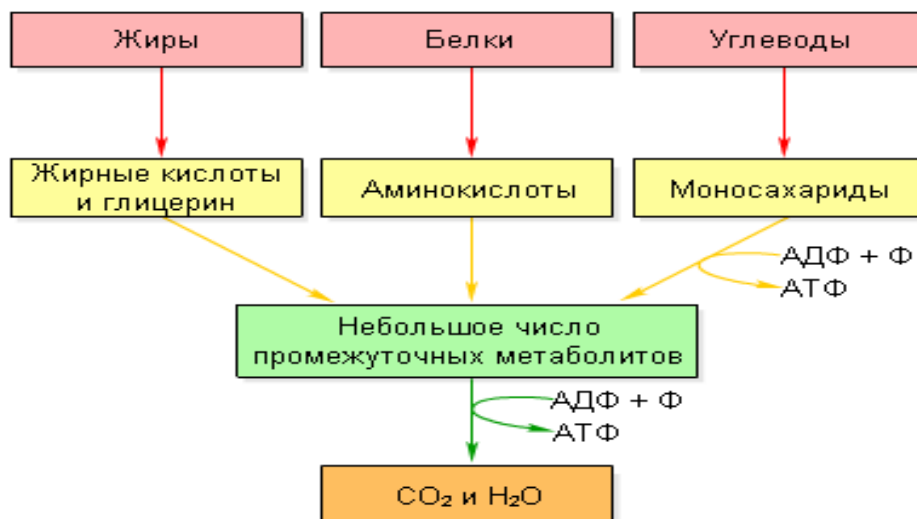
11. У экспериментального животного на фоне внутривенного введения глюкозы определили снижение активности ферментов ЦТК. Какие соединения являются непосредственными их ингибиторами?

а) НАДФН H^+ ; б) НАД $^+$; в) НАДН H^+ ; г) АТФ; д) АДФ.

12. В клинику доставили пострадавших во время землетрясения, находившихся без пищи 10 дней. Исследования активности ферментов ЦТК показали резкое снижение скорости этого процесса. Какие последствия это имеет для организма?

- а) обезвоживание;
в) снижение уровня глюкозы в крови;
г) образование большого количества эндогенной воды.

Задание 2. Поясните схему:



Задание 3. Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Скорость цикла Кребса регулируется аллостерическими ферментами - цитратсинтазой и изоцитрадегидрогеназой.
2. Положительный баланс цикла Кребса составляют 15 молекул АТФ.
3. Сукцинил-КоА является макроэргическим соединением.
4. В окислительном декарбоксилировании пировиноградной и α -кетоглутаровой кислот участвует КоА.
5. Доля окисления пирувата в общем энергообмене организма незначительна.
6. Все ферменты цикла Кребса находятся в митохондриях.
7. Зависит ли скорость цикла трикарбоновых кислот от концентрации АТФ в клетке?
8. Катализирует ли сукцинатдегидрогеназа окисление янтарной кислоты?
9. Происходит ли в цикле Кребса субстратное фосфорилирование?
10. Все ли атомы глюкозы окисляются в цикле Кребса до CO_2 ?
11. Образуется ли НАДФ- H_2 в цикле трикарбоновых кислот?
12. Может ли цитрат из митохондрий попадать в цитоплазму?

Задание 4. Заполните таблицу 11

Таблица 11

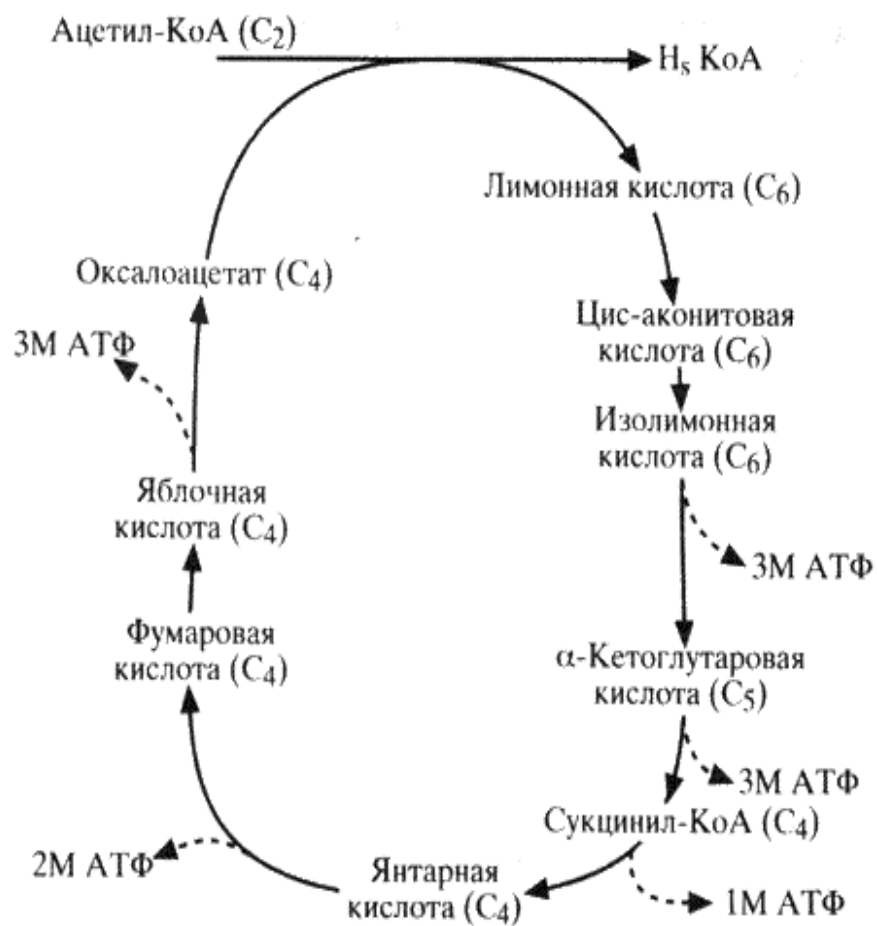
Промежуточные метаболиты общего пути катаболизма	Источники образования	Возможные продукты превращения
Пировиноградная кислота		
Ацетил-КоА		
Промежуточные метаболиты цикла Кребса: ...		

Задание 5. Поясните схему



Задание 6

Поясните схему



1.10 Практическое занятие № 10. Обмен липидов. Переваривание и всасывание липидов пищи. Транспорт липидов. Внутриклеточный обмен липидов. Кетоновые тела. Регуляция липидного обмена

Цель занятия: систематизировать и обобщить знания о переваривании и всасывании липидов. Рассмотреть механизм регуляции и обмена липидов. Кетоновые тела.

Вопросы к занятию

1. Что такое гликолипиды?
2. Что такое жиры?
3. Что такое кетонемия?
4. Что такое кетоновые тела?
5. Что такое кетонурия?
6. Что такое липиды?
7. Что такое липолиз?
8. Что такое стериды?
9. Что такое сфингофосфолипиды?
10. Что такое фосфатиды?
11. Какие органические вещества называются липидами?
12. Какие химические компоненты входят в состав фосфатидов?

Задание 1 Ответьте на вопросы теста

1. Каким общим свойством обладают липиды?

- а) имеют четное число углеродных атомов;
- б) гидролизуются панкреатическими липазами;

- в) растворяются в неполярных органических растворителях;
- г) вступают в реакции омыления;
- д) растворяются в воде.

2. *Какие биологически активные вещества в организме образуются лишь из арахидоновой кислоты?*

- а) стериды; б) фосфолипиды; в) кетоновые тела;
- г) простагландины; д) липопроотеины.

3. *В какой части клетки происходит бета-окисление жирных кислот?*

- а) в цитоплазме клетки;
- б) в матриксе митохондрий;
- в) в ядре клетки;
- г) на внутренней мембране митохондрий;
- д) в лизосомах.

4. *Сколько дегидрирований происходит при бета-окислении стеариновой кислоты до ацетил-КоА?*

- а) восемь;
- б) двенадцать;
- в) четырнадцать; г) шестнадцать; д) двадцать

5. *Сколько молей АТФ может быть образовано на 1 моль пальмитиновой кислоты при ее окислении в клетке до углекислого газа и воды, с учетом затрат?*

- а) 96 молей;
- б) 106 молей;
- в) 129 молей;

г) 1
д) 1

6. *Ключевой фермент, регулирующий синтез холестерина, катализирует превращение:*

- а) ацетоацетил-КоА в бета-гидрокси-бета-метилглутарил-КоА.

- б) диметилаллилпирофосфата в изопентилпирофосфат.
- в) бета-окси-бета-метилглутарил-КоА в мевалоновую кислоту.
- г) сквалена в холестерин.
- д) мевалоновой кислоты в пирофосфорный эфир мевалоновой кислоты.

7. Какова биологическая роль липопротеинов в организме?

- а) являются резервными белками;
- б) выполняют сократительную функцию;
- в) служат для транспорта липидов в организме;
- г) являются источником энергии;
- д) являются аллостерическими ингибиторами.

8. Какой фермент имеет наибольшее значение во внутриклеточном липолизе и является регуляторным ферментом?

- а) аденилатциклаза;
- б) протеинкиназа;
- г) диглицеридлипаза;

9. Каким образом происходит всасывание в кишечнике высших жирных кислот?

- а) свободное всасывание;
- б) в виде ЦДФ-производных;
- в) в виде эмульгированного жира;
- г) в виде мицелл;
- д) в виде хиломикронов.

10. Распад высших жирных кислот преимущественно идет по пути:

- а) декарбоксилирования;
- б) восстановления;
- в) бета-окисления;
- г) альфа-окисления;

11. Какое низкомолекулярное азотистое основание принимает участие в переносе остатка жирной кислоты через мембрану митохондрий?

- а) карнозин;
- в) креатинин;

д) карнитин.

б) креатин;

г) анзерин;

12. Какие из ниже перечисленных частиц транспортируют в основном триглицериды из кишечника к периферическим тканям?

а) мицеллы;

б) хиломикроны;

в) липопроотеины очень низкой плотности;

г) липопроотеины низкой плотности;

д) липопроотеины высокой плотности.

13. В какой части клетки идёт синтез высших жирных кислот?

а) ядро;

б) митохондрии;

в) цитозоль;

г) лизосомы;

14. Увеличению количества триглицеридов в жировых клетках, угнетая процессы липолиза, способствует гормон:

а) адреналин;

г) кортизол;

б) глюкагон;

д) инсулин.

в) тироксин;

15. Желчные кислоты отличаются от холестерина:

а) отсутствием двойной связи;

г) верно А, В, С;

б) наличием гидроксильных групп;

д) верно А и В.

в) более короткой боковой цепью;

16. В основе структуры холестерина лежит:

а) фенантрен;

б) пентофенантрен;

в) циклопентан;

г) циклопентанпергидрофенантрен;

д) циклопентанфенантрен

17. *Липопротеины переносят:*

- а) глицериды;
- б) фосфолипиды;
- в) холестерин;
- г) все ответы правильные.

Задание 2

Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Жиры расщепляются с образованием свободных жирных кислот.
2. Пальмитиновая и олеиновая жирные кислоты являются ненасыщенными соединениями.
3. Транспортной формой триацилглицеролов являются хиломикроны.
4. Глицерин нельзя отнести к жирам.
5. Наличие желчи ускоряет действие липазы.
6. Активирование жирных кислот требует затраты энергии.
7. Участвует ли карнитин в окислении жирных кислот?
8. Необходимо ли предварительное активирование жирной кислоты для синтеза нейтральных жиров?
9. Расщепляются ли белки под действием липазы?
10. Ненасыщенные жирные кислоты синтезируются значительно быстрее, чем насыщенные.
11. Активирует ли адреналин липолиз в жировой ткани?

Задание 3

Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Полное окисление одной молекулы пальмитиновой кислоты до CO_2 и H_2O сопровождается образованием 130 молекул АТФ.
2. Линоленовая кислота является незаменимой для человека.

3. Простагландины образуются из полиненасыщенных жирных кислот.
4. Холестерин в сыворотке крови находится только в свободном состоянии.
5. Можно ли заменить НАДФ•Н₂ на НАД•Н₂ в биосинтезе высших жирных кислот?
6. Участвует ли биотин в биосинтезе жирных кислот?
7. Возможно ли полное превращение нейтральных жиров в углеводы в животном организме?
8. Обратимы ли все стадии окисления жирных кислот в митохондриях?
9. Нужны ли витамины В₂ и РР для нормального протекания окисления жирных кислот?
10. Повышается ли с возрастом концентрация холестерина в сыворотке крови человека?
11. В организме животных встречаются в основном жирные кислоты с четным числом углеродных атомов.
12. Фосфатидилхолин содержит остаток серина в составе своей молекулы.
13. Карнитин осуществляет транспорт активированных жирных кислот в митохондрии.
14. Желчные кислоты синтезируются в печени.
15. В состав парных желчных кислот может входить глицин.
16. Синтезируются ли в организме гормоны липидной природы?
17. Велико ли содержание холестерина в хиломикронах?
18. Нужен ли восстановленный НАДФ•Н₂ для биосинтеза холестерина?
19. Может ли ацетон образоваться из ацетоуксусной кислоты?

Задание 4

Ответить на вопросы

1. Указать примерный белковолипидный состав в процентах:
а) ЛПВН; б) ЛПНП; в) ЛПОНП;
2. Какой основной процесс дает энергию:
а) в печени? б) в сердечной мышце? в) в эритроцитах? г) в мозге?

Задание 5

Заполните таблицу 12

Таблица 12

	Панкреатическая липаза	Липопротеинлипаза	ТАГ-липаза
Локализация реакции			
Активаторы реакции			
Основные продукты реакции			
Судьба продуктов реакции			

Задание 6

Заполните таблицу 13

Таблица 13

Процессы	окис- ление	Биосинтез ЖК
Локализация процесса		
Переносчик субстрата через митохондриальную мембрану		
Коферменты окислительно-восстановительных реакций		
Источник присоединяемого фрагмента или отщепляемый фрагмент		
Регуляторные ферменты Регуляторные факторы: активаторы ингибиторы		

1.11 Практическое занятие № 11. Обмен белков и аминокислот. Переваривание белков. Внутриклеточный обмен. Катаболизм и биосинтез аминокислот

Цель занятия: обобщить знания, полученные на занятие по теме «Белки», уметь объяснять сущность процесса биосинтеза белков и его значение. Сформировать знания об основных этапах процесса биосинтеза белка: транскрипции и трансляции.

Вопросы к занятию

1. Что такое дезаминирование?
2. Что такое декарбоксилирование?
3. Что такое полисома?
4. Что такое процессинг белков?
5. Что такое терминаторные кодоны?
6. Что такое транслирующая рибосома?
7. Что такое трансляция?
8. Какова специфичность действия протеолитических ферментов: химотрипсина, пепсина, трипсина?
9. Как называются ферменты, ускоряющие гидролиз дипептидов?
10. *Окислительное дезаминирование α -аминокислот приводит к образованию:*
 - а) α -оксикислот;
 - б) α -кетокислот;
 - в) непредельных кислот;
11. *В результате реакций декарбоксилирования происходит отщепление:*

а) оксида углерода (IV); б) аммиака; в) воды; г) атомов водорода.

12. Субстратами дипептидазы являются:

- а) аминокислоты;
- б) полипептиды;
- в) дипептиды;
- г) биогенные амины.

13. Ферменты аминотрансферазы ускоряют реакции:

- а) дезаминирования; г) декарбоксилирования;
- б) переаминирования; д) транскликозилирования.
- в) восстановительного аминирования;

14. Рибосома представляет собой:

- а) надмолекулярный комплекс; г) нуклеопротеин;
- б) клеточную органеллу; д) сложный фермент.
- в) мультиэнзимный комплекс;

15. При образовании аминоктил-тРНК возникает:

- а) простая эфирная связь; г) сложноэфирная связь;
- б) пептидная связь; д) водородная связь.
- в) гликозидная связь;

16. Иницирующим кодоном мРНК является:

- а) УУУ; б) АЦГ; в) АУГ; г) УАГ.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. Окислительное дезаминирование α -аминокислот приводит к образованию:

а) α -оксикислот; б) α -кетокислот; в) непредельных кислот; г) альдегидокислот.

2. В результате реакция декарбоксилирования происходит отщепление:

а) оксида углерода (IV); б) аммиака; в) воды; г) атомов водорода.

3. *Субстратами дипептидазы являются:*
- а) аминокислоты;
 - б) полипептиды;
 - в) дипептиды;
4. *Ферменты аминотрансферазы ускоряют реакции:*
- а) дезаминирования;
 - б) переаминирования;
 - в) восстановительного аминирования;
 - г) декарбоксилирования;
 - д) транскликозилирования;
5. *Белки расщепляются в:*
- а) пищеводе; б) ротовой полости; в) печени;
 - г) желудке, кишечнике.
6. *Конечный продукт обмена белков:*
- а) аминокислоты; б) углеводы; в) мочевины; г) кислород.
7. *В организме невосполним недостаток:*
- а) жиров; в) белков;
 - б) углеводов; г) глюкозы.
8. *Люди не могут обходиться только растительной пищей, так как:*
- а) в ней мало углеводов;
 - б) в ней нет жиров;
 - в) в ней нет белков;
 - г) растения не содержат всех необходимых аминокислот.
9. *Пластический обмен состоит преимущественно из реакций:*
- а) распада органических веществ;
 - б) распада неорганических веществ;
 - в) синтеза органических веществ;
 - г) синтеза неорганических веществ.
10. *Синтез белка происходит в:*

11. Выберите признаки, соответствующие особенностям белкового обмена в организме человека.

12. Декарбоксилирование аминокислот приводит к образованию:

13. Коферментом большинства декарбоксилаз аминокислот является:

14. Гликогенной аминокислотой не является:

15. Метаболит цикла Кребса, участвующий в реакциях трансаминирования:

- а) цитрат;
- б) изоцитрат;
- в) сукцинат;
- г) фумарат;

16. Заменяемой аминокислотой для человека является:

- а) фенилаланин; в) триптофан; д) метионин.
- б) тирозин; г) треонин;

17. Коферментом дезаминирования аминокислот не может быть:

- а) НАД⁺; в) ФАД; д) ПФ.
- б) ФМН; г) ТПФ;

18. Соединение, которое не образуется из тирозина:

- а) гомогентизиновая кислота;
- б) норадреналин;
- в) фенилаланин;
- г) адреналин; д) дофамин.

19. Молекула глицина не участвует в синтезе:

- а) гемма; г) парных желчных кислот;
- б) пуриновых оснований; д) креатина.
- в) пиримидиновых оснований;

20. Альбинизм связан с нарушением обмена:

- а) метионина; в) серина; д) триптофана.
- б) цистеина; г) тирозина;

21. Фенилпировиноградная олигофрения развивается в результате врожденного отсутствия фермента класса:

- а) оксидоредуктаз; в) трансфераз; д) изомераз.
- б) гидролаз; г) лиаз;

22. Где происходит расщепление некоторых белков и молочного жира?

а) в желудке; б) в тонком кишечнике; в) в 12-ти – перстной кишке.

23. В органах пищеварения не расщепляются:

а) углеводы; б) воды и минеральные соли; в) жиры; г) белки.

Задание 2. Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Восстановленные коферменты оксидаз аминокислот могут непосредственно окисляться молекулярным кислородом.

2. Дезаминирование глутаминовой кислоты сопровождается промежуточным образованием иминокислоты.

3. Коферментом моноаминоксидаз (МАО) служит ФАД.

4. Декарбоксилирование аминокислот является необратимым процессом.

5. Аммиак образуется при любом типе дезаминирования аминокислот.

6. Обладает ли гистамин сосудосуживающим действием?

7. Является ли дофамин предшественником норадреналина?

8. Возможно ли декарбоксилирование 5-окситриптофана в организме человека?

9. Все ли природные аминокислоты могут "сгорать" в цикле Кребса?

10. Может ли из аланина образоваться глюкоза в организме человека?

11. Относится ли лейцин к кетогенным аминокислотам?

12. Тирозин является незаменимой аминокислотой для человека.

13. В окислительном дезаминировании аминокислот могут участвовать разные коферменты.

14. Реакции трансаминирования аминокислот необратимы.

Задание 3. Вопросы, требующие однозначного ответа

1. Коферментом аминотрансфераз служит ФАД.
2. В процессе трансаминирования выделяется аммиак.
3. Возможно ли превращение пировиноградной кислоты в аланин в организме человека?
4. Является ли фенилаланин предшественником серотонина?
5. Используют ли определение активности аспаратаминотрансферазы в сыворотке крови человека для диагностики инфаркта миокарда?
6. Нужен ли витамин В₁ для реакций трансаминирования?
7. Усиливается ли глюконеогенез при сахарном диабете?
8. Участвуют ли лизин и треонин в реакциях трансаминирования?
9. Протеиназы, амилазы и липазы относятся к классу гидролаз.
10. Таурин является продуктом превращения цистеина.
11. Скатол и индол образуются в кишечнике из аминокислоты тирозина.
12. Соляная кислота в желудке способствует активации пепсиногена.
13. При деаминировании аминокислот в организме образуются биогенные амины.
14. Пепсин относится к эндопептидазам.
15. Участвует ли трипсин в активации химоотрипсина?
16. Возможно ли самопереваривание пепсина в желудке?
17. Относятся ли карбокси- и аминопептидазы к эндопептидазам?
18. Глицин участвует в синтезе пуриновых оснований.
19. Аргинин служит источником образования оксида азота.
20. Моноксигеназы участвуют в образовании катехоламинов.
21. Триптофан может служить предшественником образования рибонуклеотида никотиновой кислоты (витамина РР).
22. Серотонин образуется из серина.
23. Входит ли глутаминовая кислота в состав глутатиона?

24. Является ли гомогентизиновая кислота промежуточным продуктом превращения фенилаланина?
25. Возможно ли превращение гистидина в глутаминовую кислоту?
26. Является ли креатинфосфат макроэргическим соединением?
27. Может ли цистеин подвергаться процессу декарбоксилирования?
28. Возможны ли превращения глицина в серин и треонин?

Задание 4. Ответьте письменно на вопросы

1. Механизм активации:

- а) пепсиногена;
- б) трипсиногена;
- в) химотрипсиногена;
- г) проэластазы.

2. Написать реакции обезвреживания в печени:

- а) фенолов;
- б) индола;
- в) бензойной кислоты;
- г) аммиака.

3. Рассмотреть механизм реакций и участие коферментов в процессах:

- а) гидроксилирования;
- в) трансреаминирования;
- б) трансдезаминирования;
- г) метилирования.

4. Наиболее полно указать фармакологические эффекты:

- а) дофамина;
- б) гистамина

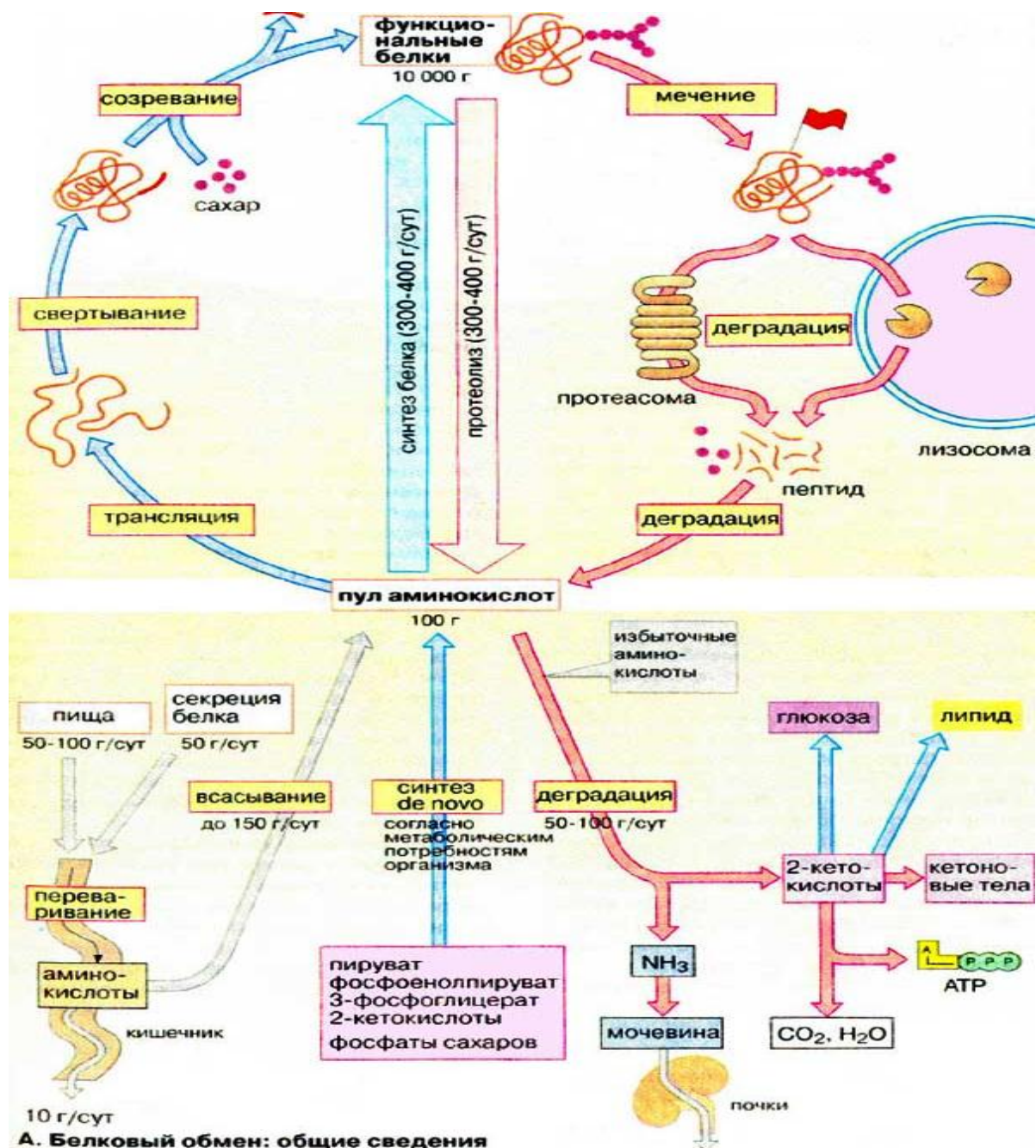
5. Разобрать случаи нарушения обмена:

- а) триптофана;
- в) серосодержащих аминокислот;
- б) тирозина;
- г) аминокислот с разветвленной цепью.

6. В биосинтезе каких соединений участвует:

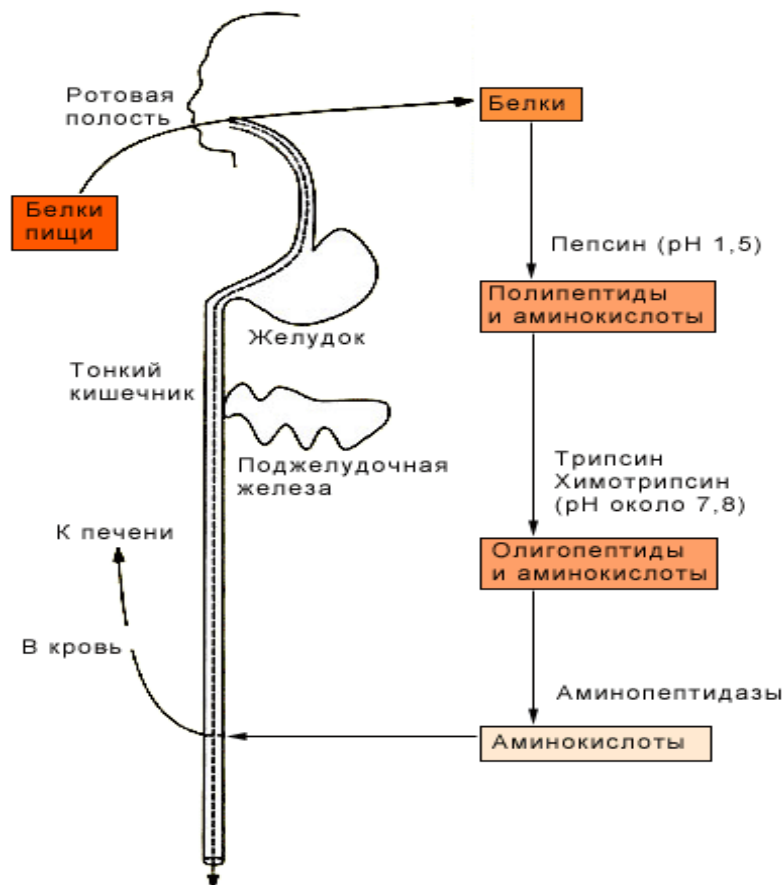
- а) метионин;
- б) аргинин;
- в) глутамин;
- г) глицин.

Задание 5. Поясните схему



А. Белковый обмен: общие сведения

Задание 6. Поясните схему



1.12 Практическое занятие № 12. Гормоны. Общая характеристика. Классификация и механизм действия центральных и периферических эндокринных желез

Цель занятия: изучить информацию о железах внутренней секреции, раскрыть роль гормонов в жизнедеятельности организма человека; обобщить знания о нервно-гуморальной регуляции функций организма.

Вопросы к занятию

1. Дайте определение гормонам как классу биологически активных соединений и поясните, какое место они занимают в общей системе регуляции метаболизма в организме.

2. В чем заключается специфика биохимического действия гормонов?

3. Назовите основные группы гормонов в зависимости от их химического строения и приведите примеры соединений, относящихся к каждой группе.

4. Объясните, в чем заключается особенность межгормональных взаимодействий, основанных на принципах положительной прямой и отрицательной обратной связи, синергизма и антагонизма действия гормонов.

5. Рассмотрите взаимосвязь химического строения гормонов и механизма их действия:

а) мембранного; мембранно-внутриклеточного;

б) цитозольного.

6. Опишите особенности химического строения, биохимические функции и механизм действия гормонов:

а) гипоталамуса; г) поджелудочной железы;

б) гипофиза; д) надпочечников.

в) щитовидной железы;

7. В чем заключается особенности химического строения веществ, выполняющих функции местных гормонов (простагландинов)?

8. Дайте краткую биохимическую характеристику фитогормонов.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. К железам внутренней секреции относятся:

а) поджелудочная железа;

б) половые железы;

в) щитовидная железа.

2. Гормоном поджелудочной железы является:

а) инсулин;

б) адреналин;

в) тироксин.

3. Смешанными железами являются:

а) гипофиз; б) слюнная железа; в) половые железы.

4. При недостаточном действии инсулина:

а) уровень глюкозы в крови повышается;
б) уровень глюкозы в крови понижается;
в) повышается кровяное давление.

5. Всеми гормональными процессами в организме управляет:

а) гипофиз; б) половые железы; в) поджелудочная железа.

6. В крови больного обнаружено повышенное содержание сахара.

Недостаток какого гормона вызывает такое явление?

а) гормона роста; б) инсулина; в) тироксина.

7. Гормоны какой железы непосредственно влияют на рост человека?

а) надпочечников; в) гипофиза.
б) поджелудочной железы;

8. Препарат, какого гормона врачи предписывают принимать больным, страдающим микседемой?

а) адреналин; б) инсулин; в) тироксин.

9. Какой гормон выделяется в кровь при сильном волнении человека?

а) адреналин; б) инсулин; в) тироксин.

10. Какую эндокринную железу называют «дирижером оркестра эндокринных желез»?

а) щитовидную железу; б) гипофиз; в) надпочечники.

11. Секрет желез внешней секреции непосредственно выделяется:

а) в полость тела; б) кровеносные сосуды; в) органы мишени.

12. К железам внутренней секреции относят:
- а) поджелудочную железу; б) надпочечники; в) печень.
13. К железам внешней секреции относят:
- а) половые железы; б) щитовидную железу; в) слюнные железы.
14. Гормоны, выделяемые гипофизом, непосредственно не воздействуют:
- а) на поджелудочную железу;
б) щитовидную железу;
в) надпочечники.
15. Действующим началом гормона тироксина является:
- а) бром; б) йод; в) железо.
16. Недостаток гормонов щитовидной железы:
- а) снижает возбудимость нервной системы;
б) повышает возбудимость нервной системы;
в) практически не влияет на возбудимость нервной системы.
17. Железы внутренней секреции выделяют секрет, в котором содержатся:
- а) витамины; б) гормоны; в) ферменты.
18. При недостатке гормона щитовидной железы развивается заболевание:
- а) базедову болезнь; б) гигантизм; в) сахарный диабет.
19. Избыток ростового гормона вызывает:
- а) базедову болезнь; б) гигантизм; в) сахарный диабет.
20. Превращение в печени гликогена в глюкозу происходит за счет:
- а) инсулина; б) глюкагона; в) тироксина.
21. Сахарный диабет - это заболевание, которое связано с недостаточной деятельностью:

- а) поджелудочной железы; в) щитовидной железы.
б) надпочечников;

22. *Центральная роль в сохранении гормонального равновесия в организме принадлежит:*

- а) таламусу; б) мозжечку; в) гипоталамусу.

23. *Гипоталамус активно влияет на железы внутренней секреции через:*

- а) эпифиз; б) щитовидную железу; в) гипофиз.

24. *По своей химической природе гормоны - это:*

- а) жиры; б) углеводы; в) нуклеиновые кислоты.

Задание 2

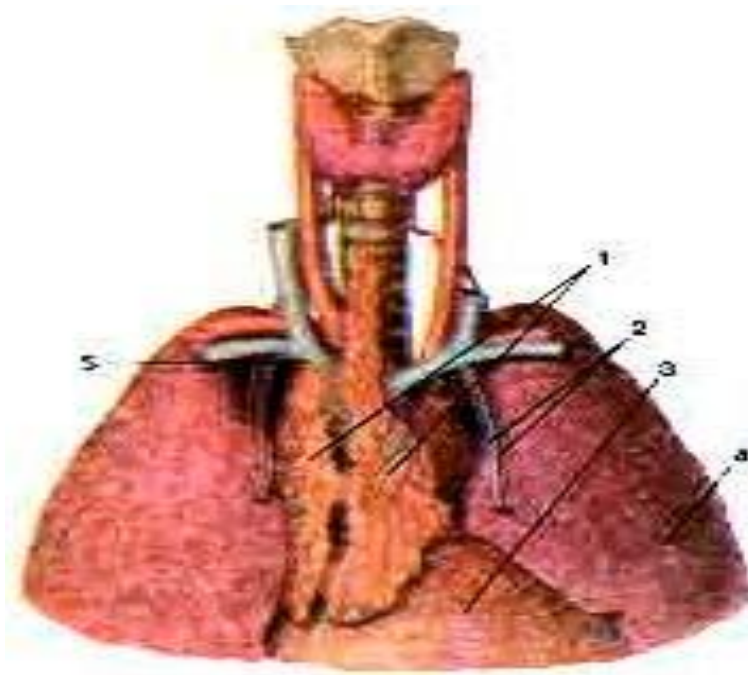


Рисунок 5

1.Какая железа изображена на рисунке 5 под цифрой 1?

2.Опишите строение этой железы по плану: расположение в организме, строение?

Задание 3. Напишите, какие железы внутренней секреции обозначены на рисунке 6 цифрами 1, 5.

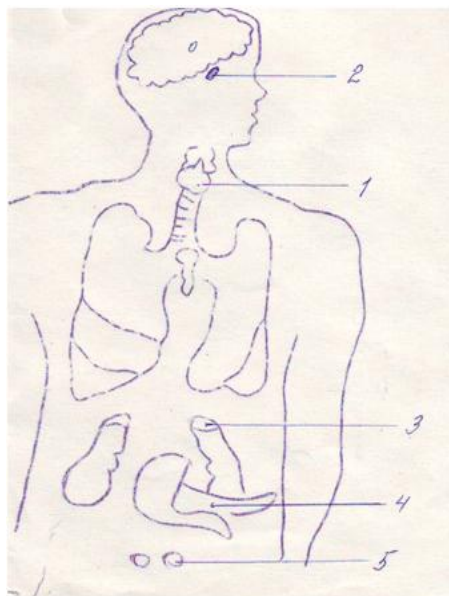


Рисунок 6

Задание 4. Заполните пробелы в таблице 14

Таблица 14

Название железы	Как устроена железа	Какой гормон синтезирует	Какое влияние оказывают гормоны на организм	Какие болезни вызывает нарушение функции железы
Гипофиз	Вес 0,5 г, красновато-бурого цвета, состоит из двух долей.	Регуляторные гормоны, гормон роста.	Управляют деятельностью эндокринных желез, контролирует рост тела.	Карликовость, акромегалия, ожирение.
Щитовидная железа		Тироксин, кальцитонин.		

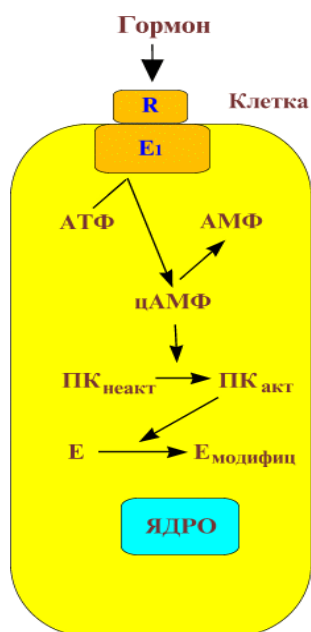
Поджелудочная железа			На углеводный обмен (пополнение запасов гликогена).	
----------------------	--	--	---	--

Задание 5

В скобках к вопросам даны варианты ответов, подчеркните правильные

1. Куда непосредственно попадают гормоны, вырабатываемые в железах внутренней секреции? (кишечник, тканевая жидкость, кровяное русло, нервные клетки, поверхность кожи).
2. Каково значение гормонов? (торможение функции органа, активизация функции органа, рост организма, развитие организма, регуляция обмена веществ).
3. Чем регулируются моментальные реакции организма? (гормоны, нервная система).
4. Какой химический элемент является действующим началом в тироксине – гормоне щитовидной железы? (бром, калий, йод, железо).
5. Какие болезни развиваются при недостатке гормона щитовидной железы? (микседема, базедова болезнь, гигантизм, кретинизм).
6. С нарушением функции, какой железы у взрослого человека связана болезнь акромегалия – увеличение стоп и кистей, мягких тканей лица? (щитовидной железы, гипофиза, надпочечников, поджелудочной железы, околощитовидных желез).
7. Что служит непосредственным источником секреции гормонов в организме (пища, свет, воздух, сам организм)?
8. Влияет ли окружающая среда на функцию желез внутренней секреции? (да, нет).

Задание 6. Поясните схему



1.13 Практическое занятие № 13. Регуляция обмена воды и минеральных веществ

Цель занятия: изучить механизмы регуляции обмена воды и минеральных веществ в организме. Обобщить знания студентов о значении минеральных веществ для организма человека. Углубить знания студентов о неорганических веществах клетки.

Вопросы к занятию

1. Перечислите функции воды в организме.
2. Что такое внутри- и внеклеточная вода? Каково их соотношение в организме.
3. Какова суточная потребность человека в воде? Что понимают под водой экзогенной и эндогенной?
4. Какие органы и ткани выполняют в организме роль депо воды? Назовите пути выделения из организма воды.

5. Назовите гормоны, регулирующие обмен воды в организме. Какова их химическая природа? Охарактеризуйте механизм их действия на водный обмен.

6. Назовите основные признаки нарушений водного обмена. Чем они обусловлены?

7. Какие вещества относятся к микро- и макроэлементам? Приведите их примеры. Перечислите функции, выполняемые в организме минеральными веществами.

8. Электролитный состав плазмы крови и клеточной цитоплазмы. Макро-(K, Mg, Na, Ca, P, S) и микроэлементы (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Co, Cr, I, F, Se).

9. Какова биологическая роль калия и натрия? Как они распределяются во внеклеточном и внутриклеточном пространствах?

10. Какие гормоны регулируют содержание калия и натрия в организме? Назовите эндокринные заболевания, сопровождающиеся нарушением обмена калия и натрия в организме.

11. Какова биологическая роль кальция и фосфора? В каком виде содержатся кальций и фосфор в клетках?

12. Какие витамины и гормоны влияют на фосфорно-кальциевый обмен? Какова химическая природа данных гормонов и механизм их действия?

13. При каких заболеваниях и как изменяется содержание кальция и фосфора в крови? Каковы причины данных заболеваний? Причины и последствия гипер- и гипокальциемии?

14. Какова биологическая роль магния и хлора? Назовите группы ферментов, активируемых магнием. В каких случаях в организме создается недостаточность хлора?

15. Какова биологическая роль серы в организме? Какие группы веществ содержат в своих молекулах серу? Приведите примеры.

16. Какова роль железа в организме? Как происходит обмен железа в организме (пищевые источники, всасывание, транспорт по крови, удаление из организма, депонирование). Причины железодефицитных анемий.

17. Какова роль йода в организме? Какая патология развивается при недостаточном поступлении йода? Как проводится профилактика этой патологии?

18. Какова роль в организме кобальта? Какой витамин содержит в своем составе кобальт? Какая патология возникает при недостаточной обеспеченности организма данным веществом? Что понимают под внутренним и внешним факторами Кастла?

19. Какова роль в организме цинка и меди? Приведите примеры ферментов, для функционирования которых необходимы медь и цинк? Причины и последствия недостатка меди.

20. Какова роль в организме молибдена, марганца, хрома, селена? Приведите примеры ферментов, для функционирования которых необходимы указанные микроэлементы.

21. Какова роль в организме фтора? Какие нарушения развиваются при недостаточном или избыточном поступлении фтора в организм?

22. Токсические микроэлементы (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, кремний). Профессиональная интоксикация.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста:

1. *Первое место по количественному содержанию в организмах:*

а) белкам; в) воде; д) полисахаридам

б) липидам; г) минеральным веществам;

2. *Вода, образующаяся в процессе обмена веществ, называется:*

а) прочносвязанной; в) эндогенной;

б) экзогенной; г) иммобилизованной.

3. Ассоциированная структура воды образуется за счет:

- а) ионных связей;
- в) водородных связей;
- б) ковалентных связей;
- г) ван-дер-ваальсовых связей.

4. В образовании активной формы инсулина принимают участие катионы:

- а) Na^+ ; б) Zn^{2+} ;
- в) Fe^{2+} ; г) Mg^{2+} ;
- д) Cu^{2+} .

5. Катионы Co^{2+} входят в состав витамина:

- а) А; б) С; в) Е; г) B_{12} ; д) B_6 .

6. Основной костной ткани являются соединения:

- а) кальция и фосфора; в) кальция и хлора;
- б) натрия и калия; г) меди и азота.

7. В состав цитохромов класса а входят катионы:

- а) K^+ ; б) Cu^{2+} ; в) Na^+ ; г) Fe^{2+} ; д) Zn^{2+} .

8. Гомеостаз — это:

- а) обмен веществ и превращение энергии;
- б) регулярное снабжение организма пищей;
- в) поддержание постоянства среды жизни;
- г) поддержание изменчивости организма.

9. Метаболизмом называют процесс:

- а) синтеза органических веществ;
- б) распада органических веществ;
- в) синтеза и распада веществ;
- г) дыхания.

Задание 2. Рассмотрите приведенную таблицу 15, расскажите о роли основных макро и микроэлементов в организме

Таблица 15

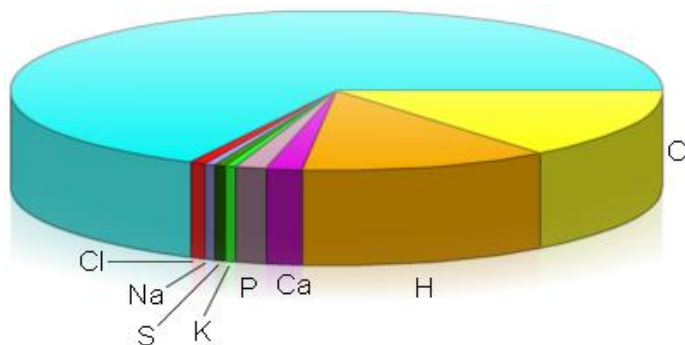
Биологическое значение элементов																				
I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII						
1 1 Водород	H	макроэлементы микроэлементы следовые количества															2 4 Гелий	He	1	
3 6,9 Литий	Li	4 9 Бериллий	Be	5 10,8 Бор	B	6 12 Углерод	C	7 14 Азот	N	8 16 Кислород	O	9 19 Фтор	F	10 20,2 Неон	Ne	2				
11 23 Натрий	Na	12 24,3 Магний	Mg	13 27 Алюминий	Al	14 28,1 Кремний	Si	15 31 Фосфор	P	16 32,1 Сера	S	17 35,5 Хлор	Cl	18 39,9 Аргон	Ar	3				
19 39,1 Калий	K	20 40,1 Кальций	Ca	21 45 Скандий	Sc	22 47,9 Титан	Ti	23 50,9 Ванадий	V	24 52 Хром	Cr	25 54,9 Марганец	Mn	26 55,8 Железо	Fe	27 58,9 Кобальт	Co	28 58,7 Никель	Ni	4
29 63,5 Медь	Cu	30 65,4 Цинк	Zn	31 69,7 Галлий	Ga	32 72,6 Германий	Ge	33 74,9 Мышьяк	As	34 79 Селен	Se	35 79,9 Бром	Br	36 83,8 Криптон	Kr	5				
37 85,5 Рубидий	Rb	38 87,6 Стронций	Sr	39 88,9 Иттрий	Y	40 91,2 Цирконий	Zr	41 92,9 Ниобий	Nb	42 95,9 Молибден	Mo	43 97,9 Технеций	Tc	44 101,1 Рутений	Ru	45 102,9 Родий	Rh	46 106,4 Палладий	Pd	6
47 107,9 Серебро	Ag	48 112,4 Кадмий	Cd	49 114,8 Индий	In	50 118,7 Олово	Sn	51 121,8 Сурьма	Sb	52 127,6 Теллур	Te	53 126,9 Йод	I	54 131,3 Ксенон	Xe	7				
55 132,9 Цезий	Cs	56 137,3 Барий	Ba	Лантаноиды		72 178,5 Гафний	Hf	73 180,9 Тантал	Ta	74 183,8 Вольфрам	W	75 186,2 Рений	Re	76 190,2 Осмий	Os	77 192,2 Иридий	Ir	78 195,1 Платина	Pt	8
79 197 Золото	Au	80 200,6 Ртуть	Hg	81 204,4 Таллий	Tl	82 207,2 Свинец	Pb	83 209 Висмут	Bi	84 209 Полоний	Po	85 210 Астат	At	86 222 Радон	Rn	9				
87 223 Франций	Fr	88 226 Радий	Ra	Актиноиды		104 261,1 Резерфордий	Rf	105 262,1 Дубний	Db	106 263,1 Сибиргий	Sg	107 262,1 Борий	Bh	108 265 Хассий	Hs	109 266 Мейтнерий	Mt	110 269 Дармштадтий	Ds	10
111 272 Рентгений	Rg	112 285 Унунбий	Uub	113 284 Унунтрий	Uut	114 102,9 Унунквадий	Uuq	115 288 Унунпентий	Uup	116 292 Унунгексий	Uuh	117 291 Унунсептий	Uus	118 294 Унуноктий	Uuo	11				

Задание 3

Расположите элементы в порядке уменьшения их содержания в организме человека. 1.Хлор 2.Железо 3.Кислород 4. Кальций

В виде, каких соединений данные элементы содержатся в организме человека?

Задание 4. Рассмотрите диаграмму



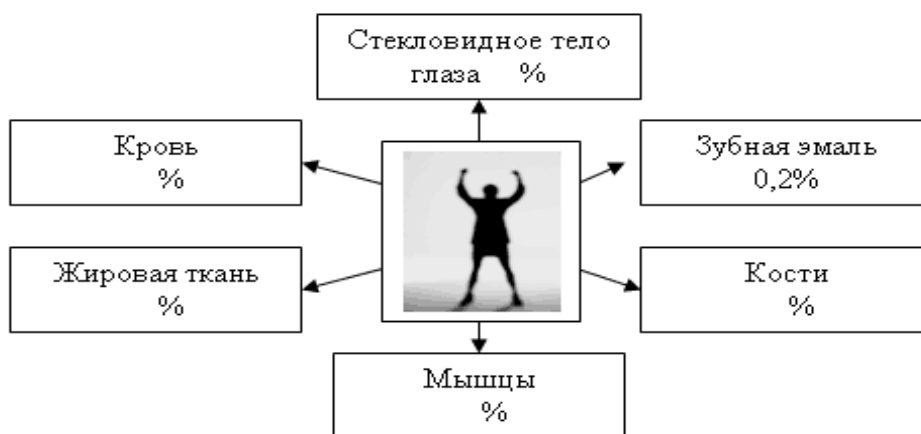
Распространение элементов в организме человека. С чем связано данное распределение?

Задание 5. Вставьте пропущенные слова.

Вода, которая поступает алиментарным (с пищей) путем называется ..., а образовавшаяся в качестве продукта биохимических превращений –

Вода у взрослого человека составляет ... % от массы тела, а у новорожденного — ... %. Она является средой, в которой осуществляются процессы обмена веществ в клетках, органах и тканях. Непрерывное поступление воды в организм является одним из основных условий поддержания его Основная масса (около 71 %) всей воды в организме входит в состав клеток, составляя так называемую внутриклеточную воду. ... вода входит в состав тканевой, или интерстициальной, жидкости (около 21 %) и воды плазмы крови (около 8 %). Баланс воды складывается из ее ... и выделения. С пищей человек получает в сутки около ... мл воды, в виде напитков и чистой воды — около ... мл. Около 320 мл воды образуется в процессе метаболизма при окислении белков, углеводов и жиров. При испарении с поверхности кожи и альвеол легких в сутки выделяется около ... мл воды. Столько же необходимо для растворения экскретируемых почкой осмотически активных веществ при максимальной ... мочи. 100 мл воды выводится с фекалиями. Следовательно, минимальная суточная потребность составляет около ... мл воды.

Задание 6. Укажите процентный состав воды



1.14 Практическое занятие № 14. Биохимия крови. Биохимические особенности метаболизма эритроцитов. Синтез гемоглобина. Роль печени в обмене веществ. Основные биохимические лабораторные показатели крови

Цель занятия: познакомиться с форменными элементами крови, показать взаимосвязь строения с выполняемой функцией, формировать понятия «кровь», «плазма», «форменные элементы», «фагоцитоз», «иммунитет»; обобщить знания о составе крови и функциях составных частей крови; рассмотреть роль печени в обмене веществ. Дать понятие об основных биохимических лабораторных показателях крови.

Вопросы к занятию

1. Состав крови и ее роль в организме.
2. Белки плазмы крови и их роль в сохранении гомеостаза. Электрофорез белков плазмы.
3. Гипопротеинемия и гиперпротеинемия. Причины развития и последствия.
4. Ферменты плазмы крови. Классификация и использование в диагностике различных заболеваний (изоферменты лактатдегидрогеназы и аминотрансферазы).

5. Небелковые азотистые компоненты плазмы крови.

Гипераммонемия: причины развития и последствия.

6. Безазотистые органические компоненты крови. Типы гиперлиппротеидемий. Гликемии, кетонемии и липидемии (причины и последствия).

7. Буферные системы крови: компоненты, их соотношение, взаимодействие с кислотой и основанием. Причины и последствия ацидозов и алкалозов.

8. Перенос кислорода кровью. Биологическое значение различного сродства гемоглобина и миоглобина к кислороду. Формы гипоксий.

9. Перенос углекислого газа кровью (три формы транспорта углекислого газа).

10. Факторы свертывания, содержащиеся в плазме (I-XIII) и тромбоцитах (1-8). Их химическая природа и биологическая роль.

11. Биохимия цепной реакции свертывания крови (внутренний и внешний механизмы). Роль кальция и витамина К в свертывании крови.

12. Противосвертывающая система крови (участники, механизмы действия). Искусственные антикоагулянты.

13. Синтез гемоглобина.

14. Роль печени в обмене веществ.

15. Основные биохимические лабораторные показатели крови?

Задание 1. Ответьте на вопросы теста:

1. Вены – это сосуды:

- а) несущие кровь от сердца;
- б) несущие кровь к сердцу;
- в) самые мельчайшие сосуды;
- г) в которых происходит обмен веществ.

2. В состав плазмы крови не входит:

- а) ДНК; б) жир; в) глюкоза; г) белок.

3. Среди перечисленных форменных элементов крови безъядерными являются:

- а) эритроциты;
б) лимфоциты;
в) фагоциты;
г) верны все ответы.

4. Основная роль тромбоцитов состоит в:

- а) транспорте газов
б) свёртывании крови
в) фагоцитозе твёрдых частиц
г) иммунной защите от чужеродных белков

5. Образование эритроцитов происходит в:

- а) печени;
б) селезенке;
в) желтом костном мозгу;
г) красном костном мозгу.

6. Наименьшая скорость течения крови в:

- а) венах; в) артериях;
б) капиллярах; г) аорте.

7. Артерии – это сосуды, несущие:

- а) кровь от сердца к органам;
в) только венозную кровь;
б) кровь от органов к сердцу;
г) только артериальную кровь.

8. Жидкая часть крови называется:

- а) тканевой жидкостью; в) плазмой;
б) лимфой; г) физиологическим раствором.

9. *Сущность свертывания крови заключается в:*

- а) склеивании эритроцитов;
- б) образовании кровяного сгустка из белка фибрина при разрушении тромбоцитов;
- в) превращении лейкоцитов в лимфоциты;
- г) склеивании лейкоцитов.

10. *Основная роль эритроцитов состоит в:*

- а) в транспорте кислорода и углекислого газа;
- б) свёртывании крови;
- в) фагоцитозе твёрдых частиц;
- г) иммунной защите от чужеродных белков.

11. *Наибольшая скорость течения крови в:*

- а) полый верхней вене;
- б) капиллярах;
- в) нижней полый вене;
- г) аорте.

12. *Объем крови в теле человека в среднем составляет:*

- а) 5 л;
- б) 3 л;
- в) 7 л;
- г) 10 л.

13. *Внутреннюю среду организма составляют:*

- а) кровь, цитоплазма клеток, межклеточное вещество;
- б) кровь, лимфа, цитоплазма клеток;
- в) кровь, лимфа, межклеточное вещество.

14. *Кровь состоит:*

- а) из плазмы, эритроцитов, лейкоцитов;
- б) из плазмы, эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов;
- в) из плазмы, лейкоцитов и тромбоцитов.

15. *К какой из болезней не вырабатывается длительный иммунитет?*

- а) корь;
- б) грипп;
- в) оспа.

16. *Кровь относят к тканям:*

- а) мышечным;
- б) покровным;
- в) соединительным

17. В 1940 г. К. Ландштейнер и Винер установили в крови человека резус-фактор, который содержится в

- а) лейкоцитах;
- б) эритроцитах;
- в) тромбоцитах;
- г) плазме;
- д) моноцитах.

18. Какое влияние на организм оказывает вещество серотонин, содержащееся в тромбоцитах?

- а) расширяет кровеносные сосуды, ускоряет ток крови;
- б) замедляет деятельность сердца и расширяет кровеносные сосуды;
- в) расширяет кровеносные сосуды, ускоряет образование фибриногена;
- г) сужает кровеносные сосуды, ускоряет свертывание крови;
- д) среди приведенных ответов нет правильного.

19. Какой из перечисленных факторов участвует в свертываемости крови?

- 1) фибриноген;
- 2) уменьшение ионов кальция;
- 3) уменьшение количества тромбоцитов;
- 4) недостаток витамина К;
- 5) фибрин образует сеть на поврежденном участке стенки сосуда;
- 6) тромбин.

1. 1,2,3; 2. 1,3,5; 3. 1,4,6; 4. 1,5,6;

5. 1,2,4.

20. *Какие белки содержатся в эритроцитах?*

- 1) гемоглобин;
- 2) агглютиноген;
- 3) агглютинин;
- 4) фибриноген;
- 5) резус-фактор;

1. 1,3,6; 2. 1,3,4; 3. 1,2,5; 4. 1,5,6; 5. 1,4,6.

21. *Какие из перечисленных веществ не должны содержаться в крови человека одновременно?*

- а) агглютиноген А, агглютинин в;
- б) агглютиноген В, агглютинин L;
- в) агглютинин L и в;
- г) агглютиноген А, агглютинин L;
- д) агглютиноген А и В.

22. *От каких органов берут начало лимфатические сосуды?*

- а) от сердца;
- б) от артерии;
- в) от всех органов и тканей;
- г) от лимфатических узлов;

23. *Какая функция крови нарушается при заболевании гемофилией?*

- а) транспортная; в) дыхательная; д) питательная.
- б) иммунная; г) защитная;

24. *Антитела – это белки, ...*

- а) обезвреживающие инородные тела и их токсины;
- б) определяющие группу крови;
- в) определяющие резус-фактор крови;
- г) ускоряющие свертывание крови;

д) замедляющие свертывание крови.

25. *Какие форменные элементы крови не имеют ядра и образуются в красном костном мозге и селезенке?*

а) лейкоциты; в) тромбоциты; д) моноциты

б) эритроциты; г) лимфоциты;

Задание 2. Напишите термины, исходя из определений соответствующих понятий:

1. Кровь, межклеточное вещество и лимфа образуют ...
2. Жидкая соединительная ткань –
3. Растворенный в плазме белок, необходимый для свертывания крови, –
4. Кровяной сгусток –
5. Плазма крови без фибриногена называется
6. Содержание хлорида натрия в физиологическом растворе составляет
7. Безъядерные форменные элементы крови, содержащие гемоглобин, –
8. Состояние организма, при котором в крови уменьшается количество эритроцитов либо содержание гемоглобина в них, –
9. Человек, дающий свою кровь для переливания, –
10. Каждая группа крови отличается от других содержанием особых белков в ... и в
11. Болезнь, характеризующаяся уменьшением количества крови и изменением ее качественного состава —....
12. Наследственное заболевание, которое выражается в склонности к кровотечению в результате не свертывания крови —
13. Наследственный фактор (антиген), находящийся в эритроцитах впервые был обнаружен у макака —
14. Орган, где формируются клетки крови —

15. Форменные элементы крови, необходимые для поддержания целостности сосудистой стенки —....

16. Человек, получающий часть крови для переливания, другие ткани или орган для пересадки —.....

17. Человек, предоставляющий часть своей крови для переливания, другие ткани или органы для пересадки больному —

18. Заболевания, вызываемые болезнетворными микроорганизмами, которые передаются от зараженного человека или животного здоровому —

19. Препарат готовых антител, выделенных из крови животного, которое было специально заражено, —

20. Иммуитет, наследуемый ребенком от матери, —

Задание 3. Биохимические задачи

1. «Зеркалом организма» назвал кровь видный французский физиолог Клод Бернар. Поясните утверждение ученого?

2. Хорошо известно, что плазма крови на 90 % состоит из воды. Почему ее разбавление дистиллированной водой невозможно? Ответ поясните.

3. В практической медицине многие заболевания у человека определяют по результатам анализа крови. На бланке общего анализа крови обязательно имеются три загадочные буквы — СОЭ. Что они обозначают?

4. Ткани, пересаженные от одного человека к другому, часто отторгаются. Однако белки пищи усваиваются. Как объяснить это явление?

5. В медицинской практике врачами используется как дифтерийная вакцина, так и дифтерийная сыворотка. Что происходит в организме при введении дифтерийной вакцины, а что при введении дифтерийной сыворотки?

Задание 4

На рисунке 7 изображение препарата крови человека. Разнесите представленные понятия по местам.

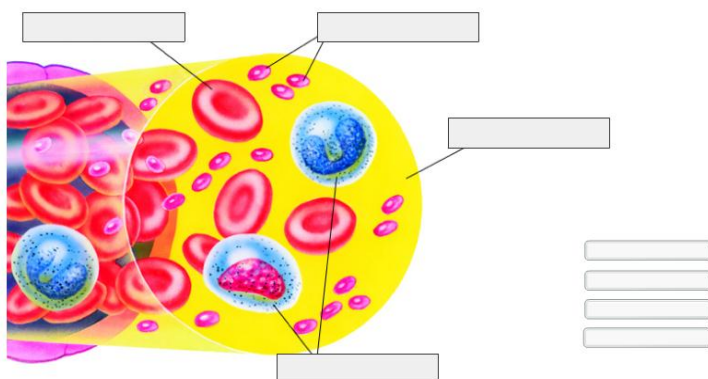


Рисунок 7

Задание 5. Заполните схему



Задание 6. Заполните таблицу 16

Таблица 16 - Клетки крови

Название клеток	Количество в 1 мм ³ крови	Продолжительность жизни	Место образования в организме	Особенности строения

Задание 7. Заполните рисунок 8



Рисунок 8

Задание 8. Выбрать правильные утверждения

1. Кровь – жидкая соединительная ткань.
2. Кровь и лимфа – это особые виды эпителиальной ткани.
3. Лимфа – это просочившееся в лимфатические капилляры межклеточное вещество.
4. Кровь состоит из форменных элементов.
5. В лимфе присутствуют эритроциты и тромбоциты, а концентрация белков ниже, чем в плазме крови.
6. Кровь, межклеточное вещество и лимфа образуют внутреннюю среду организма.
7. Пространство между клетками заполнено межклеточным веществом.
8. Нервная и гуморальная регуляция действуют независимо друг от друга.
9. Ткань – это группа клеток разных по строению и происхождению, но объединенных общей функцией.
10. Лейкоциты образуются в красном костном мозге.
11. Форма лейкоциты постоянна.
12. Для поддержания гомеостаза необходимо сохранение в организме постоянного количества воды и электролитов.

1.15 Практическое занятие № 15. Биохимия мышечной ткани. Характеристика мышечных белков. Биохимические механизмы мышечного сокращения и расслабления. Энергетика мышц

Цель занятия: дать понятие строения и функции мышцы, связи ее деятельности с нервным возбуждением; раскрыть рефлекторный принцип координации движений.

Вопросы к занятию

1. Назовите виды мышечной ткани? В чем заключается их биологическая функция?
2. Что является структурной единицей мышцы?
3. В состав каких филаментов входит белок миозин? Дайте характеристику структуре и функциям миозина.
4. Из каких белков состоят тонкие филаменты? Охарактеризуйте каждый белок.
5. В чем состоит суть мышечного сокращения? Что является источником энергии для мышечного сокращения? Напишите схему соответствующей реакции, указав фермент, катализирующий данный биохимический процесс.
6. Какова роль катионов Ca^{2+} в мышечном сокращении?
7. Перечислите анаэробные процессы ресинтеза АТФ в мышце. Напишите схему миокиназной реакции, используя структурные формулы субстрата и продуктов реакции. Почему миокиназная реакция является малоэффективной?
8. Нарисуйте схему транспорта АТФ из матрикса митохондрий в саркоплазму.
9. Рассчитайте сколько освободится энергии (в кДж) в процессе распада 1 моль глюкозы:
 - а) в гликолизе;
 - б) по аэробному механизму.
10. Объясните, почему на финише ускорения совершаются за счет гликолиза?

11. В чем заключается химизм мышечного сокращения? За счет, каких биохимических процессов работа мышц обеспечивается энергией?

12. Опишите особенности метаболизма сердечной мышцы.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста.

1. Структурными единицами мышечного волокна являются:

а) полисахариды; б) миофибриллы; в) липопротеины;

г) биологические мембраны.

2. Сарколемма представляет собой:

а) мембрану;

б) полипептид;

в) мультиэнзимный комплекс;

г) рибонуклеопротеиновый комплекс.

3. Толстые филаменты состоят из:

а) актина; в) миоглобина; д) карнозина.

б) миозина; г) тропонина;

4. Ведущую роль в мышечном сокращении играют катионы:

а) магния; б) натрия; в) калия; г) железа; д) кальция.

5. Запасным источником энергии в мышце является:

а) холестерин; в) гликоген;

б) молочная кислота; г) глюкоза; д) креатинфосфат.

6. В энергообеспечении кратковременных упражнений максимальной мощности основную роль играет:

а) гликолиз;

б) креатинкиназная реакция;

в) миокиназная реакция;

г) аэробный распад глюкозы.

7. Наибольший выход энергии достигается в:

8. Энергия, необходимая для работы мышц, освобождается в процессе:

9. Источником энергии, необходимого для движения, является:

10. Гиподинамия - это:

11. Поперечно-полосатая мышечная ткань:

12. Миофибриллы представляют собой:

- ### 13. Скелетные мышцы:

- а) иннервируются вегетативной нервной системой;
- б) иннервируются соматической нервной системой;
- в) сокращаются под влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы;

г) сокращаются под влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы.

14. Работа мышц благотворно действует:

- а) только на сами мышцы; б) только на кости;
- в) на весь организм; г) только на сердце.

15. При малоподвижном образе жизни:

- а) повышается работоспособность;
- б) замедляется процесс старения;
- в) развивается слабость сердечной мышцы;
- г) происходит перестройка костей.

Задание 2. Выберите правильный ответ

1. Какие мышцы образуют стенки кровеносных сосудов, кишечника и желудка (поперечнополосатые, гладкие)?
2. Из какой мышечной ткани состоит сердечная мышца (гладкая, поперечнополосатая)?
3. К какому типу мышечной ткани относятся круговые мышцы рта и глаз (гладкие, поперечнополосатые)?
4. Какую форму имеют скелетные мышцы (веретеновидная, лентовидная, шаровидная, круговая)?
5. Какие мышцы получили наибольшее развитие в связи с прямохождением (затылочные, спинные, грудные, ягодичные, икроножные)?
6. Какая мышца плеча является разгибателем (двуглавая, трехглавая), какая - сгибателем (двуглавая, трехглавая)?
7. Какая мышца бедренной части ноги является сгибателем (двуглавая, четырехглавая)?
8. Под контролем, каких систем органов сокращаются гладкие мышцы (соматическая или вегетативная нервная система, эндокринная система)?

9. Что контролирует работу скелетных мышц (спинной мозг, головной мозг, вегетативная нервная система, соматическая нервная система)?

10. По нервному волокну, какого нейрона передается в спинной мозг возбуждение при ожоге (центробежный, центростремительный)?

11. Почему появляется болезненное состояние мышц после их работы без предварительной тренировки (устомление мышц, натяжение связок, накопление нерасщепленной молочной кислоты, утомление нервных центров)?

12. Почему не болят мышцы у физически тренированных людей (более эластичные связки, больше мышечных волокон, больше поступает кислорода, больше запас гликогена, мышцы устойчивы к утомлению)?

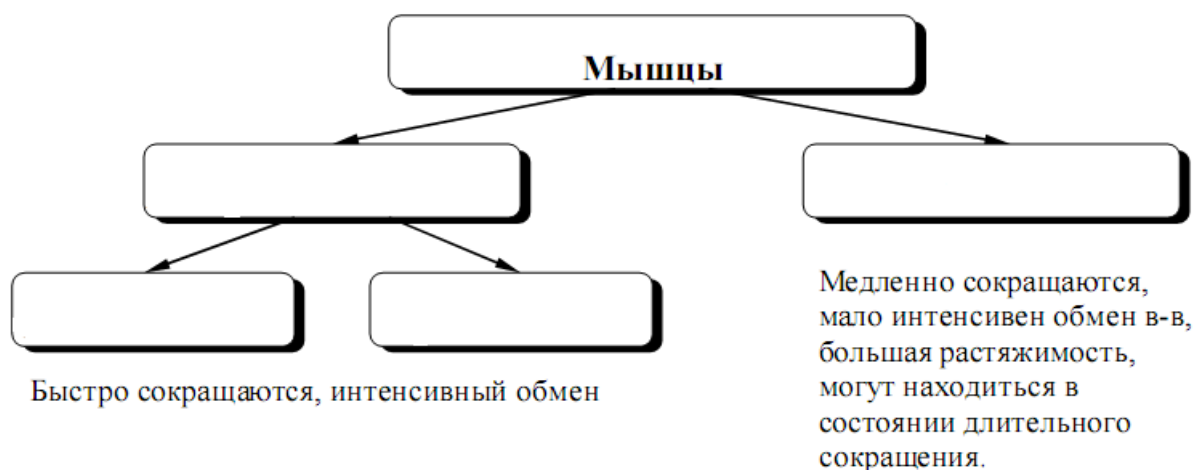
13. Изменяется ли число мышечных волокон у скелетных мышц с возрастом человека и по мере их тренировки (да, нет)?

Задание 3. Заполните таблицу 16

Таблица 16

Процессы в мышцах					
1. Какие процессы с веществами и энергией происходят в мышце?		2. Что доставляет в мышцу кровь?		3. Что уносится кровью из мышцы?	

Задание 4. Заполните схему



Задание 5. Дополните рисунок 9 записями

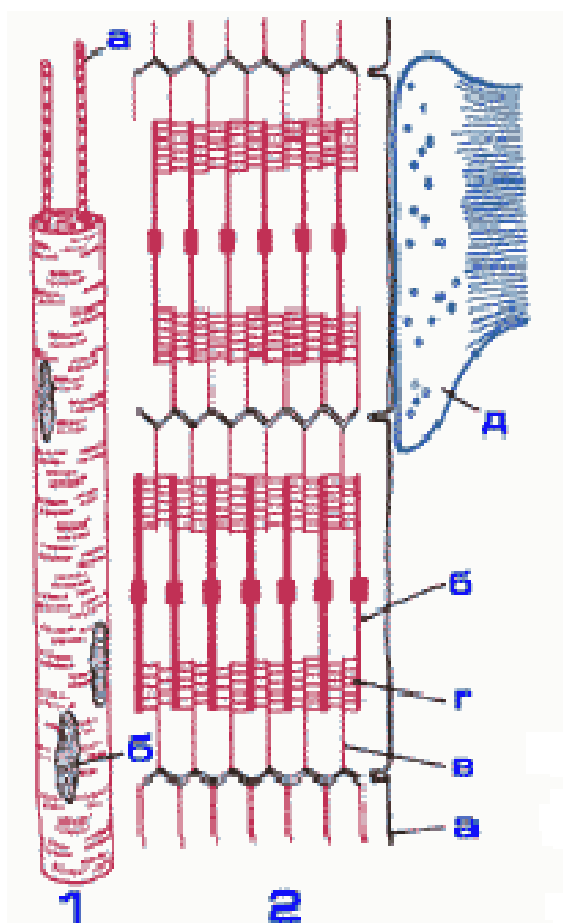


Рисунок 9

1. Схема строения мышечного волокна:

а) б)

2. Схема строения миофибриллы:

а) б) в) г) д)

1.16 Практическое занятие № 16. Биохимия костной и хрящевой ткани. Единица костной структуры. Регуляция метаболизма костной ткани. Биохимия зубов и кариеса.

Цель занятия: изучить химический состав, строение и свойства костной и хрящевой ткани. Дать понятие единицы костной структуры. Рассмотреть регуляцию метаболизма костной ткани. Рассмотреть биохимию зубов и кариеса.

Вопросы к занятию

1. Строение кости: наружное плотное и внутреннее губчатое вещество, надкостница. Функции надкостницы, плотного костного вещества и губчатого костного вещества?
2. Костная ткань - разновидность соединительной ткани, ее роль в минеральном обмене веществ?
3. Типы костей: круглые трубчатые и плоские губчатые. Особенности строения, обеспечивающая их прочность и легкость?
4. Химический состав костей. Влияние минеральных и органических веществ на свойства костей. Изменение химического состава костей с возрастом?
5. Типы соединения костей: неподвижные, подвижные, полуподвижные?
6. Какое строение имеет кость?
7. Какая ее часть обеспечивает питание кости и рост в толщину?
8. Почему прокаленная на огне кость становится хрупкой?
9. Если кость выдержать в 10 % растворе соляной кислоты, то ее можно завязать узлом. Чем объясняется ее гибкость и упругость?
10. Какие особенности строения сустава делают его прочным, уменьшают трение между костями?

11. Каким образом кости участвуют в поддержании постоянства состава внутренней среды организма?

12. Почему костную ткань считают видом соединительной ткани?

13. Некоторые считают, что кость - это мертвый орган. Правильно ли это утверждение? Ответ обоснуйте.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. *Какие из названных костей плоские:*

а) ребра; б) лучевая; в) лопатка; г) височная; д) тазовые.

2. *Какие из названных костей длинные трубчатые:*

а) ребра; б) бедренные; д) фаланги пальцев.

в) локтевые; г) берцовые;

3. *Какие из названных костей имеют только красный костный мозг:*

а) длинные; б) трубчатые; в) короткие; г) плоские

4. *Какую долю в химическом составе кости молодого человека составляет оссеин*

а) 1/2; б) 1/3; в) 1/4; г) 1/5.

5. *За счет, какой части растет в длину лучевая кость:*

а) головка; б) тело; в) промежуток между головкой и телом.

6. *Как соединены между собой кости черепа новорожденного ребенка*

а) подвижно; б) неподвижно; в) полуподвижно.

7. *Какого типа сочленение у тазобедренного сустава*

а) цилиндрическое; б) шаровое; в) шарнирное;

г) плоское; д) эллиптическое.

8. *Сколько пар ребер прикрепляются к груди:*

а) 8; б) 10; в) 11; г) 12.

сколько свободных ребер

- а) 1; б) 3; в) 4.

9. *Какая часть кости является кроветворным органом:*

- а) надкостница; г) красный костный мозг;
б) хрящ; д) желтый костный мозг.
в) костная ткань;

10. *Сколько костей образует скелет человека:*

- а) 100; б) 200; в) 300; г) 400.

11. *Костная ткань — это особый тип:*

- а) мышечной ткани;
б) соединительной ткани;
в) эпителиальной ткани.

12. *Рост костей в толщину достигается за счет:*

- а) надкостницы;
б) хрящей, расположенных между телом кости и ее концами.

13. *Какие органы образуют опорно-двигательный аппарат:*

- а) кости скелета; б) соединения костей; в) скелетные
мышцы.

14. *Функции скелета:*

- а) опорная; б) защитная; в) кроветворная.

15. *Какую из функций не выполняет костная ткань:*

- а) соединительную; б) транспортную; в) защитную.

16. *Основным неорганическим веществом костной ткани являются соли:*

- а) калия; б) магния; в) кальция.

17. *Из перечисленных ниже костей к плоским относится:*

- а) височная; б) плечевая; в) ключица.

18. *Кости голени относят к ... костям:*

- а) трубчатым; б) плоским; в) смешанным.

19. В скелете человека красный костный мозг расположен в:

- а) губчатом веществе кости;
- б) плотном веществе кости;
- в) надкостнице.
- б) только головку кости;

20. Надкостница покрывает:

- а) поверхность хрящей кости;
- б) поверхность кости.

Задание 2. Поясните рисунок 10



Рисунок 10

Задание 3

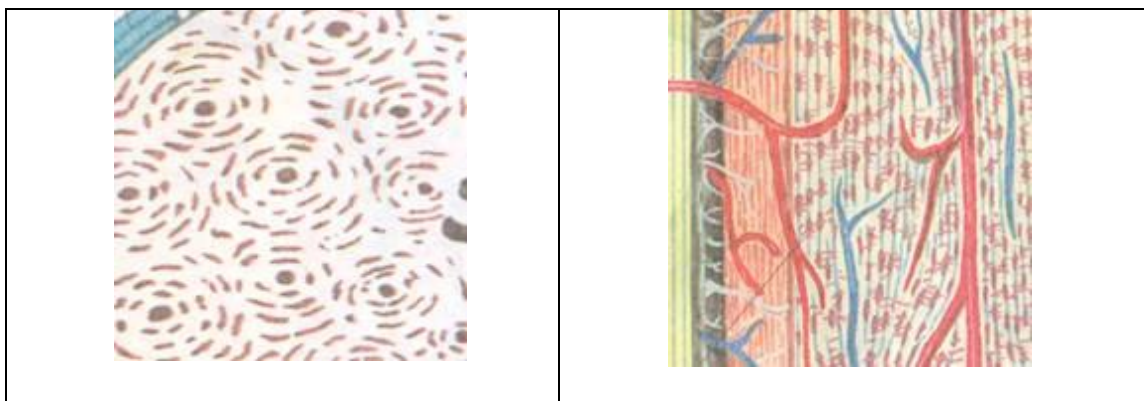


Рисунок 11 - Микроскопическое строение кости

1. Рассмотрите препарат «Микроскопическое строение кости».
2. Найдите его изображение на рисунке.
3. Подпишите пронумерованные части кости.
4. Ответьте на вопросы:

А) Какие особенности микростроения костной ткани обеспечивают ей относительную легкость и прочность?

Б) Как обеспечивается обмен веществ в костной ткани?

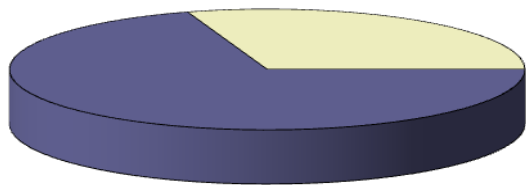
В) По каким признакам костная ткань относится к группе соединительных тканей?

Задание 4. Дополните схему



Задание 5. Дополните схему

Химический состав костей



70 % - неорганич. в-ва
Соли ... и др.
(прочность, твердость)

30 % - органич.в-ва
... (гибкость, упру-
гость)

Задание 6. Заполните пробелы в схеме

Химический состав костной ткани

Органические вещества

Неорганические вещества

↓ ↓
оссеин, белки ____

↓
а) _____
б) соли: _____

придают костям твёрдость + _____ =

придают костям твёрдость составляют ____ части костной ткани.

Эти вещества составляют ____ костной ткани

Соли углекислого и _____ и вода занимают
массы костей.

Задание 7. Решите предложенные задачи

Задача №1. Суточная потребность человека в кальции в виде карбоната кальция CaCO_3 составляет 1,2 г. Вычислите количество необходимого карбоната кальция.

Задача №2. Ортофосфат кальция ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) составляет минеральную основу костей и зубов. Другие соединения кальция участвуют в нервной и мышечной деятельности, входят в состав тканевой жидкости, ядер и стенок клеточной ткани живого организма. Кальций уменьшает аллергические реакции. Суточная потребность организма в кальции составляет от 0,8 до 2 г. источниками кальция служат молоко, кефир, творог, сыр, рыба, фасоль, петрушка, зеленый лук, а также яйца, гречка, морковь и горох. Обеспечит ли суточную потребность организма в кальции добавление в пищу 1 г карбоната кальция при условии его полного усвоения?

Задание 8. Обозначьте строение зуба

Расскажите о химическом составе его основных частей.



1.17 Практическое занятие № 17. Взаимосвязи в обмене веществ. Взаимосвязи обмена белков, жиров и углеводов. Взаимосвязи тканей и органов. Роль нервной и эндокринной системы в регуляции обмена веществ

Цель занятия: обобщить понятие обмена веществ, пояснить взаимосвязь обмена белков, жиров, углеводов. Рассмотреть роль нервной и эндокринной системы в регуляции обмена веществ.

Вопросы к занятию

1. Существует ли взаимосвязь в обмене веществ?

2. Какова взаимосвязь в обмене белков, жиров и углеводов? В каких аспектах она проявляется?
3. Какие стадии можно выделить в обмене веществ?
4. Организм как единое целое. Какова роль взаимосвязи тканей и органов для организма?
5. Какие системы участвуют в регуляции обмена веществ?
6. Роль нервной и эндокринной системы в регуляции обмена веществ.

Задание 1. Ответьте на вопросы теста

1. *Поступление во все органы животного питательных веществ обеспечивает:*
 - а) опорно-двигательная система;
 - б) пищеварительная система;
 - в) эндокринная система;
 - г) кровеносная система.
2. *Гормоны доставляет к органам:*
 - а) нервная система;
 - в) кровь;
 - б) дыхательная система;
 - г) пищеварительная система.
3. *Все части организма человека – клетки, ткани, органы, системы органов – работают согласованно, как единое целое, благодаря:*
 - а) только эндокринной системе;
 - б) только нервной системе;
 - в) только органам чувств и головному мозгу;
 - г) нервной и эндокринной системе.
4. *Из кишечника питательные вещества поступают:*
 - а) в легкие;
 - в) в кровь;

б) в почки; г) в сердечную мышцу.

5. *Углекислый газ в организм животного поступает:*

- а) из кровеносной системы в дыхательную;
- б) из нервной системы в дыхательную;
- в) из дыхательной системы в выделительную;
- г) из кровеносной системы в выделительную.

6. *В организме животного дышат:*

- а) только клетки стенок легких; в) все клетки организма;
- б) только клетки печени; г) только клетки крови.

7. *В организме животного углекислый газ выделяется:*

- а) всеми клетками; в) только сердечной мышцей;
- б) только клетками жаберных стенок; г) только мозгом.

8. *Нервная система позвоночного животного образована:*

- а) головным и спинным мозгом;
- б) только головным мозгом;
- в) только нервами;
- г) спинным и головным мозгом, а также нервами.

9. *Гормоны поступают:*

- а) из эндокринной системы в дыхательную;
- б) из пищеварительной системы в дыхательную;
- в) из эндокринной системы в кровь;
- г) из дыхательной системы в пищеварительную.

10. *У позвоночных животных работой различных органов управляет(ют):*

- а) нервная и эндокринная системы;
- б) только нервная система;

в) пищеварительная система;

г) выделительная система.

11. В органах пищеварения не расщепляются:

а) углеводы; б) вода и минеральные соли;

в) жиры; г) белки.

12. Белки расщепляются в:

а) пищеводе; в) печени;

б) ротовой полости; г) желудке, кишечнике.

13. Конечный продукт обмена белков:

а) аминокислоты; б) углеводы; в) мочевины; г) кислород.

14. В организме невосполним недостаток:

а) жиров; б) углеводов; в) белков; г) глюкозы.

15. Пластический обмен это –

а) синтез органических веществ из неорганических;

б) окисление органических веществ;

в) синтез минеральных веществ;

г) окисление минеральных веществ.

16. Конечные продукты распада удаляются из организма

а) только через почки;

б) только через легкие;

в) только через кожу;

г) через легкие, почки, кожу.

17. Глюкоза откладывается в запас в виде гликогена, так как

а) он не растворим в воде; б) он растворим в воде;

в) его молекулы очень мелкие; г) его молекулы очень

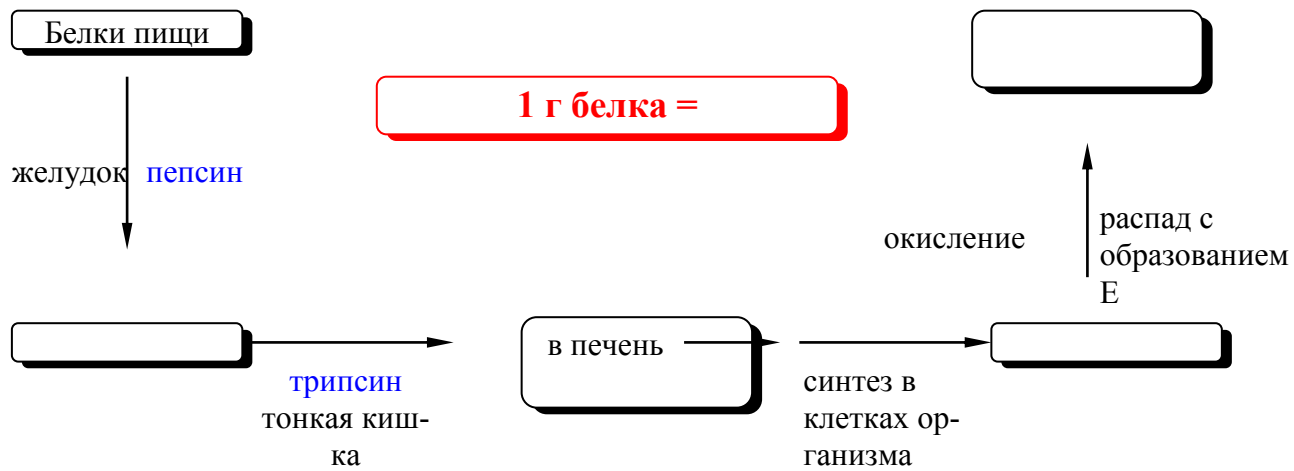
большие.

Задание 1. Дополните схему

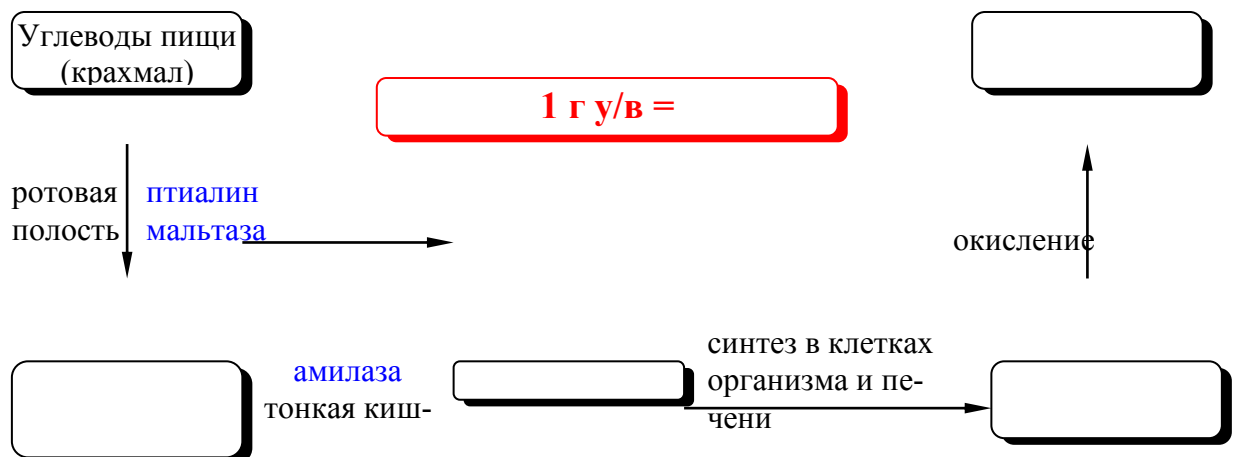
Регуляция обмена веществ:

- (гипоталамус)
- (эндокринные железы)

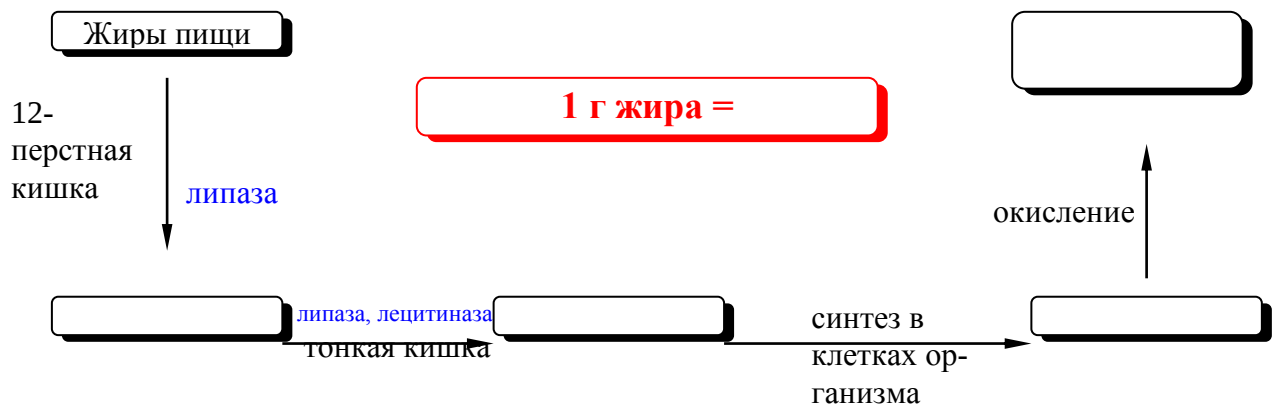
Обмен белков:



Обмен углеводов:



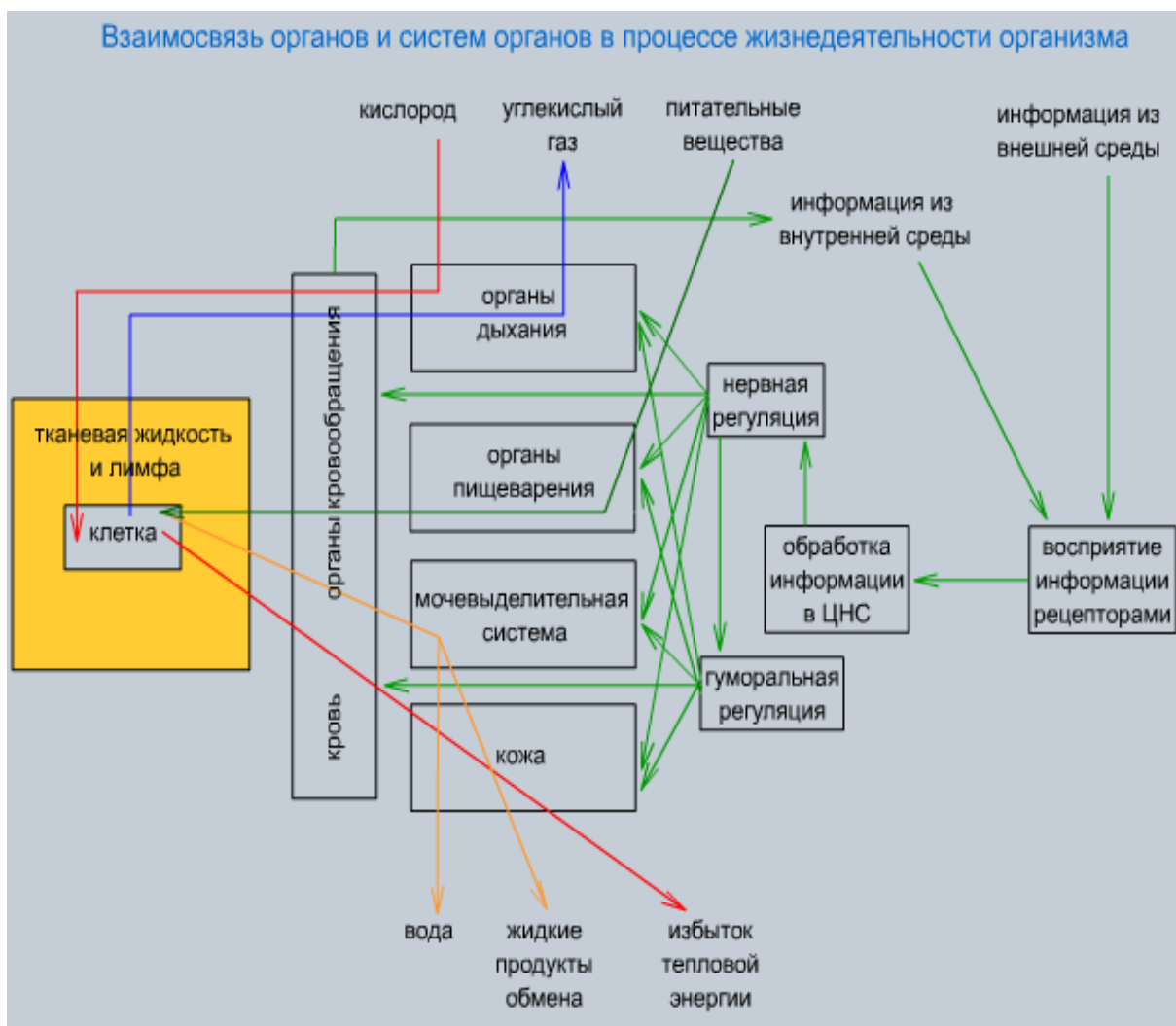
Обмен жиров:



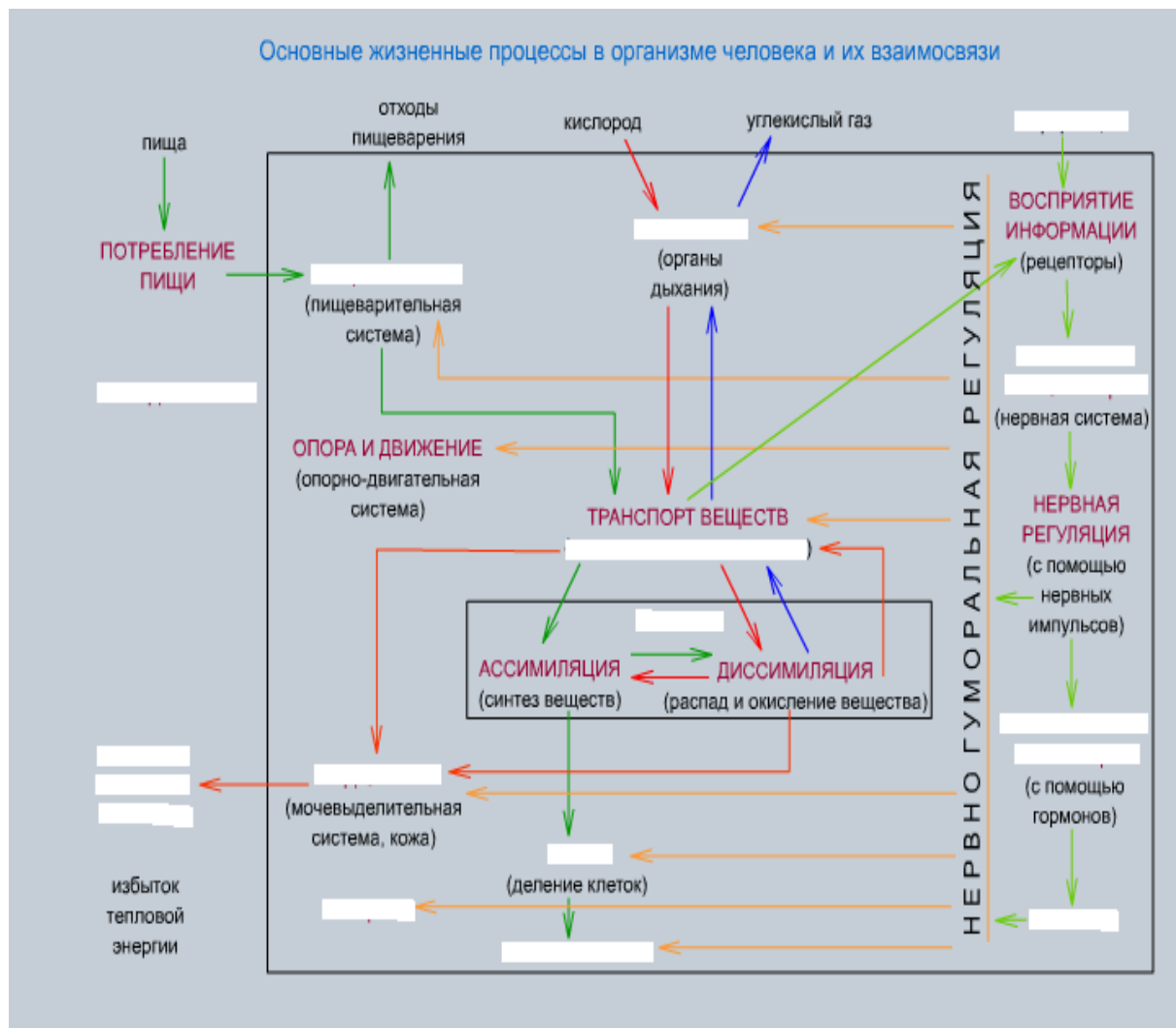
Задание 2. Вставьте пропущенные слова

... кислота в результате аналогичных превращений образует другой промежуточный продукт ЦТКК - щавелево-уксусную кислоту: Таким образом, процессы распада ..., ..., ... сходятся (в большинстве своем на стадии образования ацетил КоА), образуя в дальнейшем единый метаболический цикл (цикл трикарбоновых кислот), завершающий их превращения. Этим достигается ... на разнообразии ферментов, на внутриклеточных структурных образованиях, обеспечивающих ... и процессов. Немаловажное значение такая организация метаболизма имеет и для ее регуляции.

Задание 3. Поясните схему



Задание 4. Дополните схему



Задание 5. Заполните таблицу 17

Таблица 17

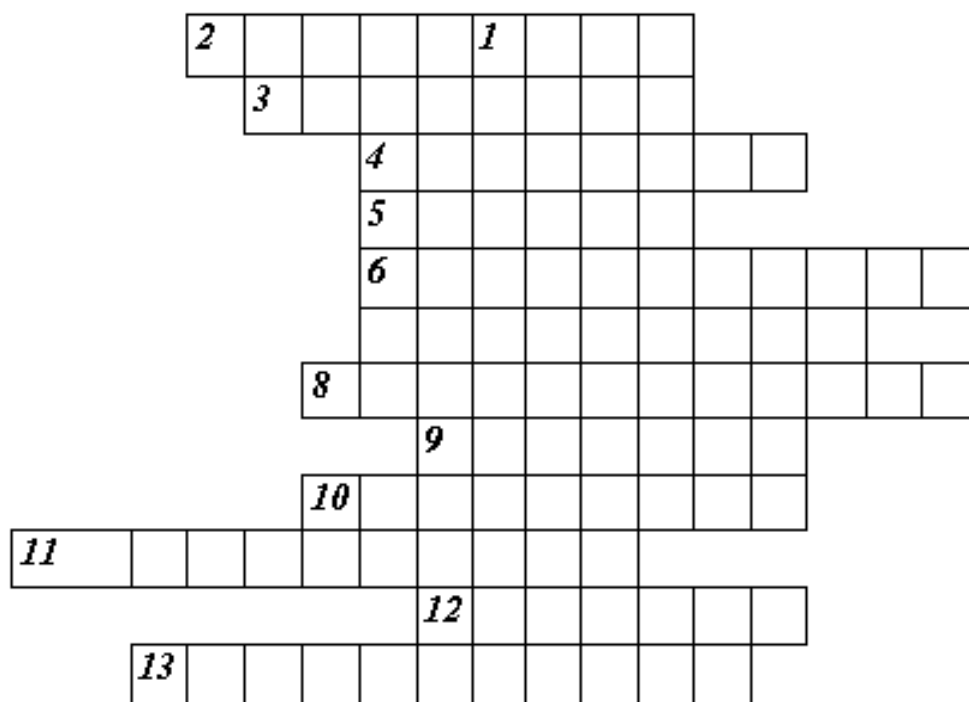
Система органов	Органы	Функции

Расскажите о взаимосвязи тканей и органов.

Задание 6. Какие утверждения верны?

1. Органы, объединенные общей работой, составляют систему органов.
2. Сердце, почки, легкие - это внутренние органы.
3. Выделительная система обеспечивает газообмен в организме.
4. Опорно-двигательная система образована скелетом.
5. Кровеносная система разносит по организму растворенные в крови вещества.
6. Животные дышат только легкими.
7. Нервная система позвоночных животных состоит из головного мозга и нервов.
8. Согласованную работу органов обеспечивает деятельность нервной системы.

Задание 7. Разгадайте кроссворд



По вертикали: 1. Гормон мозгового слоя надпочечников.

По горизонтали: 2. Одно из проявлений недостатка гормона щитовидной железы. 3. Животный крахмал. 4. Гормон щитовидной железы.

5. Нарушение углеводного обмена. 6. Парная железа внутренней секреции.

7. Гормон надпочечников. 8. Избыточная функция железы внутренней секреции.

9. Гормон, регулирующий количество сахара в крови.

10. Болезнь, возникающая при избыточном выделении ростового гормона гипофиза. 11. Болезнь, связанная с нарушением деятельности гипофиза.

12. Железа внутренней секреции, расположенная в основании головного мозга. 13. Недостаточная функция железы внутренней секреции.

Контрольные вопросы к разделу 1 «Введение в специальность биохимию»

1. В чем заключается принцип комплементарности при биосинтезе белка. Как происходит редупликация ДНК?

2. Что понимают под третичной структурой белка?

3. Классификация и функции жиров.

4. Напишите структурную формулу крахмала.

5. Перечислите свойства ферментов.

6. Опишите функции витамина В₆.

7. Дайте общую характеристику обмена веществ и энергии в живой клетке. Что такое ассимиляция и диссимиляция?

8. Что такое гидрофобные молекулы?

9. Что такое вторичная структура белка?

10. Что такое декарбоксилирование?

11. Опишите строение нуклеиновых кислот. Сопоставьте структуру молекул ДНК и РНК.

12. Классификация витаминов.
13. Что такое олигосахариды? Написать структурную формулу.
14. Функции липидов.
15. Почему вода играет исключительно важную роль в жизнедеятельности организма?
16. Дать определение и перечислить заменимые аминокислоты.
17. Напишите структурную формулу кетоз.
18. В чем заключается принцип комплементарности? Как происходит редупликация ДНК?
19. Что такое ферменты?
20. Что такое полисахариды? Написать структурную формулу.
21. Классификация липидов.
22. Охарактеризуйте биологическое значение углеводов и липидов.
23. Приведите примеры аминокислот в зависимости от классификации по кислотно-основным свойствам.
24. Перечислить водорастворимые витамины по их физиологическому названию.
25. Что такое код ДНК?
26. Что такое включения? Почему включения нельзя считать органоидами клетки?
27. Что такое простые жиры, дать определение и строение.
28. Какова роль воды в жизнедеятельности клетки?
29. Что такое трансляция?
30. Перечислите основные органические и неорганические вещества, входящие в состав живой клетки.
31. Что такое полисахариды? Написать структурную формулу целлюлозы
32. Сложные омыляемые липиды, дать определение и строение.
33. Перечислить функции митохондрий и рибосом клетки.

34. Что такое незаменимые аминокислоты? Перечислить их.
35. Что такое кофермент?
36. Как происходит биосинтез белка? Какова роль в этом процессе транспортных и информационных РНК?
37. Перечислите основные органические и неорганические вещества, входящие в состав живой клетки.
38. Перечислить три правила превращения углеводов из формулы Фишера в формулу Хеуорса. Изобразить процесс превращения.
39. Напишите структурную формулу целлюлозы.
40. Почему клетка считается основной структурной и физиологической единицей живых организмов?
41. Что такое первичная структура белка?
42. Строение ферментов.
43. Какова роль воды в жизнедеятельности клетки?
44. Напишите структурную формулу жиров.
45. Опишите строение нуклеиновых кислот. Сопоставьте структуру молекул ДНК и РНК.
46. Классификация простых и сложных белков.
47. Описать и зарисовать строение биологических мембран.
48. Описать гидролиз триглицеридов в виде последовательности структурных формул.
49. Перечислить сходные признаки ферментов и неорганических катализаторов.
50. Что такое апофермент?
51. К основным аминокислотам относятся..
52. Иницирующим кодоном мРНК является: а) УУУ; б) АЦГ; в) АУГ; г) УАГ.
53. Правило Э.Чаргаффа нуклеотидного состава молекул ДНК.

54. Механизм действия ферментов. Схема последовательных стадий.
55. Напишите структурную формулу крахмала.
56. Что такое четвертичная структура белка?
57. Обмен белков, ферментативный гидролиз. Изобразить схему данного процесса.
58. Классификация жирорастворимых витаминов.
59. Определение, классификация, функции углеводов.
60. Напишите структурную формулу простых жиров.
61. Опишите процесс транскрипции (биосинтеза) РНК?
62. Как происходит биосинтез белка? Какова роль в этом процессе транспортных и информационных РНКК.
63. Напишите структурную формулу сахарозы
64. Обмен липидов. Липолиз.
65. Написать структурную формулу целлюлозы.
66. Классификация ферментов.
67. Функции витамина Е.
68. Перечислить биологические свойства белков.
69. Какие органические соединения называются аминокислотами? Какие химические свойства характерны для аминокислот?
70. В белках аминокислотные остатки связаны между собой связями (формула образования связи).
71. Что такое транслирующая рибосома?
72. Что такое олигосахариды? Написать структурную формулу мальтозы.
73. Описать строение и функции биологических мембран.
74. Что такое простые жиры, дать определение и строение.
75. Что такое белки?

76. Опишите строение аминокислот и процесс образования пептидных связей.
77. Классификация углеводов.
78. Что такое липиды. Напишите структурную формулу?
79. Белки – биополимеры, мономерами которых являются
80. Перечислить незаменимые аминокислоты:
81. Классификация, строение и функции простых жиров. Написать структурную формулу простых жиров.
82. Физиологическая роль витамина С.
83. Что такое углеводы? Написать структурную формулу альдоз и кетоз.
84. Сложные омыляемые липиды, дать определение и строение.
85. Физиологическая роль витамина А.
86. Какие соединения называются амфифильными? Приведите конкретные примеры.
87. Дайте определение изоэлектрической точки аминокислоты.
88. Опишите процесс транскрипции (биосинтеза РНК).
89. В чем состоят различия в строении растительных и животных клеток?
90. Что такое углеводы? Написать структурную формулу альдоз и кетоз.
91. Опишите механизм действия ферментов в виде схемы.

2 Биохимия мышечных сокращений

2.1 Лабораторная работа № 1. Биохимия мышц и мышечных сокращений

Для осуществления различных движений в организме человека, как и у всех позвоночных животных, имеются три вида мышечной ткани. Каждому виду ткани свойствен свой тип видоизмененных клеток – мышечных волокон.

Скелетные мышцы образованы поперечнополосатой мышечной тканью, мышечные волокна которой собраны в пучки. Внутри волокон проходят белковые нити – миофибриллы, благодаря которым мышцы способны укорачиваться (сокращаться).

Сердечная мышца, как и скелетная, состоит из поперечнополосатых мышечных волокон. Эти волокна в определенных участках переплетаются. Благодаря этой особенности сердечная мышца способна быстро сокращаться.

Стенки внутренних органов (сосудов, кишечника, мочевого пузыря) образованы гладкой мышечной тканью. Сокращение волокон этой ткани происходит медленно.

К мышцам подходят нервы и кровеносные сосуды. Мышцы могут сокращаться произвольно и непроизвольно.

Цель: ознакомиться со строением мускулатуры, определить функции различных видов мышечной ткани.

Оборудование:

1 Микропрепараты различных видов мышц.

2 Микроскоп.

Техника безопасности: аккуратно работать с микроскопом. Осторожно обращаться с микропрепаратами. При переводе объектива микроскопа на большое увеличение аккуратно работать с винтом, чтобы не раздавить микропрепарат.

Виды мышечной ткани

Ход работы

1 Рассмотрите микропрепарат скелетной мышцы под малым увеличением микроскопа, затем под большим.

2 Подсчитайте количество ядер в мышечном волокне. Обратите внимание на полоски и форму клеток. Внесите данные в таблицу 2.1. Зарисуйте микропрепарат.

3 Рассмотрите микропрепарат гладкой мышечной ткани под малым и большим увеличением. Обратите внимание на форму клеток и количество ядер. Данные внесите в таблицу 2.1. Зарисуйте микропрепарат.

4 Рассмотрите микропрепарат сердечной мышцы под малым и большим увеличением. Подсчитайте количество ядер в клетке. Обратите внимание на форму клеток и наличие в них полосок. Данные внесите в таблицу 2.1. Зарисуйте микропрепарат: сердечная мышца, гладкая мышца, скелетная мышца.

Таблица 2.1

Вид мышцы	Количество ядер в клетке	Наличие по- лосок	Форма клетки	Сокращение произвольное или непроизвольное
Скелетная				
Гладкая				
Сердечная				

Группы скелетных мышц

1 Рассмотрите рисунок костей и мышц плеча (рисунок 2.1), подпишите (мышца сгибатель – бицепс, мышца разгибатель – трицепс, сухожилия).

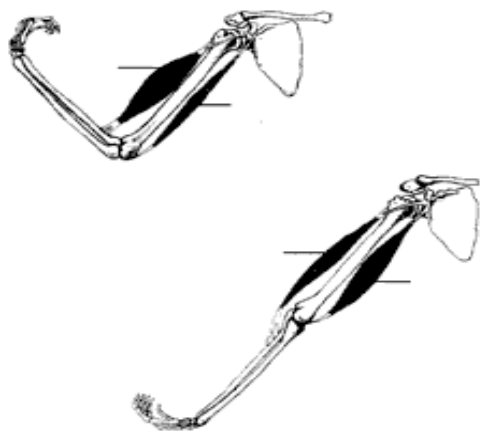


Рисунок 2.1 – Кости и мышцы плеча

2. Рассмотрите рисунок 2.2. Подпишите основные группы мышц

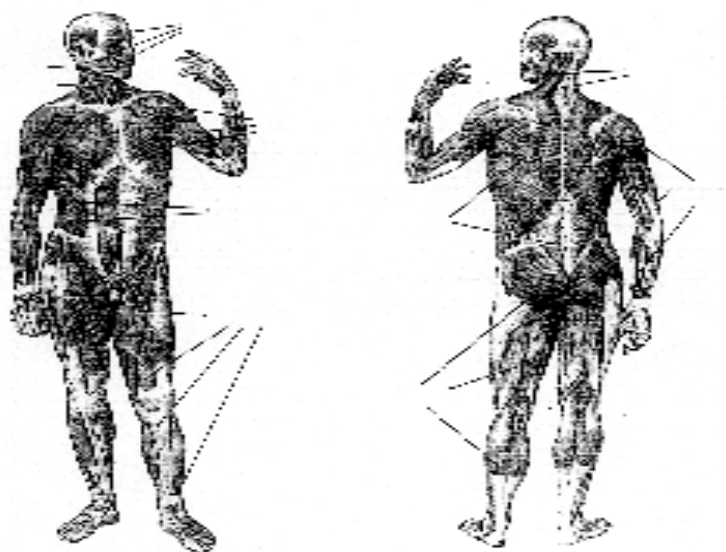


Рисунок 2.2

Вопросы для самопроверки

1. В чем сходство и различие скелетной и сердечной мышцы?
2. Чем отличаются гладкие мышцы от скелетных и сердечных мышц?
3. Каковы функции различных типов мышечной ткани?

4. Какие движения возможны благодаря сокращениям плечевой мышцы?

5. Как повлияет повреждение одной из мышц-антагонистов на движение мышц?

2.2 Лабораторная работа № 2. Мышцы человеческого тела

Цель: ознакомиться со строением мускулатуры тела человека. Определить местоположение мышечных групп и выполняемые ими движения.

Оборудование:

1 Рисунки и плакаты анатомического расположения различных групп мышц.

2 Видеофильм «Строение человеческого тела».

Используя рисунки и анатомическое описание, определите местоположение мышечных групп и выполняемые ими движения.

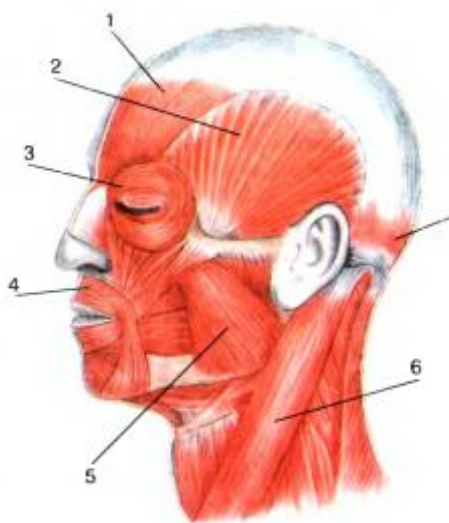


Рисунок 2.3 - Мышцы головы

Условные обозначения к рисунку 2.3.

1 – лобная;

2 – височная;

3 – круговая глаза;

4 – круговая рта;

5 – жевательная; 6 – грудино-ключично-сосцевидная

Мышцы головы

Мимические мышцы прикрепляются к костям, коже или только к коже, жевательные — к костям неподвижной части черепа и к нижней челюсти (по рисунку 2.3).

Ход работы

1 Определите функцию височных мышц.

Приложите руки к своим вискам и сделайте жевательные движения. Мышца напрягается, так как она поднимает нижнюю челюсть вверх. Найдите жевательную мышцу. Она находится около челюстных суставов, примерно на 1 см впереди них. Определите: височные и жевательные мышцы — синергисты или антагонисты?

2 Познакомьтесь с функцией мимических мышц.

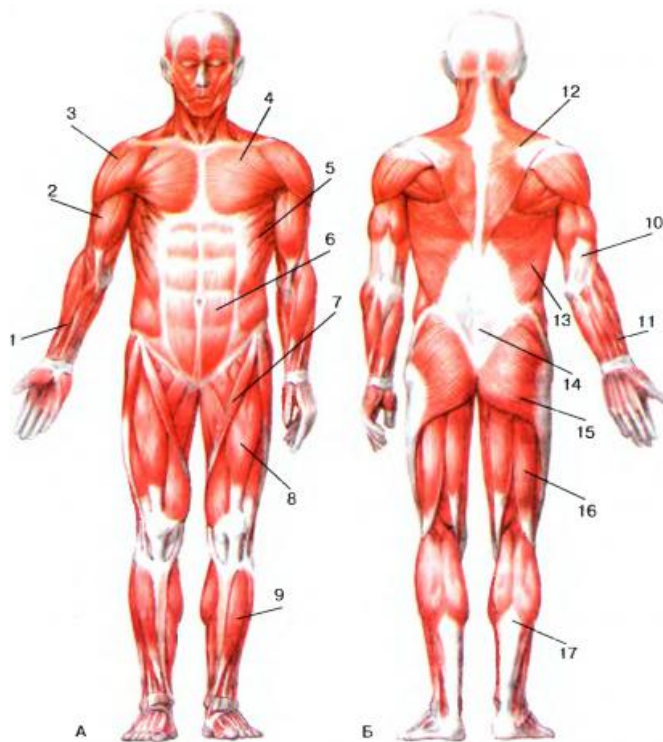
Возьмите зеркало и наморщите лоб, что мы делаем, когда недовольны или, когда задумались. Сокращается надчерепа́ная мышца. Найдите ее на рисунке. Пронаблюдайте функцию круговой мышцы глаза и круговой мышцы рта. Первая закрывает глаз, вторая — рот.

Грудино-ключично-сосцевидная мышца на передней поверхности шеи (по рисунку 2.3).

3 Поверните голову вправо и прощупайте левую грудино-ключично-сосцевидную мышцу. Поверните голову влево и обнаружьте правую. Эти мышцы поворачивают голову влево, вправо, действуя как антагонисты, но,

когда сокращаются вместе, становятся синергистами и опускают голову вниз.

Мышцы туловища спереди (по рисунку 2.4).



А– вид спереди

Мышцы руки:

- 1 – сгибатели кисти и пальцев;
- 2 – двуглавая мышца плеча;
- 3 – дельтовидная мышца;

Мышцы туловища:

- 4 – большая грудная
- 5 – зубчатая мышца;
- 6 – мышцы брюшного пресса;

Мышцы ноги:

- 7 – портняжная;
- 8 – четырехглавая бедра;
- 9 – большеберцовые мышцы;

Б – вид сзади

Мышцы руки:

10 – трехглавая мышца плеча;

11 – разгибатели кисти и пальцев;

Мышцы туловища:

12 – трапецевидная;

13 – широчайшая мышца спины;

14 – глубокие разгибатели спины;

Мышцы ноги:

15. – ягодичные

16- двуглавая

17 – икроножная

Рисунок 2.4 - Мышцы туловища и конечностей

4 Найдите большую грудную мышцу. Эта парная мышца напрягается, если согнуть руки в локте и с усилием сложить их на груди.

5 Рассмотрите на рисунке мышцы живота, образующие брюшной пресс. Они участвуют в дыхании, наклонах туловища в стороны и вперед, в переводе туловища из лежачего в сидячее положение при фиксированных ногах.

6 Найдите межреберные мышцы, наружные осуществляют вдох, внутренние — выдох.

Мышцы туловища сзади (по рисунку 2.4).

7 Найдите на рисунке трапецевидную мышцу. Если свести лопатки и запрокинуть голову назад, она будет напряжена.

8 Найдите широчайшую мышцу спины. Она опускает плечо вниз и отводит руки за спину.

9 Вдоль позвоночника находятся глубокие мышцы спины. Они разгибают тело, откидывая корпус назад. Определите их положение.

10 Найдите ягодичные мышцы. Они отводят бедро назад. Глубокие мышцы спины и ягодичные мышцы у человека наиболее сильно развиты в связи с прямохождением. Они противостоят силе тяжести.

Мышцы руки (по рисункам 2.4).

11 Найдите на рисунке дельтовидную мышцу. Она находится над плечевым суставом и отводит руку в сторону до горизонтального положения.

12 Найдите двуглавую и трехглавую мышцы плеча. Являются ли они антагонистами или синергистами?

13 Мышцы предплечья. Чтобы понять их функцию, положите руку на стол ладонной стороной вниз. Прижмите ее к столу, после чего сжимайте кисть в кулак и разжимайте ее. Вы почувствуете, как сокращаются мышцы предплечья. Это происходит потому, что со стороны ладони на предплечье располагаются мышцы, сгибающие кисть и пальцы, а разгибающие их находятся на тыльной стороне предплечья.

14 Нашупайте около лучезапястного сустава со стороны ладонной поверхности сухожилия, которые идут к мышцам пальцев рук. Подумайте, почему эти мышцы находятся на предплечье, а не на кисти.

Мышцы ноги (по рисунку 2.4).

15 На передней поверхности бедра расположена очень мощная четырехглавая мышца бедра. Найдите ее на рисунке. Она сгибает ногу в тазобедренном суставе и разгибает в коленном. Чтобы представить ее функцию, надо вообразить удар футболиста по мячу. Ее антагонистом являются ягодичные мышцы. Они отводят ногу назад. Действуя как синергисты, обе эти мышцы удерживают корпус в вертикальном положении, фиксируя тазобедренные суставы.

На задней поверхности бедра расположены три мышцы, сгибающие ногу в колене.

16 Поднимитесь на носки, вы чувствуете, как напряглись икроножные мышцы. Они находятся на задней поверхности голени. Эти мышцы хорошо развиты, потому что они поддерживают тело в вертикальном положении, участвуют в ходьбе, беге, прыжках.

Брюшко мышцы, сухожилия, головка и хвост мышцы, мышцы-антагонисты, мышцы-синергисты, мышечные пучки, мышечное волокно, соединительнотканые оболочки мышечных пучков, фасции.

Вопросы для самопроверки

1. Чем мышечное волокно скелетной мышцы отличается от клетки гладкой мышечной ткани?
2. Каково строение мышечного пучка?
3. Как функционируют мышцы-антагонисты и мышцы-синергисты?
4. Приведите примеры мышц — антагонистов и синергистов.

Укажите на рисунках 2.3 и 2.4 мышцы, которые могут работать в одном случае как антагонисты, а в другом — как синергисты, а в другом — как синергисты.

2.3 Лабораторная работа № 3. Биохимические процессы в сердечной мышечной ткани и их регулирование. Кардиограмма

Цель работы: изучение теоретических основ метода ЭКГ и принципа регистрации ЭКГ.

Оборудование: электрокардиограф (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 - Аппарат ЭКГ

Ход работы

Изучить теоретические основы метода ЭКГ и принцип регистрации ЭКГ на основании приведенного теоретического обоснования. Изучить электрокардиограф на основании инструкции по эксплуатации.

Теоретическое обоснование. Процесс возбуждения сердца сопровождается возникновением в его тканях разности потенциалов, закономерно изменяющихся по величине и направлению. Биоэлектрическая активность различных отделов сердца возникает в строго определенной последовательности, повторяющейся в каждом цикле возбуждения. В процессе возбуждения меняется поляризованность клеточных мембран и между возбужденными и невозбужденными участками регистрируется разность потенциалов, которую можно представить как электрическая ось сердца. Поскольку сердце окружено проводящей средой, то эту разность потенциалов после соответствующего усиления зарегистрировать и с поверхности тела. При этом получается характерная кривая, состоящая из нескольких зубцов, разделенных определенными интервалами. Эта кривая получила название электрокардиограммы (ЭКГ). Зубцы ЭКГ обозначаются латинскими буквами: P, Q, R, S, T. Иногда можно увидеть малозаметную волну U. Зубец

P отображает работу предсердий, комплекс QRS - систолу желудочков, а сегмент ST и зубец T - процесс реполяризации миокарда (рисунок 2.6).

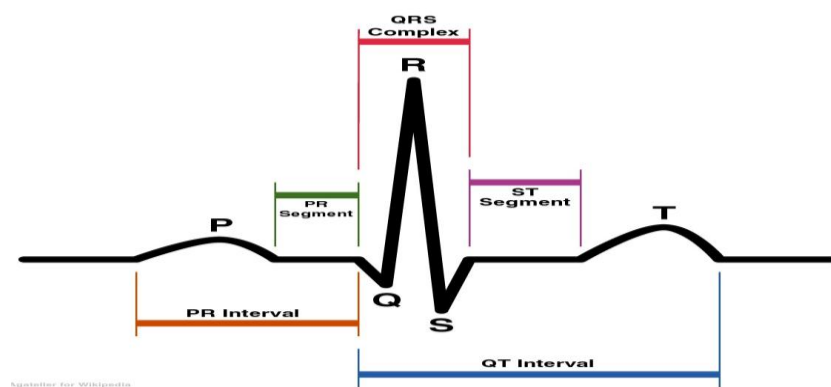


Рисунок 2.6 - Показатели ЭКГ

ЭКГ является одним из основных методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Сравнивая электрокардиограммы здорового (1) и больного (2) сердца, можно увидеть четкое различие между ними и судить о характере поражения сердечной мышцы (рисунок 2.7).

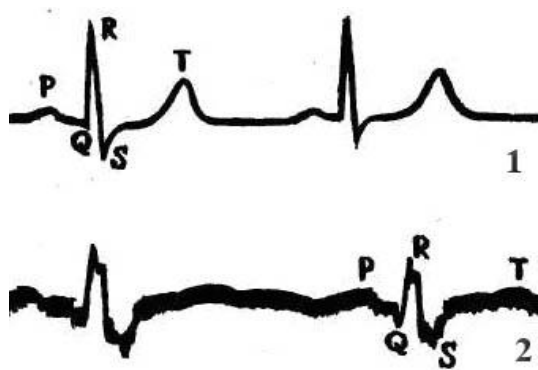


Рисунок 2.7 - Электрокардиограммы здорового (1) и больного (2) сердца

1 Методика регистрации ЭКГ

Для получения качественной ЭКГ необходимо соблюдать некоторые общие правила ее регистрации. ЭКГ регистрируется в тепловом помещении, удаленном от возможных источников электрических помех, через 10-15 мин отдыха пациента, не ранее чем через 2 ч после приема пищи. За-

пись ЭКГ проводится обычно в положении больного лежа на спине при максимальном расслаблении им мышц и спокойном неглубоком дыхании. На внутреннюю поверхность нижней трети голеней и предплечий накладывают и крепят электроды (металлические пластинки), на грудной клетке электроды крепятся грушей - присоской. Для лучшего контакта с кожей использовать марлевые прокладки, смоченные физраствором.

К электродам подключают провода от электрокардиографа, имеющие соответствующую цветовую маркировку. Общепринята следующая маркировка: правая рука - красный цвет, левая - желтый, правая нога - черный цвет (заземление), левая - зеленый, грудной электрод - белый. Перед записью ЭКГ на каналах электрокардиографа устанавливают одинаковое усиление электрического сигнала (калибровочный mV).

Регистрация стандартных отведений осуществляется по схеме (рисунок 2.8 а) обозначаются символом I, II, III.

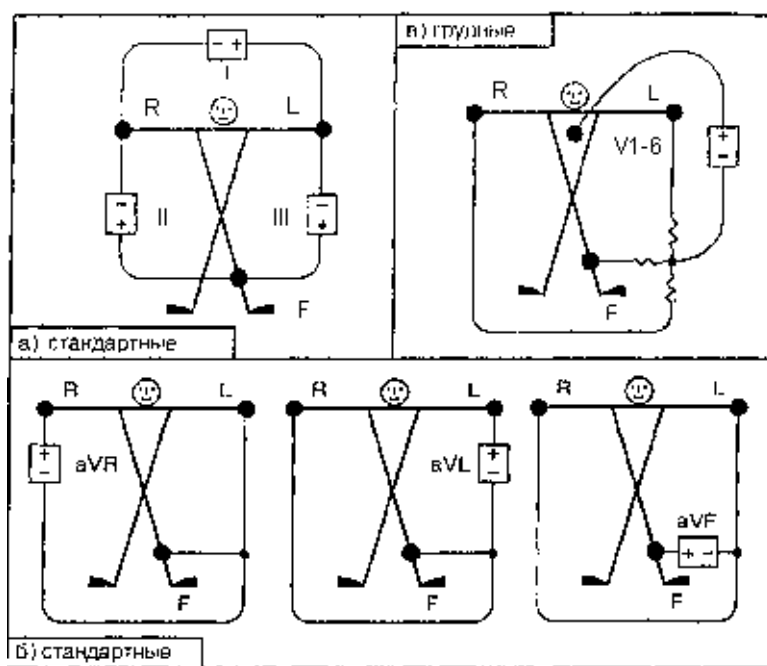


Рисунок 2.8 - Регистрация стандартных отведений

Регистрация однополюсных отведений от конечностей

Активный электрод при этом соединяют с положительным полюсом прибора и помещают, по очереди, на правую руку, левую руку и левую ногу. Индифферентный электрод получают, соединяя напрямую электроды только от двух конечностей - тех, на которых не лежит активный электрод в данном отведении, и присоединяют к отрицательному полюсу прибора (рисунок 2.8 а). Амплитуда ЭКГ в этом случае оказывается в 1,5 раза больше, чем при использовании электрода Вильсона. Поэтому однополюсные отведения от конечностей по Гольдбергеру получили название "усиленных" и обозначаются символом aV: aVR, aVL, aVF (от англ. augmented - усиленный; right - правый, left - левый, foot - нога).

Для получения однополюсных грудных отведений активный электрод помещается в определенные точки грудной клетки, а в качестве индифферентного электрода используется, объединенный электрод Вильсона. В обязательном порядке регистрируют ЭКГ в шести грудных отведениях (V1-V6), располагая активный электрод следующим образом:

V1 - в четвертом межреберье по правому краю грудины;

V2 - в четвертом межреберье по левому краю грудины;

V3 - посередине между V2 и V4;

V4 - в пятом межреберье по левой среднеключичной линии;

V5 - на горизонтальном уровне V4 по левой передней подмышечной линии;

V6 - на горизонтальном уровне V4 по левой средней подмышечной линии

В ряде случаев используют дополнительные грудные отведения. Отведения V7, V8 и V9 получают, располагая активный электрод на левой половине грудной клетки, соответственно, по задней подмышечной, лопаточной и левой околопозвоночной линиям на горизонтальном уровне V4-V6. Располагая активный электрод на симметричных точках правой половины грудной клетки, получают отведения V3R, V4R и т. д. Так как актив-

ные электроды грудных отведений располагаются вблизи от источника разности потенциалов, эти отведения имеют большую чувствительность при выявлении патологических изменений в отделах сердца, прилежащих к электродам.

2 Компоненты нормальной электрокардиограммы

На электрокардиограмме (рисунок 2.9) в любом отведении выделяют зубцы, сегменты (участки ЭКГ между двумя соседними зубцами) и интервалы (участки ЭКГ, включающие несколько соседних сегментов и/или зубцов). Линия, регистрируемая в период, когда разности потенциалов в сердце отсутствует, называется изоэлектрической линией (или просто изолинией). В норме все сегменты расположены на изолинии.

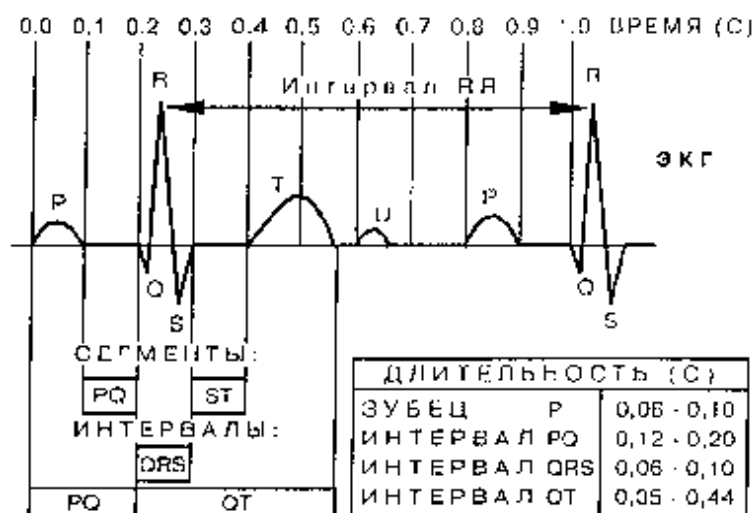


Рисунок 2.9 - Компоненты нормальной ЭКГ

Обычно положение изолинии определяют по уровню сегмента Т-Р, который регистрируется в период "электрической диастолы". Зубцы обозначаются латинскими буквами Р, Q, R, S, Т, U. Зубцы, расположенные выше изолинии, называются положительными, расположенные ниже изолинии - отрицательными. По определению, зубец R всегда положительный, зубцы S и Q всегда отрицательные. Зубцы Р, Т и U могут быть поло-

жительными (+), отрицательными (-) и двухфазными (+- или -+). Амплитуда (вольтаж) зубцов отсчитывают от изолинии и выражают в миллиметрах или милливольтмах. Обозначения зубцов P, Q, R, S, T, U представляют собой лишь формальный способ описания кривой ЭКГ. Механизм формирования этих зубцов до настоящего времени окончательно не установлен. Однако многочисленные электрофизиологические эксперименты, показали, что различные элементы ЭКГ соответствуют по времени возбуждению определенных отделов миокарда. Интервал P-Q (от начала зубца P до начала комплекса QRS) в целом характеризует время, за которое возбуждение от СА-узла достигает сократительных кардиомиоцитов желудочков. Длительность интервала P-Q варьирует от 0,12 до 0,20 с в зависимости от частоты сердечных сокращений (чем она больше, тем короче интервал P-Q).

Зубец P отражает процесс охвата возбуждением предсердий: начальная часть зубца - правого, конечная - левого. Общая длительность зубца P составляет 0,06-0,10 с, сегмент P-Q (от конца зубца P до начала комплекса QRS) является частью интервала P-Q и соответствует времени распространения возбуждения по АВ-соединению и системе Гиса - Пуркинье. Желудочковый комплекс QRST отражает процессы деполяризации и деполяризации желудочков, интервал QRS (от начала зубца Q до конца зубца S), длительность которого составляет 0,06-0,10 с, соответствует по времени процессу деполяризации желудочков.

Комплекс зубцов QRS может иметь разнообразную форму. Все положительные зубцы этого комплекса обозначаются буквой R. Если таких зубцов несколько, то они отличаются от первого апострофами: R, R', R" и т.д. Отрицательные зубцы, следующие за первым R, обозначаются как S, S', S" и т.д. Отрицательный зубец, предшествующий первому зубцу R, называется зубцом Q. В норме длительность зубца Q не более 0,04 с, а амплитуда не превышает 1/4 амплитуды самого высокого зубца (R или S)

данного комплекса QRS (исключение составляет отведение aVR). Если амплитуда какого-либо зубца комплекса QRS меньше 1/2 амплитуды самого высокого зубца данного комплекса (или менее 3 мм), то этот зубец обозначается строчной буквой: q, r, s. Если комплекс QRS представлен единственным отрицательным зубцом, то он обозначается QS. Сегмент S -Т (от конца зубца S до начала зубца Т) соответствует периоду времени между деполяризацией желудочков и началом их быстрой реполяризации. Разность потенциалов при этом отсутствует или очень мала, поэтому в норме сегмент S -Т расположен практически на изолинии, отклоняясь от нее вверх или вниз не более чем на 0,5 мм.

Зубец Т отражает процесс конечной (быстрой) деполяризации миокарда желудочков. Длительность зубца Т довольно вариабельна и составляет около 0,20 с. Интервал Q -Т (от начала зубца Q до конца зубца Т) называется электрической систолой желудочков. Его длительность составляет 0,35-0,44 с и зависит от пола, возраста исследуемого и частоты сердечных сокращений. Для оценки измеренной величины этого интервала ее сравнивают с должной, которую определяют по специальным формулам или таблицам. В норме отклонение длительности QT от должной величины не превышает 15% (или 0,04 с).

Зубец U - небольшое колебание ЭКГ, иногда регистрируемое после зубца Т. Происхождение зубца U точно не установлено. Интервал R-R (от вершины одного зубца R до вершины следующего) характеризует общую длительность цикла возбуждения сердца, его длительность обратно пропорциональна частоте возбуждения желудочков.

3 Векторная модель происхождения электрокардиограммы

Сердце является электрическим диполем - системой, состоящей из двух зарядов разного знака (как, например, электрическая батарейка). Для удобства электрический диполь представляют в виде вектора, направленного

ного от отрицательного полюса к положительному, а "электродвижущую силу" диполя (разность потенциалов между полюсами) характеризуют длиной этого вектора. В процессе возбуждения отдельных кардиомиоцитов в миокарде возникает множество элементарных диполей. Положительный полюс каждого такого диполя образуется еще не возбужденной (поляризованной) частью поверхности кардиомиоцита, а отрицательный полюс - возбужденной (деполяризованной) частью. В норме кардиомиоциты деполяризуются в определенной последовательности, и возбуждение охватывает сердце в виде волны, которая распространяется в направлении, определяемом структурой миокарда, в частности - строением проводящей системы сердца. Фронт этой волны образован элементарными диполями - кардиомиоцитами, возбуждающимися в данный момент времени. Сумма электрических векторов всех диполей, образующих фронт волны возбуждения, называется моментным вектором сердца.

Моментный вектор характеризует все сердце в целом как единый электрический диполь, "электродвижущая сила" и пространственная ориентация которого непрерывно меняются в течение сердечного цикла. Если на некотором расстоянии от такого диполя в однородной электропроводящей среде поместить два электрода, то можно зарегистрировать разность потенциалов, величина которой будет определяться "электродвижущей силой" диполя и его положением относительно электродов. Пара электродов, соединенных с измерительным прибором, образует отведение ЭКГ, а условная линия, соединяющая точки расположения электродов и направленная в сторону положительного электрода, - "ось отведения". Дипольная (векторная) модель позволяет использовать для описания ЭКГ простую геометрическую интерпретацию, согласно которой амплитуда электрокардиограммы в данном отведении в каждый момент времени определяется величиной проекции моментного вектора сердца на ось этого отведения.

4 Формирование нормальной электрокардиограммы

Нормальная ЭКГ представлена на рисунке 2.10

Рассмотрим процесс формирования ЭКГ в этих отведениях с позиций векторной модели. Для удобства описания введем понятие "результрующий вектор", отражающий средние величину и направление моментного вектора сердца за определенный период времени (например, за время деполяризации предсердий или желудочков и т. д.). Так как в состоянии покоя (электрическая диастола) весь миокард заряжен одинаково положительно (состояние равномерной поляризации), разности потенциалов не возникает, и на ЭКГ регистрируется изолиния (рисунок 2.11а).

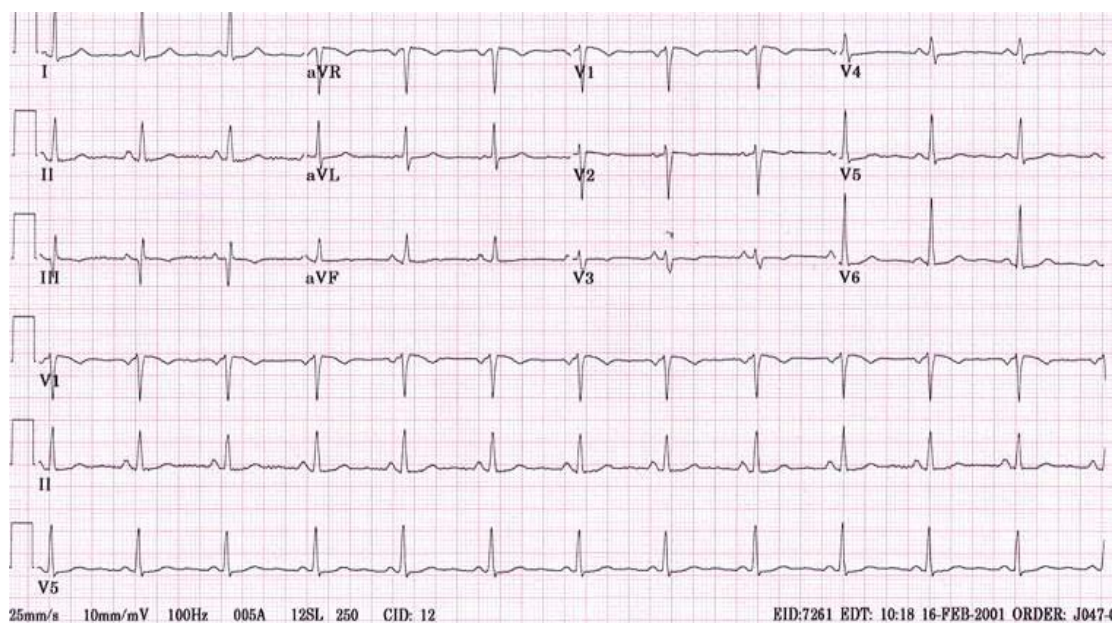


Рисунок 2.10 – Электрокардиограмма

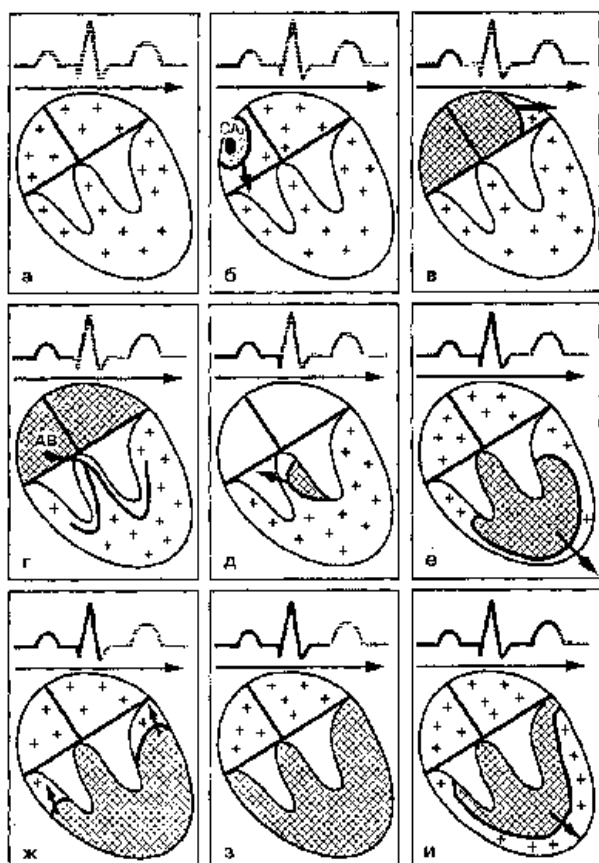


Рисунок 2.11 - Результирующий вектор

Зубец Р. Возбуждение, возникнув в СА узле, радиально распространяется от него на предсердия. В период 0,01-0,02 с от начала возбуждения деполяризуется только правое предсердие. Результирующий вектор при этом направлен вниз и немного влево, и в отведении I формируется восходящее колено зубца Р (рисунок 2.11б). В период от 0.03 до 0.10 с возбужденно охватывает межпредсердную перегородку и левое предсердие. Результирующий вектор этого периода направлен влево и немного вверх, и в отведении I, формируются вершина и нисходящее колено зубца Р (рисунок 2.11в).

Результирующий вектор деполяризации предсердий в целом направлен влево и вниз, т. е. в сторону положительного электрода отведения I, поэтому зубец Р в этом отведении положительный. Максимальная положительная проекция результирующего вектора деполяризации предсердий

и, следовательно, максимальная амплитуда зубца Р наблюдаются во II стандартном отведении. В большинство других отведений зубец Р, как правило, положительный. В III отведении зубец Р может быть низковольтным, двухфазным (+ -); в отведении aVL - тоже двухфазным, но с другой последовательностью фаз (-+). Две фазы зубца Р в указанных отведениях, оси которых почти перпендикулярны результирующему вектору деполяризации предсердий, частично соответствуют последовательному возбуждению правого и левого предсердий. В отведении aVR зубец Р всегда отрицательный. Результирующий вектор возбуждения предсердий в горизонтальной плоскости обычно направлен в ту же сторону, что и оси V2-V6 и почти параллелен осям отведений V4, V5. Поэтому он проецируется на положительные части этих отведений, и в норме зубец Р в отведениях V2-V6 положителен с максимальной амплитудой в V4 или V5. В отведении V1 зубец Р может быть положительным или двухфазным.

Сегмент Р-Q. После окончания деполяризации предсердий поверхность всех предсердных кардиомиоцитов оказывается, заряжена одинаково отрицательно, и разность потенциалов в миокарде исчезает. Электрическому взаимодействию между отрицательно заряженными предсердиями и положительно заряженными желудочками препятствует находящаяся между ними фиброзная ткань, обладающая свойствами изолятора. Возбуждение продолжает распространяться только по АВ соединению и системе Гиса-Пуркинье. Однако количество проводящих кардиомиоцитов, участвующих в этом процессе, крайне мало, а фронт волны деполяризации очень узок (по сравнению с возбуждением сократительных кардиомиоцитов). Соответственно, разность потенциалов, возникающая при возбуждении элементов проводящей системы, также невелика и на ЭКГ не регистрируется. Описанному периоду между окончанием деполяризации предсердий и началом деполяризации желудочков на ЭКГ соответствует изоэлектрический сегмент Р-Q (рисунок 2.11г). Реполяризация предсердий

совпадает по времени с деполяризацией желудочков, поэтому потенциалы реполяризации предсердий на ЭКГ практически не отражаются, так как скрываются значительно большими по амплитуде потенциалами комплекса QRS.

Комплекс QRS. Миокард желудочков (в отличие от предсердий) возбуждается не из одного центра, а одновременно из множества очагов, начиная с субэндокардиальных слоев, откуда деполяризация распространяется по направлению к субэпикардиальным отделам, т. е. изнутри к наружи. Волна деполяризации охватывает желудочки в последовательно-сти, определяемой структурой проводящей системы. В этом процессе обычно выделяют три фазы, каждой из которых соответствует свой результирующий вектор.

Начальный (септальный) вектор ("вектор 0.02") характеризует период 0,01-0,03с от начала деполяризации желудочков, когда возбуждение охватывает левую часть межжелудочной перегородки и часть правого желудочка (рисунок 2.11д). Он имеет небольшую величину и направлен вправо, вперед и вверх (реже - вниз), обуславливая образование низкоамплитудного зубца Q в стандартных отведениях и отведении aVF. Чаше зубец Q появляется не во всех трех стандартных отведения, а только в одном или двух, что зависит в норме от положения сердца в грудной клетке.

Средний (главный) вектор ("вектор 0.04") характеризует период 0,04-0,05с, когда возбуждается большое количество кардиомиоцитов стенок желудочков. Фронт волны возбуждения при этом расширяется, а следовательно, возрастает и разность потенциалов, которая достигает максимума в тот момент времени, когда возбуждением охвачена примерно половина миокарда. Из-за большей мышечной массы левого желудочка вектор 0,04 направлен влево и вниз, что отражается зубцом R во всех стандартных отведениях и отведении aVF, но зубцом S в отведении aVR (рисунок 2.11е). Конечный (базальный) вектор ("вектор 0.06") характеризует период 0,06-

0,08 с, за который деполяризуются базальные отделы миокарда желудочков (рисунок 2.11ж). Количество деполяризованных участков в этот период начинает превышать количество еще невозбужденных, фронт волны возбуждения сужается, разность потенциалов и величина электрического вектора уменьшаются. Конечный вектор направлен вверх и немного вправо, т. е. в сторону, противоположную направлениям осей стандартных отведений и отведения aVF, проецируясь на отрицательные части этих осей в системе Бейли. Однако проекция этого вектора на ось aVR положительна. Поэтому конечному вектору во всех стандартных отведениях примерно соответствует зубец S, а в отведении aVR - зубец R.

Как правило, в норме результирующий вектор деполяризации желудочков в целом направлен влево, вниз и вперед, чему соответствует положительная максимальная проекция на ось отведения II. Поэтому в указанном отведении зубец R обычно имеет максимальную амплитуду и заметно преобладает над зубцами Q и S. Вместе с тем, вариантами нормы являются и так называемые позиционные изменения формы комплекса QRS в отведениях от конечностей, они вызываются изменением положения сердца в грудной клетке и могут регистрироваться у людей со здоровым сердцем. Например, у лиц гиперстенической конституции, а также при ожирении, беременности и других состояниях, которые приводят к высокому стоянию диафрагмы, сердце смещается ближе к горизонтальному положению. Соответственно меняется и положение векторов деполяризации желудочков и форма ЭКГ. Смещение сердца ближе к вертикальному положению часто встречается у здоровых детей и подростков, а также у взрослых лиц астенической конституции. Позиционные изменения ЭКГ наблюдаются также при дыхании: на вдохе диафрагма опускается, соответственно опускается верхушка сердца, и сердце занимает более вертикальное положение; на выдохе происходят противоположные изменения.

Электрическая ось сердца (ЭОС) Электрическая ось сердца - суммарное среднее положение вектора сердца за полный цикл сокращения. Обычно она направлена вниз и влево (нормальные значения: -30° - $+90^{\circ}$), хотя может и выходить за эти пределы у высоких людей и лиц с повышенной массой тела. Отклонение от нормы может означать как наличие, каких либо заболеваний (аритмии, блокады, тромбоэмболия), так и нетипичное расположение сердца (встречается крайне редко).

Применение ЭКГ:

- определение частоты и регулярности сердечных сокращений
- показывает острое или хроническое повреждение миокарда
- может быть использована для выявления нарушений обмена калия, кальция, магния и других электролитов
- выявление нарушений внутрисердечной проводимости
- метод скрининга при ишемической болезни сердца, в том числе и при нагрузочных пробах
- может дать информацию о внесердечных заболеваниях, таких как тромбоэмболия легочной артерии

Результаты и выводы. Выполняют все этапы работы и вклеивают в журнал оригинальные экспериментальные записи. Анализируют кривые (измеряют зубцы и интервалы ЭКГ и проводят их сравнительный анализ) и объясняют полученные данные. По полученным данным делают вывод об изменениях в ЭКГ и динамике их восстановления после умственной (решение математической задачи) и физической нагрузки (десять приседаний).

При анализе данных учитывают следующие показатели: просчитывают амплитуду и длительность зубцов ЭКГ, длительность интервалов, сопоставляют их с нормативами. Зная, что скорость движения бумаги со-

ставляет 25 мм/с, и изменив интервалы R-R исходной ЭКГ и ЭКГ, регистрируемой во время предъявляемых испытуемому тестов, определяют исходный ритм сердцебиений и его максимальные изменения после эмоциональной и физической нагрузки. Подсчитывают величину дыхательной аритмии. В тех случаях, когда предъявление теста сопровождалось изменением формы ЭКГ, описывают эти изменения и дают им объяснения.

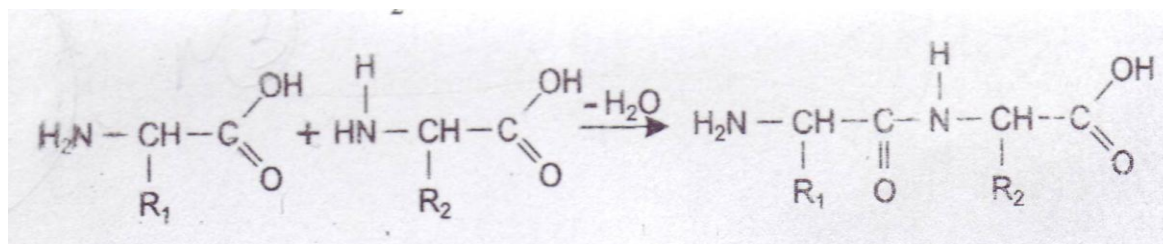
При хорошем функциональном состоянии сердца ЭКГ после физической нагрузки характеризуется незначительными изменениями:

- 1) увеличивается частота сердечных сокращений на 50-60% по сравнению с исходной и сохраняется синусный ритм;
- 2) положение электрической оси не изменяется или несколько смещается вправо, изредка влево;
- 3) интервал P-Q не изменяется или незначительно укорачивается;
- 4) длительность комплекса QRS не изменяется или укорачивается незначительно;
- 5) сегмент ST остается на уровне изоэлектрической линии или смещается книзу не более чем на 0,5 мм;
- 6) наблюдается уплощение зубца Р в отведении I и увеличение его в отведении II не более чем до 0,3 мм;
- 7) несколько увеличивается амплитуда зубца Т в отведениях II, III и V₂;
- 8) зубцы Q и S существенно не изменяются или слегка углубляются в отведениях I, V₄ и V₆;
- 9) восстановление всех исходных показателей заканчивается на 5-й минуте отдыха.

2.4 Лабораторная работа №4. Цветные реакции на белки мышечной ткани

Цветные реакции на белки являются реакциями на структурные элементы белка — аминокислоты или образуемые ими химические группировки. При взаимодействии белка с отдельными химическими веществами возникают окрашенные продукты реакции, обусловленные присутствием в белках определенных аминокислот и группировок.

Цветные реакции на белки применяются для установления белковой природы вещества и изучения аминокислотного состава различных природных белков. На некоторых цветных реакциях основаны методы для количественного определения белков и аминокислот, входящих в их состав, что может представить важность при суждении, например, о питательной ценности белка. Реакция обусловлена наличием в белках пептидных связей соединяющих остатки аминокислот в молекуле белка путем отнятия элементов частицы воды из —COOH-группы одной аминокислоты и —NH₂ - группы другой:

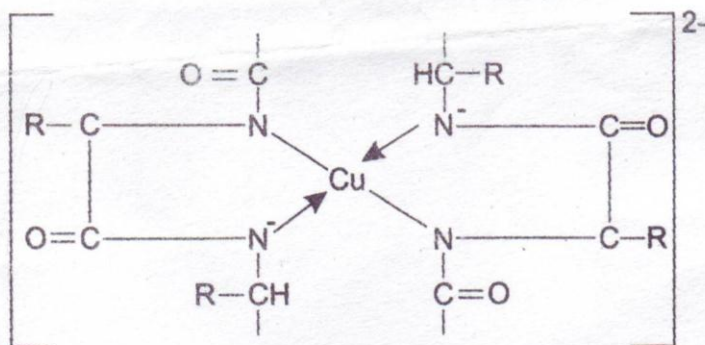


В сильно щелочной среде в присутствии сернокислой меди образуются комплексные соединения меди с пептидной группировкой, окрашенные в красно-фиолетовый или сине-фиолетовый цвет.

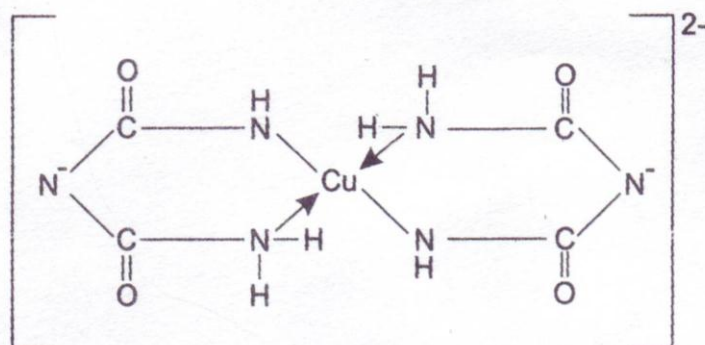
Биуретовой реакцией обнаруживаются все без исключения белки, а также продукты их неполного гидролиза — пептоны и полипептиды. Для ди- и трипептидов биуретовая реакция ненадежна. Оттенок окрашивания зависит от длины пептидной цепочки. Пептоны при этой реакции дают розовое или красное окрашивание. Биуретовая реакция положительна и с веществами небелкового характера, имеющими в своем составе не менее двух —CO—NH₂-групп, к ним относятся, например, оксамид —H₂N—

CO—CO—NH_2 , биурет $\text{—H}_2\text{N—CO—NH—CO—NH}_2$, по которому и названа реакция.

Ион меди является центральным атомом фиолетового окрашенного комплекса, который образуется только в присутствии пептидных связей или двух групп —CO—NH_2 . Так как биуретовая реакция протекает в сильно щелочной среде, образуются анионные комплексы:

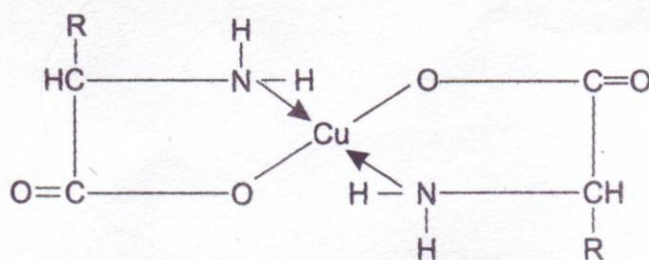


Комплекс белок- Cu^{2+}



Комплекс биурет- Cu^{2+}

В тех же условиях аминокислоты присоединяют ионы меди Cu^{2+} по типу хелатов без образования окрашенных комплексов:



Комплекс аминокислоты- Cu^{2+}

Реактивы

- 1 Мышцы вытяжка.
- 2 Едкий натр, 10% раствор.
- 3 Сернокислая медь, 1% раствор.

Оборудование

- 1 Штатив с пробирками.
- 2 Капельницы или пипетки.

В пробирку наливают 5 капель раствора белка, 5 капель 10% раствора едкого натра и по каплям, начиная с 1 капли, раствор сернокислой меди до появления при взбалтывании розово-фиолетового или сине-фиолетового окрашивания. Надо избегать избытка CuSO_4 , так как при дальнейшем его прибавлении все более усиливается нехарактерный синий оттенок и, наконец, выпадает осадок гидрата окиси меди.

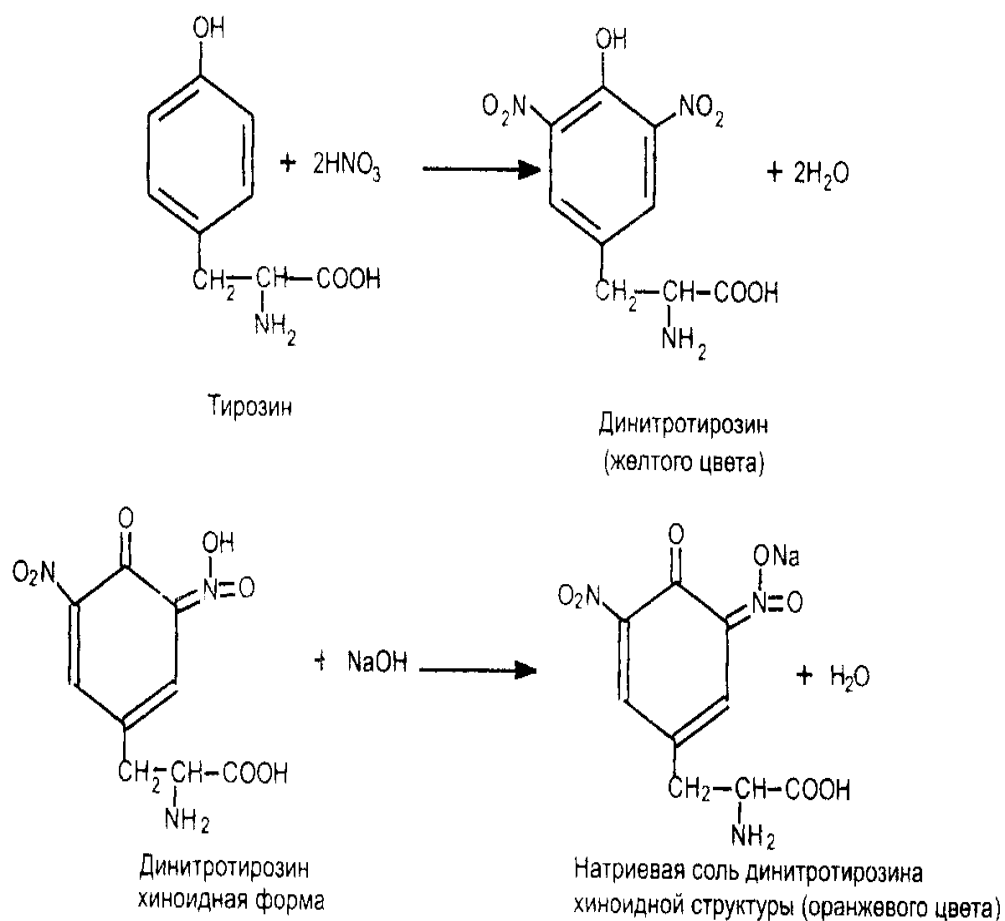
При малых концентрациях белка в растворе в пробирку наливают 20 капель 10% раствора едкого натра, добавляют 1—2 капли 1 % раствора сернокислой меди и перемешивают. Затем набирают в пипетку разбавленный раствор белка и осторожно спускают его по стенке пробирки так, чтобы он наслаивался сверху и не смешивался со щелочным раствором сернокислой меди. На границе двух слоев жидкости образуется фиолетовое кольцо.

Ксантопротеиновая реакция (Мульдера)

Реакция обусловлена наличием в белке циклических аминокислот — тирозина и триптофана, содержащих в своем составе бензольное ядро. При нагревании большинства белков с концентрированной азотной кислотой бензольное ядро тирозина и триптофана нитруется с образованием нитро-

производных желтого цвета. Последние при добавлении щелочи превращаются в соли хиноидной структуры, окрашенные в оранжевый цвет.

Реакцию нитрования и образования солей хиноидной структуры можно представить следующим образом:



Ксантопротеиновую реакцию (желтое окрашивание) можно наблюдать на коже, ногтях, шерсти и т. п. при попадании на них концентрированной азотной кислоты. По-гречески «ксантос» — желтый, откуда реакция и получила название. Белки, не содержащие тирозина и триптофана, не дают ксантопротеиновой реакции (желатина, клупеин, сальмин и др.). В отличие от тирозина и триптофана, фенилаланин подвергается нитрованию с большим трудом и, по-видимому, не обуславливает ксантопротеиновой реакции. Поскольку ксантопротеиновая реакция обусловлена

нитрованием ароматического кольца, она может быть положительной с более простыми ароматическими соединениями, например с фенолом.

Реактивы

- 1 Мышцы вытяжка.
- 2 Азотная кислота, концентрированная.
- 3 Едкий натр, 10% раствор.

Оборудование

Штатив с пробирками.
Капельницы или пипетки.

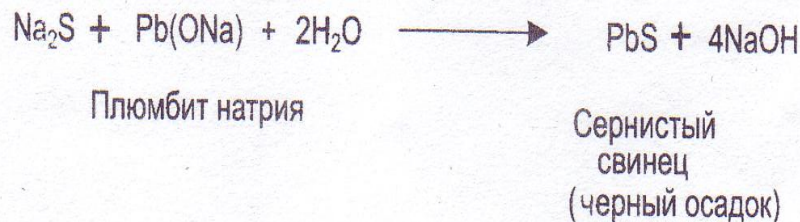
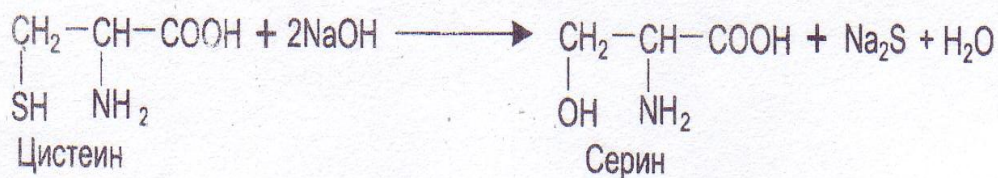
Ход работы

1 В пробирку наливают 5 капель раствора белка и 3 капли концентрированной азотной кислоты. Образуется осадок белка под действием кислоты. При нагревании осадок окрашивается в желтый цвет (нитрование) и постепенно растворяется (происходит гидролиз белка), сообщая желтую окраску раствору.

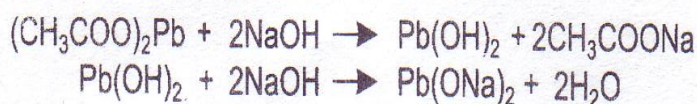
2 Содержимое пробирки охлаждают под краном. К охлажденной смеси прибавляют по каплям 10% раствор едкого натра. Когда реакция жидкости делается щелочной, появляется оранжевое окрашивание вследствие образования натриевой соли динитротирозина.

Реакция Фоля

Реакция обусловлена присутствием в белке аминокислот цистита и цистеина, содержащих слабосвязанную серу. Эти аминокислоты под влиянием щелочи при нагревании разрушаются с образованием сероводорода. Последний в щелочной среде дает сернистый натрий, который, реагируя с плюмбитом натрия, образует черный осадок сернистого свинца:



Плюмбит натрия получается в процессе реакции при взаимодействии уксуснокислого свинца со щелочью:



Другая серусодержащая аминокислота метионин более устойчива и при слабом щелочном гидролизе не разрушается.

Реактивы

- 1 Мышцы вытяжка.
- 2 Едкий натр, 10% раствор.
- 3 Уксуснокислый свинец, 5% раствор.

Оборудование

- 1 Штатив с пробирками.
- 2 Капельницы.

Ход работы

1 Наливают в пробирку 10 капель 5% раствора уксуснокислого свинца и по каплям прибавляют 10% раствор едкого натра до растворения образующегося вначале осадка гидрата окиси свинца.

2 Приливают несколько капель белка и смесь кипятят. Через некоторое время жидкость бурет и выпадает черный осадок сернистого свинца.

2.5 Лабораторная работа №5. Выделение белков мышечной ткани альбуминовой фракции

Подготовка мышц к исследованию

Свежую мышцу освобождают от жира, соединительной ткани и тщательно измельчают на часовом стекле ножницами или на мясорубке.

Выделение белков мышечной ткани

Белки мышц можно разделить на ряд фракций с помощью последовательной экстракции водой, солевыми и щелочными растворами.

Выделение альбуминовой фракции

Оборудование

- 1 Шутель-аппарат.
- 2 Стаканы химические.
- 3 Ножницы.
- 4 Воронка.
- 5 Пробирки стеклянные химические.
- 6 Пипетки на 2 мл.
- 7 Марля.

Реактивы

- 1 Гидроксид натрия, 10%-ный раствор.
- 2 Сульфат меди, 1%-ный раствор.
- 3 Сульфат аммония, кристаллический.
- 4 Трихлоруксусная кислота, 6%-ный раствор.

Ход работы

8—10 г измельченной мышцы помещают в химический стакан, заливают тройным объемом дистиллированной воды и экстрагируют, взбалтывая на шутель-аппарате в течение 20 мин. Вытяжку отделяют фильтрованием через три слоя марли в другой химический стакан, а оставшую-

ся мышечную кашицу сохраняют для последующей солевой экстракции. В водный экстракт переходят белки саркоплазмы — миоген, миоальбумин и миоглобин, с которыми проводят следующие реакции.

В четыре пробирки наливают по 2 мл полученного экстракта. Для определения белка в экстракте в первой пробирке проводят биуретовую реакцию. Во вторую пробирку добавляют порошок сульфата аммония до насыщения, при этом выпадает осадок альбуминов. В других пробирках проводят реакции на осаждение белков солями тяжелых металлов.

2.6 Лабораторная работа №6. Выделение белков мышечной ткани глобулиновой фракции

Оборудование

- 1 Шутель-аппарат.
- 2 Стаканы химические.
- 3 Воронки.
- 4 Штатив с пробирками.
- 5 Пипетки на 2 мл.
- 6 Марля.

Реактивы

- 1 Сульфат аммония, насыщенный раствор.
- 2 Хлорид аммония, 10%-ный раствор.
- 3 Гидроксид натрия, 10%-ный раствор.
- 4 Сульфат меди, 1%-ный раствор.

Ход работы

Остаток мышечной кашицы после экстракции водой помещают в стаканчик, заливают двойным объемом 10%-ного раствора хлорида аммония и экстрагируют при встряхивании в течение 30 мин.

Солевой экстракт отфильтровывают через три слоя марли. Остаток мышечной ткани на фильтре сохраняют для дальнейшего исследования. В солевой экстракт переходят белки глобулиновой фракции — миозин и акто-миозин, которые определяют с помощью следующих реакций.

В три пробирки наливают по 2 мл полученного солевого экстракта мышц. В первой пробирке наличие белка устанавливают с помощью биуретовой реакции. Во вторую пробирку добавляют равный объем насыщенного раствора сульфата аммония, при этом наблюдают выпадение осадка миозина и актомиозина. К экстракту в третьей пробирке добавляют дистиллированную воду до появления осадка нерастворимых в воде миозина и актомиозина.

Оформление работы. Кратко запишите результаты проделанных реакций.

2.7 Лабораторная работа № 7. Выделение склеропротеинов из мышечной ткани

Оборудование

- 1 Горелка газовая.
- 2 Стаканы химические.
- 3 Штатив с пробирками.
- 4 Воронки.
- 5 Марля.

Реактивы

- 1 Гидроксид натрия, 10%-ный раствор.
- 2 Сульфат меди, 1%-ный раствор.
- 3 Трихлоруксусная кислота, 6%-ный раствор.

Ход работы

В остатке мышечной ткани после экстракции водными и солевыми растворами содержатся склеропротеины (коллаген и эластин).

Остаток мышечной ткани помещают в химический стакан, заливают тройным объемом воды и кипятят в течение 30 мин, сохраняя объем жидкости в стакане периодическим добавлением горячей воды. При кипячении коллаген, подвергаясь неглубокому гидролизу, превращается в растворимую в воде желатину.

Горячий раствор отфильтровывают в пробирку и в фильтрате открывают желатину с помощью биуретовой реакции, осаждения солями тяжелых металлов и других реакций. Желатина не дает положительной реакции на триптофан и тирозин.

На фильтре остаются тонкие волокна и пленки эластина.

Оформление работы

Кратко запишите результаты проделанных реакций.

2.8 Лабораторная работа №8. Выделение сократительных и регуляторных белков из миофибрилл мышечной клетки

Миофибриллы мышечной клетки содержат сократительные белки (миозин и актин) и регуляторные белки (тропомиозин и тропонин). Белки миофибрилл не растворяются в воде, но их можно экстрагировать из мышечной ткани солевыми растворами с концентрацией соли 0,5 моль/л. Многие белки саркоплазмы (гиалоплазмы мышечных клеток) растворимы в воде или в солевых растворах низкой концентрации (0,05 моль/л). При экстракции мышечной ткани 5% раствором хлорида калия извлекаются как миофибриллярные, так и саркоплазматические белки.

Ход работы:

Взвешивают 2 г мышечной ткани. Измельченную ножницами навеску помещают в фарфоровую ступку, добавляют 2 мл 5% раствора хлорида калия и растирают со стеклянным песком до гомогенного состояния. К гомогенату добавляют 3 мл раствора хлорида калия и растирают кашицу в течение 5 минут, после чего прибавляют еще 5 мл 5% раствора хлорида калия и продолжают растирание 5 минут.

Полученный гомогенат фильтруют через два слоя марли или центрифугируют в течение 15 минут при 4000 об/мин.

С фильтратом (или центрифугатом) проделывают цветные реакции на белки (биуретовую, ксантопротеиновую, реакции Милона, Фоля и Сакагучи).

Оформление работы

Кратко запишите результаты проделанных реакций.

2.9 Лабораторная работа №9. Определение гликогена, глюкозы и молочной кислоты в мышечной ткани

1 Количественное определение глюкозы в биологических жидкостях

Цель работы: определить содержание глюкозы в биологических жидкостях.

Ход работы

- 1 Приготовить мышечный экстракт.
- 2 Получить безбелковый фильтрат.
- 3 Провести количественное определение глюкозы фотоэлектроколориметрическим методом.
4. Рассчитать содержание глюкозы в мышечном экстракте.
5. Сделать выводы и оформить отчет.

Теоретическая часть

Углеводы входят в состав практически всех живых организмах. Они играют важнейшую роль в обмене веществ и выполняют разнообразные функции. При этом их содержание и функции у разных организмов различны. В наибольших количествах углеводы содержатся у растений (до 80% от сухой массы), поскольку в растительных организмах основной их функцией является пластическая или строительная.

В организме человека и животных углеводы содержатся в значительно меньших количествах, чем у растений (не более 2% от сухой массы), так как основной их функцией является энергетическая. Энергия, выделяющаяся при расщеплении углеводов, аккумулируется в макроэргических связях АТФ и обеспечивает все процессы жизнедеятельности организмов. Углеводы также являются исходными продуктами для синтеза других органических соединений. Из промежуточных продуктов их расщепления, таких как 3-фосфоглицериновый альдегид, пировиноградная кислота (ПВК), ацетил, в организмах могут образовываться компоненты липидов (глицерин и высшие жирные кислоты), белков (заменимые аминокислоты) и нуклеиновых кислот (пентозы).

Организм человека и животных не способен синтезировать углеводы из органических веществ и получает их в готовом виде с различными пищевыми продуктами, главным образом растительного происхождения. Углеводы, поступившие в организм, подвергаются перевариванию в желудочно-кишечном тракте и всасываются в кровь в виде моносахаридов, в основном в виде глюкозы. Током крови она разносится по всему телу, и все клетки, органы и ткани черпают из нее глюкозу для покрытия своих энергетических потребностей.

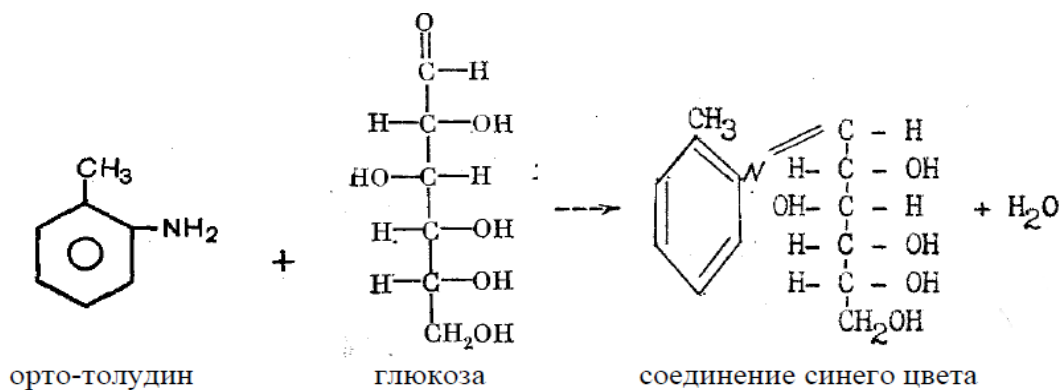
Несмотря на постоянное потребление глюкозы из крови тканями и поступление ее из кишечника после приема пищи, содержание глюкозы в крови постоянно и колеблется в пределах 3,3–5,5 ммоль/л (60–100 мг/л). Это постоянство поддерживается в результате сложных механизмов регу-

ляции, которые находятся под контролем центральной нервной системы. Важнейшую роль в этой системе играют гормоны. Так, адреналин и глюкагон повышают содержание глюкозы в крови, а инсулин понижает ее.

Для количественного определения глюкозы в биологических жидкостях применяют фотоэлектроколориметрический метод. Он основан на определении степени интенсивности окрашивания раствора, образующегося при взаимодействии глюкозы с ортотолуидиновым реактивом. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации глюкозы. При помощи этого метода глюкозу можно определить только при отсутствии белков, поэтому их предварительно осаждают 5%-ным раствором трихлоруксусной кислоты (ТХК).

Этот метод является специфичным и точным. Он дает возможность определять истинную глюкозу, так как другие редуцирующие вещества (глюкуроновая кислота, аскорбиновая кислота и др.) с ортотолуидиновым реактивом окрашивания не дают.

Взаимодействие глюкозы с ортотолуидином выражается следующей реакцией:



Порядок выполнения работы

Приготовление мышечного экстракта

На технических весах взвешивают 10 г мышечной ткани свежей рыбы или мяса и помещают в охлажденную, стоящую на льду ступку. Отмеряют 50 мл охлажденного 0,04 М раствора никотинамида и заливают им

взятую навеску. Затем мышцы измельчают ножницами, добавляют кварцевый песок, растирают в ступке до получения гомогенной массы и экстрагируют 30–40 мин. После этого полученный экстракт переносят в центрифужные пробирки и центрифугируют при 3 000 об/мин в течение 10 мин. Полученный экстракт используют в качестве исходного материала для определения глюкозы.

Получение безбелкового фильтрата

В микропипетку набирают 0,5 мл полученного экстракта или другого биологического раствора (например, крови или мочи), вносят его в центрифужную пробирку и добавляют 0,5 мл 5%-ного раствора трихлоруксусной кислоты. (Осторожно! Это едкое вещество.) При наличии белка раствор мутнеет. Содержимое пробирки перемешивают, переносят в центрифужные пробирки и центрифугируют при 3 000 об/мин в течение 5 мин. Белок при этом осаждается. Безбелковый фильтрат (он должен быть прозрачным) сливают и используют для последующего анализа.

Количественное определение глюкозы

1 Определение оптической плотности глюкозы в полученном фильтрате

В микропипетку набирают 0,2 мл полученного фильтрата, переносят его в высокую тонкостенную сухую пробирку и добавляют 2 мл ортотолуидинового реактива (раствор отолуидина в уксусной кислоте). Работают осторожно, под тягой, так как отолуидин является ядовитым веществом. Пробирку закрывают алюминиевой фольгой и помещают точно на 8 мин в кипящую водяную баню, следя за тем, чтобы вода все время кипела. После этого достают пробирку из водяной бани и быстро охлаждают в токе холодной воды до 20⁰С. Ее содержимое переносят в кювету на 1 см и фото-

метрируют при длине волны 630 нм против раствора сравнения. Полученные данные записывают в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Значение оптической плотности глюкозы

№ пробирки	Фильтрат, мл	Калибровочный раствор, мл	Реактив, мл	Д (оптическая плотность)
1	0,20	-	2,00	
2	-	0,20	2,00	

Раствор сравнения готовят, смешивая 0,2 мл раствора трихлоруксусной кислоты и 2 мл ортотолуидинового реактива, но в качестве его обычно используют воду. Это связано с тем, что в ТХК не содержится даже следов глюкозы, поэтому окраска с ортотолуидиновым реактивом не развивается. Для получения точных данных измерение должно быть проведено не позже 30 мин после охлаждения пробирок.

2 Определение оптической плотности глюкозы в калибровочном растворе

Готовят калибровочный раствор глюкозы с концентрацией 10 ммоль/л. Для этого к 0,2 мл эталонного раствора глюкозы (концентрация 25 ммоль/л) прибавляют 0,3 мл дистиллированной воды. Определение оптической плотности полученного раствора ведут аналогично определению оптической плотности глюкозы в полученном фильтрате и параллельно ему. Эталон и раствор сравнения не центрифугируют. Пробу и калибровочный раствор можно отмерять одной и той же микропипеткой. Результат определения записывают в таблицу.

При повышенных концентрациях глюкозы, особенно при анализе мочи, пробу необходимо разводить 2 и даже 10 раз дистиллированной водой. Дальнейший ход работы остается без изменений, а результаты анализа умножают на число разведений.

Определение содержания глюкозы.

Содержание глюкозы рассчитывают по формуле

$$X = (A/B) \cdot 10$$

где X – содержание глюкозы, ммоль/л;

A – оптическая плотность пробы;

B – оптическая плотность эталона;

10 – концентрация глюкозы в калибровочном растворе, ммоль/л.

Для определения содержания глюкозы в мг используют следующее отношение: ммоль/л = 0,0555 мг/100 мл.

При нормальных и повышенных концентрациях глюкозы ошибка определения составляет около $\pm 2\%$, а при пониженных ее концентрациях ошибка составляет около $\pm 7-8\%$.

Для достижения правильных результатов необходимо строго соблюдать постоянство условий нагревания. Растворы должны нагреваться в одинаковых пробирках, иначе нагревание будет неравномерным. В случае необходимости объем пробы, а также объем всех других растворов можно увеличить вдвое.

Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания, включая уравнения протекающих реакций, экспериментальные данные, расчеты и выводы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие функции выполняют углеводы в организме?
2. Каким образом поступают углеводы в живые организмы?
3. С помощью какого реактива удаляются белки из биологических жидкостей перед определением сахара?
4. Какой метод положен в основу определения глюкозы в биологических жидкостях?

5. Почему определение глюкозы ортотолуидиновым методом является точным?

2 Количественное определение гликогена и молочной кислоты в тканях мяса, рыбы

Цель работы: определить содержание гликогена и молочной кислоты в тканях мяса, рыбы.

Ход работы

- 1 Приготовить мышечный экстракт.
- 2 Определить фотоэлектроколориметрическим методом содержание гликогена в полученном экстракте.
- 3 Приготовить калибровочные растворы.
- 4 На фотоэлектроколориметре определить оптическую плотность.
- 5 Рассчитать содержание гликогена в мышечном экстракте.
- 6 Провести качественные реакции на молочную кислоту.
- 7 Определить фотоэлектроколориметрическим методом содержание молочной кислоты в мышцах.
- 8 Приготовить калибровочные растворы.
- 9 На фотоэлектроколориметре определить оптическую плотность.
- 10 Рассчитать содержание молочной кислоты в мышечном экстракте.
- 11 Сделать выводы и оформить отчет.

Теоретическая часть

Для осуществления жизнедеятельности любого организма нужна энергия. Клетки гетеротрофных организмов получают ее в результате реакций окисления (дегидрирования) различных органических веществ. Важнейшими из них являются гликоген и глюкоза, так как для их окисления требуются наименьшие затраты энергии. При этом организм получает

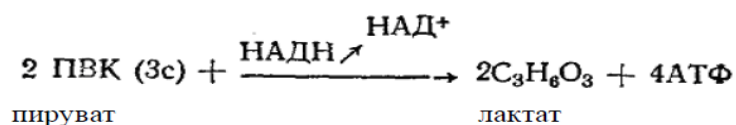
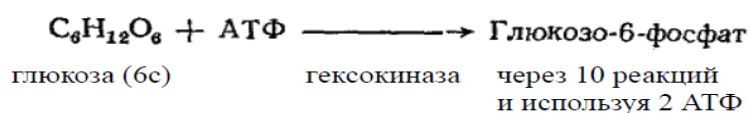
не только необходимую ему энергию, но различные промежуточные продукты, на основе которых могут синтезироваться разнообразные органические вещества.

Гликоген (животный крахмал) – это вещество с общей формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$. Это внутриклеточный, осмотически неактивный резервный полисахарид, способный к быстрому обратимому превращению в глюкозу. Гликоген присутствует в клетках животных организмов, главным образом в клетках печени и мышц. Он образуется из глюкозы. Основным местом его синтеза является печень. Процесс синтеза гликогена называется гликогенолизом, процесс распада – гликогенолизом.

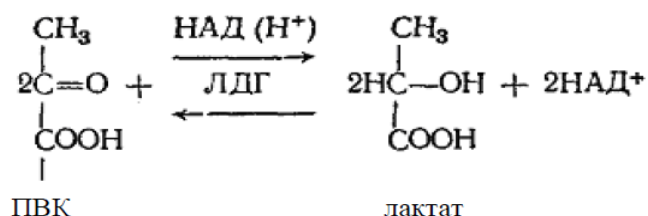
Распад углеводов в организме может протекать двумя путями: дихотомический распад (непрямое окисление) и апотомический распад (прямое окисление) с образованием пентоз и НАДФ · Н(H^+). Дихотомический распад предназначен для освобождения энергии, апотомический используется для синтеза веществ, где строительным материалом служат НАДФ · Н(H^+) и пентозы.

Дихотомический распад может проходить в анаэробных и аэробных условиях. Анаэробный распад углеводов может начинаться как с распада гликогена (гликогенолиз), так и с распада глюкозы (гликолиз). При гликогенолизе от гликогена под воздействием фосфорилазы и затрате одной молекулы АТФ отщепляется глюкозо-1-фосфат, которая под воздействием фосфоглюкомутазы превращается в глюкозо-6-фосфат. Все дальнейшие превращения аналогичны превращениям гликолиза.

Конечным акцептором водорода и в одном, и в другом процессе является пировиноградная кислота (ПВК), а конечным продуктом – молочная кислота. Реакции гликолиза и гликогенолиза идут в цитоплазме клеток (в частности, мышечных) и не связаны ни с какими клеточными структурами. Схематично их можно представить в следующем виде:



При анаэробном распаде освобождается только небольшая часть энергии, запасенная в молекуле глюкозы. В результате процесса субстратного фосфорилирования эта энергия аккумулируется в макроэргических связях АТФ. Акцептором водорода в процессе окисления служит пировиноградная кислота (ПВК), которая в анаэробных условиях при участии фермента лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и восстановленного ранее НАДН (H^+) восстанавливается до молочной кислоты



При гликолизе на каждую отщепившуюся молекулу глюкозы образуется 4 молекулы АТФ, но две молекулы затрачиваются, и чистый выход составляет 2 молекулы АТФ. Гликолиз и гликогенолиз дают возможность выполнять работу в условиях недостаточного снабжения тканей и органов кислородом (в условиях гипоксии). Молочная кислота, образующаяся в мышцах при усиленной работе, поступает в кровь и переносится в печень и сердце, где она интенсивно окисляется.

Начальные этапы аэробного и анаэробного распада углеводов (глюкозы и гликогена) сходны. Расхождения между ними начинаются на этапе образования ПВК.

В аэробных условиях ПВК подвергается дальнейшему окислению. Под влиянием пируватдегидрогеназного комплекса, в состав которого входят тиаминпирофосфат (ТПФ), амидлипоевой кислоты, коэнзимА, (Ко-ASH), НАД, а также ионы магния, ПВК в результате процесса окислитель-

ного декарбоксилирования превращается в ацетил-КоА, который поступает в цикл Кребса и окисляется там (в виде лимонной кислоты, которая образуется в результате конденсации ацетил-КоА и щавелевоуксусной кислоты) до CO_2 и H_2O .

Аэробный дихотомический распад является главным источником энергии для клетки. При окислении одной молекулы глюкозы образуется 40 молекул АТФ. Две молекулы затрачиваются на начальных этапах превращений, и чистый выход составляет 38 молекул АТФ. При этом основное количество энергии образуется в результате процессов окислительного фосфорилирования в дыхательной цепи. Ферменты цикла Кребса и ферменты дыхательной цепи локализованы в митохондриях.

После гибели организма кислород перестает поступать в органы и ткани. Распад углеводов при этом продолжается, но происходит он в строго анаэробных условиях. Количество гликогена в мышцах постепенно уменьшается, а количество молочной кислоты увеличивается.

Порядок выполнения работы

1. Приготовление мышечного экстракта

На технических весах взвешивают 10 г мышечной ткани свежей рыбы или мяса, и помещают в охлажденную, стоящую на льду ступку. Отмеряют 50 мл охлажденного 0,04 М раствора никотинамида и заливают им взятую навеску. Затем мышцы измельчают ножницами, добавляют кварцевый песок, растирают в ступке до получения гомогенной массы и экстрагируют 30–40 мин. После этого полученный экстракт переносят в центрифужные пробирки и центрифугируют при 3 000 об/мин в течение 10 мин. Полученный экстракт используют в качестве исходного материала для определения гликогена и молочной кислоты.

2. Определение содержания гликогена в полученном экстракте

Приготовление калибровочных растворов.

Берут пять пробирок. В три из них для построения стандартной кривой наливают раствор глюкозы: в первую – 50 мкг, во вторую – 100 мкг и в третью – 200 мкг. В четвертую наливают 0,5 мл полученного экстракта. В оставшуюся пробирку для контроля на реактивы наливают 0,5 мл воды. Во все пробирки при помощи мерной пипетки добавляют по 5 мл антронового реактива. Добавление реактива следует проводить быстро, так, чтобы струя реактива попадала в центр проб. Для этого используют пипетку с широким носиком.

Смеси в пробирках сразу же после добавления реактива очень быстро и тщательно перемешивают и помещают на 10–15 мин в водяную баню комнатной температуры, а затем переносят на 15 мин в кипящую водяную баню. При нагревании пробирок следят, чтобы в них не попадала вода, так как при ее попадании раствор мутнеет и это мешает колориметрированию.

По окончании нагревания пробирки быстро охлаждают в проточной воде и оставляют в темном месте на 30 мин.

Определение оптической плотности

Окрашенные растворы колориметрируют на фотоэлектроколориметре в кювете толщиной 0,5 см при длине волны 620 нм (красный светофильтр) против раствора сравнения. Для каждого раствора определяют оптическую плотность, и полученные значения записывают в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Зависимость между концентрацией глюкозы и оптической плотностью раствора

Содержание глюкозы	50	100	200	Мышечный экс- тракт
Оптическая плотность				

Расчет содержания гликогена

На основании полученных данных строят калибровочный график, откладывая на оси абсцисс концентрацию глюкозы, а на оси ординат – оптическую плотность.

Расчет содержания глюкозы проводят по стандартной кривой, которую строят для каждой серии определений.

Для пересчета на содержание гликогена полученное количество глюкозы умножают на коэффициент пересчета, равный 0,9. Его получают следующим образом: молекулярная масса глюкозного остатка в гликогене равна 162,1; молекулярная масса глюкозы – 180,1. Разделив 162,1 на 180,1, получаем 0,9.

Проведение качественной реакции на молочную кислоту

В пробирку наливают 20 капель 1%-ного раствора фенола, 2 капли 1%-ного раствора хлорного железа до появления фиолетового цвета (реактив Уффельманна) и по каплям добавляют 15 капель полученного мышечного экстракта. Если в нем присутствует молочная кислота, фиолетовая окраска жидкости переходит в желто-зеленую. Для сравнения проводят реакцию Уффельманна с раствором молочной кислоты и наблюдают появление желто-зеленого окрашивания.

Изменение окраски вызвано тем, что молочная кислота в присутствии фенолята железа (реактив Уффельманна), окрашенного в фиолетовый цвет, образует лактат железа желто-зеленого цвета. Химизм реакции следующий:



Количественное определение молочной кислоты

Приготовление калибровочных растворов. Берут пять пробирок и в три из них для построения стандартной кривой наливают раствор молочной кислоты: в первую – 5 мкг, во вторую – 10 мкг и в третью – 15 мкг. В четвертую наливают 0,2 мл полученного мышечного экстракта. В пятую пробирку для контроля на реактивы наливают 0,5 мл воды. Во все пробирки добавляют по 0,5 мл 20%-ного CuSO_4 и дистиллированной водой доводят объем жидкости в них до 5 мл. Затем добавляют по 0,5 г гидроксида кальция, тщательно перемешивают и оставляют при комнатной температуре на 30 мин.

Через 30 мин содержимое всех пробирок центрифугируют. Из каждой отбирают по 0,5 мл прозрачного центрифугата и переносят его в сухие чистые пробирки, стоящие в ледяной воде. Затем медленно, при постоянном встряхивании, добавляют в каждую пробирку по 3 мл 2н H_2SO_4 . После этого пробирки переносят на 5 мин в кипящую водяную баню, а затем охлаждают до комнатной температуры (20°C) и добавляют по 2 капли (0,05 мл) щелочного раствора параоксидифенила.

Содержимое пробирок осторожно перемешивают и ставят на 30 мин в термостат или водяную баню с температурой 30°C , а затем на 90 сек (!) в

кипящую водяную баню, после чего охлаждают. Появляется розовое окрашивание, интенсивность которого прямо пропорциональна концентрации молочной кислоты.

Определение оптической плотности

Полученные растворы колориметрируют на ФЭКе в кювете толщиной 0,5 см при длине волны 640–770 нм (красный светофильтр) против раствора сравнения. Для каждого раствора определяют оптическую плотность. Полученные значения записывают в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Зависимость между концентрацией молочной кислоты и оптической плотностью раствора

Содержание молочной кислоты, мкг	5	10	15	Мышечный экстракт
Оптическая плотность				

Расчет содержания молочной кислоты

На основании полученных данных строят калибровочный график, откладывая на оси абсцисс концентрацию молочной кислоты, а на оси ординат – оптическую плотность. По нему определяют содержание молочной кислоты в мышечном экстракте.

Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания, построением калибровочных графиков для определения глюкозы и молочной кислоты, включая расчетную часть и выводы.

Вопросы для самопроверки

1. Какими путями может протекать распад углеводов в организме?
2. До образования какого продукта пути аэробного и анаэробного расщепления углеводов в организме совпадают?

3. Что является конечным акцептором водорода при аэробном расщеплении гликогена?
4. Что является конечным акцептором водорода при анаэробном расщеплении гликогена в организме?
5. Какие конечные продукты образуются при анаэробном расщеплении углеводов в организме?
6. Какие конечные продукты образуются при аэробном расщеплении углеводов в организме?
7. Где в клетке протекает анаэробное расщепление углеводов?
8. В каких клеточных структурах происходит аэробное окисление углеводов?
9. В каких органах и тканях содержание гликогена наиболее велико и почему?
11. Каков энергетический эффект анаэробного и аэробного расщепления углеводов?

3 Количественное определение пировиноградной кислоты

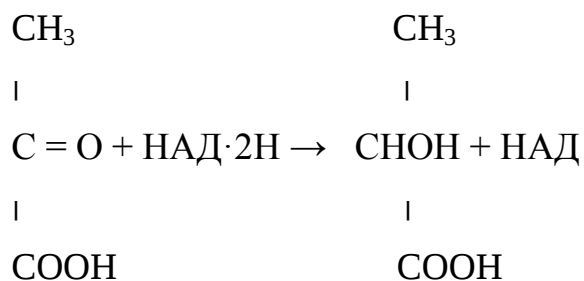
Цель работы: определить содержание пировиноградной кислоты (ПВК) в биологических жидкостях.

Ход работы

- 1 Приготовить мышечный экстракт.
2. Получить безбелковый фильтрат.
- 3 Приготовить калибровочные растворы.
- 4 На фотоэлектроколориметре определить оптическую плотность полученных растворов.
- 5 Построить калибровочный график и определить содержание пировиноградной кислоты.
- 7 Сделать выводы и оформить отчет.

Теоретическая часть

Пировиноградная кислота (ПВК) является одним из важнейших промежуточных продуктов углеводного обмена. До стадии образования ПВК анаэробный и аэробный пути распада углеводов совпадают. В анаэробных условиях ПВК является конечным акцептором водорода. Под воздействием фермента лактатдегидрогеназы ПВК взаимодействует с восстановленной формой НАД (НАД · 2Н), образовавшегося на этапе превращения 3-фосфоглицеринового альдегида в 1,3-дифосфоглицериновую кислоту. При этом образуется молочная кислота и окисленная форма НАД:

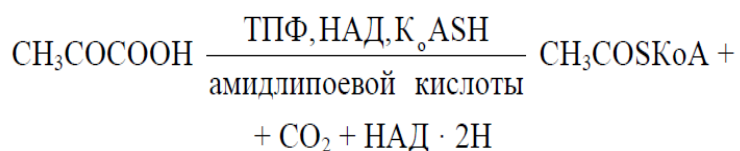


ПВК

молочная кислота

В аэробных условиях ПВК под влиянием пируватдегидрогеназного комплекса (ТПФ, амидлипоевой кислоты, КоASH, НАД, Mg^{+2}) подвергается окислительному декарбоксилированию и превращается в ацетил-КоА, который поступает в цикл Кребса, где окисляется до CO_2 и H_2O .

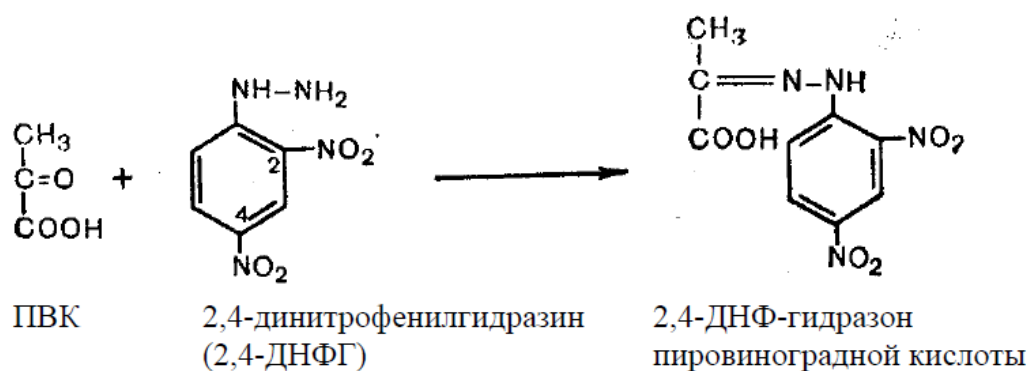
Под влиянием пируватдегидрогеназного комплекса, в состав которого входят тиаминпирофосфат (ТПФ), амид липоевой кислоты, коэнзимА (КоASH), НАД, а также ионы магния, ПВК подвергается окислительному декарбоксилированию и превращается в ацетил-КоА. При этом образуется ацетил-КоА, двуокись углерода и восстановленная форма НАД (НАД · 2Н):



Образовавшийся ацетилКоА поступает в цикл Кребса и окисляется там (в виде лимонной кислоты, которая образуется в результате конденсации ацетилКоА и щавелевоуксусной кислоты) до CO_2 и H_2O . При этом выделяется энергия, которая аккумулируется в макроэргических связях АТФ.

Пировиноградная кислота является одним из веществ, через которые осуществляется взаимосвязь углеводного и липидного, а также углеводного и белкового обменов. В жировом обмене ПВК образуется при окислении глицерина. В белковом обмене ПВК образуется при процессе дезаминирования и переаминирования аланина. Поэтому содержание ПВК в биологических жидкостях практически всех живых организмов довольно высокое. Так, у человека за сутки с мочой выделяется 114–284 мкмоль (10–25 мг) пировиноградной кислоты.

Определение содержания ПВК проводят фотоэлектроколориметрическим методом. Пировиноградная кислота реагирует с различными химическими веществами, при этом ряд образующихся продуктов – окрашенные соединения, интенсивность окраски которых пропорциональна содержанию ПВК. Так, пировиноградная кислота, взаимодействуя с 2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФГ) в щелочной среде, образует 2,4-динитрофенилгидразон пировиноградной кислоты, который имеет желто-оранжевый цвет. Гидразоны других α -кетокислот (α -кетоглутаровой, щавелевоуксусной и др.) в щелочной среде нестойки и быстро разлагаются. Химизм реакции следующий:



Кроме 2,4-динитрофенилгидразина пировиноградная кислота взаимодействует в щелочной среде с салициловым альдегидом и образует вещество, которое имеет оранжевую окраску.

Порядок выполнения работы

1 Приготовление мышечного экстракта

Для анализа берут мышцы или какую-нибудь биологическую жидкость (кровь, моча). При работе с мышцами на технических весах взвешивают 1 г мышечной ткани свежей рыбы или мяса, и помещают в охлажденную, стоящую на льду ступку. Отмеряют 5 мл охлажденного 0,04 М раствора никотинамида и заливают им взятую навеску. Затем мышцы измельчают ножницами, добавляют кварцевый песок, растирают в ступке до получения гомогенной массы и экстрагируют 30–40 мин. После этого полученный экстракт переносят в центрифужные пробирки и центрифугируют при 3 000 об/мин в течение 10 мин. Полученный экстракт используют в качестве исходного материала для определения пировиноградной кислоты.

2 Получение безбелкового фильтрата

В микропипетку набирают 1 мл полученного экстракта или другого биологического раствора (например, крови или мочи), вносят его в центрифужную пробирку и добавляют 1 мл 5%-ного раствора трихлоруксусной кислоты. (Осторожно! Это едкое вещество.) При наличии белка раствор мутнеет. Содержимое пробирки перемешивают, переносят в центри-

фужные пробирки и центрифугируют при 3 000 об/мин в течение 5 мин. Белок при этом осаждается. Надосадочную жидкость – безбелковый фильтрат – используют для определения содержания ПВК. Фильтрат должен быть прозрачным!

3 Приготовление калибровочных растворов

Берут восемь пробирок. В шесть из них при помощи микропипетки наливают соответственно по 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1 мл стандартного раствора пировиноградной кислоты, который содержит 50 мкг ПВК в 1 мл. В первые пять пробирок добавляют соответственно 0,9; 0,8; 0,6; 0,4 и 0,2 мл дистиллированной воды так, чтобы объем жидкости во всех пробирках стал равным 1 мл.

В седьмую пробирку наливают 1 мл полученного безбелкового фильтрата. В оставшуюся восьмую пробирку для контроля на реактивы наливают 1 мл воды. Во все восемь пробирок при помощи мерной пипетки приливают по 1 мл 2,5%-ного спиртового раствора КОН и перемешивают одну минуту. Затем добавляют по 0,5 мл 0,1%-ного раствора 2,4-динитрофенилгидразина, опять хорошо перемешивают и оставляют при комнатной температуре на 15 мин.

4 Определение оптической плотности полученных растворов

Полученные растворы колориметрируют на ФЭКе в кювете толщиной 0,5 см при длине волны 465 нм (синий светофильтр) против раствора сравнения. Определяют оптические плотности калибровочных растворов и исследуемого раствора. Полученные значения оптических плотностей записывают в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Соотношение между содержанием ПВК в растворе и его оптической плотностью

Количество стандартного раствора ПВК, мл	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Концентрация ПВК, мкг /мл						
Оптическая плотность раствора						

5 Построение калибровочного графика и определение содержания пировиноградной кислоты

Калибровочный график строят, указывая на оси ординат полученную оптическую плотность (среднее арифметическое из двух параллельных определений), а на оси абсцисс – соответствующее ей содержание пировиноградной кислоты, выраженное в микрограммах. По графику определяют содержание пировиноградной кислоты в исследуемом материале.

Содержание отчета

Отчет составляют с указанием цели и задания. Результаты проведенных опытов излагаются сжато и в той же последовательности, как они представлены в задании. Калибровочный график выполняется на миллиметровой бумаге и подклеивается к отчету. Делаются выводы.

Вопросы для самопроверки

1. При обменах каких веществ в организме и в результате каких процессов образуется ПВК?
2. Что образуется из ПВК при анаэробном распаде углеводов?
3. Что образуется из ПВК при аэробном распаде углеводов?
4. На чем основаны реакции определения ПВК в биологических жидкостях?

Контрольные вопросы к разделу 2 «Биохимия мышечных сокращений»

Биохимия мышц и мышечных сокращений

1. Назовите типы мышечной ткани и их различия.
2. Охарактеризуйте типы мышечных волокон и их вовлечение в мышечную деятельность.
3. Назовите основные компоненты мышечной ткани.
4. Напишите формулы аминокислот, входящих в состав белков.
5. Перечислите основные функции аминокислот.
6. Назовите основные биогенные молекулы мышц, участвующих в энергетических процессах.
7. Расскажите о строении креатинфосфата.
8. Напишите структурные формулы карнитина и расскажите о его биологической роли.
9. Напишите структурную формулу карнозина и анзерина и расскажите об их свойствах.
10. Напишите формулы креатина и креатинина и расскажите об их биологической роли.
11. Расскажите об основных моно- и полисахаридах мышечной ткани.
12. Раскройте роль карбоновых кислот в деятельности мышц.
13. Напишите структурные формулы основных липидов мышц.
14. Опишите строение основных сократительных белков мышц.
15. Расскажите о гемсодержащих белках, участвующих в связывании кислорода.
16. Какие соединения можно отнести к антиоксидантам.
17. Охарактеризуйте строение гладкой мышечной ткани.
18. Чем отличается в строении поперечнополосатая мышечная ткань от гладкой?

19. Опишите химический состав и особенности обмена в сердечной мышце.
20. Каковы биохимические изменения в мышцах при атрофии и дистрофии.
21. Как происходит восстановление разрушенного мышечного волокна.
22. Что понимают под двигательной единицей мышцы.
23. Какова роль АТФ в процессах сокращения и расслабления мышц.
24. Какова роль печени в интеграции промежуточного обмена веществ в различных тканях.
25. Какие источники энергии являются основными в сердечной мышце и мозге.

Биоэнергетика и регуляция мышечной деятельности

1. Что понимают под механизмами или путями ресинтеза АТФ.
2. Что понимают под скоростью разворачивания механизма ресинтеза АТФ.
3. Выполнение какой работы обеспечивает креатинфосфокиназный путь ресинтеза АТФ. В чем его преимущества и недостатки.
4. В каких типах мышечных волокон хорошо функционируют анаэробные механизмы ресинтеза АТФ.
5. Какие ключевые ферменты гликолитического пути ресинтеза АТФ и каковы его энергетические возможности.
6. В чем суть миокиназного пути ресинтеза АТФ и каково его значение при мышечной деятельности.
7. Назовите основные энергетические субстраты, реакции и энергетический выход аэробного механизма ресинтеза АТФ.
8. Расскажите о роли ионов Ca_2^+ в механизме сокращения мышц.
9. Опишите процесс инициации мышечного сокращения.
10. Какова роль тропомиозина и тропонина в механизме сокращения мышечных волокон.

11. С помощью, каких биогенных соединений осуществляется регулирование биохимических процессов.
12. Расскажите о роли гормонов в регуляции метаболических процессов.
13. Какова роль ацетилхолина, ионов кальция, тропонина и тропомиозина в мышечном сокращении и расслаблении.
14. Как регулируется скорость митохондриального окисления во время работы.
15. Как влияет тренировка на аэробный механизм ресинтеза АТФ.
16. Дайте характеристику трем фазам процесса восстановления.
17. Какова направленность биохимических процессов в период отдыха после мышечной работы.
18. От чего зависит скорость восстановления внутримышечных резервов гликогена и сколько времени требуется для этого.
19. Как используются особенности протекания восстановленных процессов при построении спортивной тренировки.
20. Каково значение биохимического контроля в практике спорта.
21. Дайте характеристику основных объектов исследования и условий ведения биохимического контроля.
22. Какие группы биохимических показателей используются при контроле воздействия мышечной деятельности на организм.
23. Назовите основные биохимические показатели состава крови и мочи, используемые при биохимическом контроле в спорте.
24. По каким биохимическим показателям характеризуют развитие систем энергообеспечения мышечной деятельности при тренировке.
25. Что такое допингконтроль, кем и как он проводится.

3 Молекулярные механизмы гормональной регуляции

3.1 Лабораторная работа №1. Гормоны поджелудочной железы. Инсулин. Биуретовая реакция, реакция на серосодержащие аминокислоты.

Наряду с витаминами и ферментами гормоны относят к биологически активным органическим веществам. Клетки желез внутренней секреции продуцируют гормоны, которые кровью транспортируются к органам-мишеням. Гормоны оказывают мощное воздействие на биохимические процессы путем регуляции активности многих ферментных систем. Гормональные факторы вместе с нервной системой регулируют физиологические функции организма, способствуя его адаптации к меняющимся условиям внешней среды.

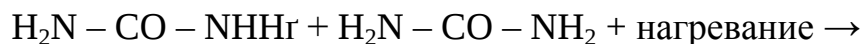
Инсулин

Инсулин вырабатывается β -клетками островкового аппарата поджелудочной железы и является гормоном белковой природы, в молекуле которого полипептидные цепи соединены дисульфидными мостиками. Поэтому инсулин дает биуретовую реакцию, характерную для всех белков, и реакцию на серосодержащие аминокислоты.

Принцип метода. Биуретовая реакция; реакция на серосодержащие аминокислоты.

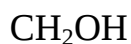
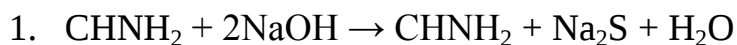
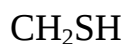
В щелочном растворе при добавлении сульфата меди такие вещества, как биурет, полипептиды и белки, образуют комплексные соли, окрашенные в фиолетовый цвет. Эта реакция обусловливается наличием пептидной связи ($-\text{NH}-\text{C}-$). Название «биуретовая реакция» происходит от производного мочевины – биурета, который дает эту реакцию в соответст-

ющих условиях. Биурет образуется при нагревании мочевины с отщеплением аммиака:



Биурет

В составе молекул большинства белков входят серосодержащие аминокислоты – цистеин, цистин и метионин. При нагревании со щелочью от этих аминокислот отщепляется сера в виде сероводорода, который обнаруживают в реакции с ацетатом свинца:



Оборудование

1 Штатив с пробирками.

2 Пипетки.

3 Спиртовка.

Реактивы

Инсулин, раствор (патентованный препарат инсулина в ампулах с концентрацией 40 ЕД/мл разбавляют двойным количеством воды). Гидроксид натрия, 10%-ный раствор. Сульфат меди, 1%-ный раствор. Свинец уксуснокислый, 0,5%-ный раствор.

Ход работы

1. Биуретовая реакция. К 1—2 мл раствора инсулина добавляют равный объем раствора гидроксида натрия и 1—2 капли раствора сульфата меди. В пробирке появляется фиолетовое окрашивание.

2. Реакция на серосодержащие аминокислоты. К 1—2 мл раствора инсулина добавляют равный объем раствора гидроксида натрия и нагревают до кипения.

Затем добавляют 2—3 капли раствора уксуснокислого свинца. В пробирке появляется коричневое окрашивание.

3.2 Лабораторная работа №2. Гормоны мозгового слоя надпочечников. Адреналин. Определение пирокатехина в молекуле адреналина.

Гормон адреналин вырабатывается клетками мозгового слоя надпочечников.

Реакция адреналина с йодом

Адреналин способен легко окисляться с образованием ряда биологически активных соединений.

Принцип метода. При нагревании раствора адреналина с йодом образуются продукты окисления адреналина, окрашенные в красный цвет.

Оборудование

1 Штатив с пробирками.

2 Пипетки.

3 Спиртовка

Реактивы

1 Адреналин, раствор (патентованный препарат адреналина в ампулах с концентрацией 1:1000 разбавляли двойным количеством воды).

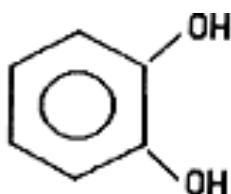
2 Йод, 0,1 н. спиртовый раствор.

Ход работы

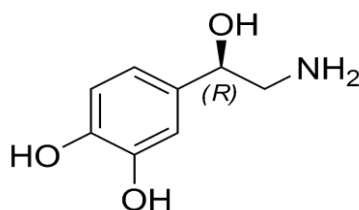
В одну пробирку наливают 1- 2 мл воды, в другую— 1—2 мл раствора адреналина. В обе пробирки добавляют по 2 капли раствора йода и слегка подогревают. В пробирке с адреналином появляется красное окрашивание.

Реакция адреналина с хлорным железом

Адреналин является низкомолекулярным соединением, содержащим в молекуле структуру двухатомного фенола — пирокатехина



Пирокатехин



Адреналин

Принцип метода. При добавлении к раствору адреналина раствора хлорного железа развивается зеленое окрашивание, появление которого обусловлено наличием остатка пирокатехина в молекуле адреналина.

Оборудование

1 Штатив с пробирками.

2 Пипетки.

Реактивы

1 Раствор адреналина.

2 Хлорное железо, 1 %-ный раствор.

Ход работы

В одну пробирку наливают 1—2 мл воды, в другую— 1—2 мл раствора адреналина. В обе пробирки добавляют по 2—3 капли раствора

хлорного железа. В пробирке с адреналином появляется зеленое окрашивание.

3.3 Лабораторная работа № 3. Гормоны мозгового слоя надпочечников. Адреналин. Качественная реакция на адреналин с хлорным железом.

В основе химической структуры адреналина лежит ядро пирокатехина. Биосинтез адреналина происходит в мозговом веществе надпочечников и в других скоплениях хромаффинных клеток из аминокислоты тирозина. Источником метальной группы является активная форма метионина — S-аденозилметионин.

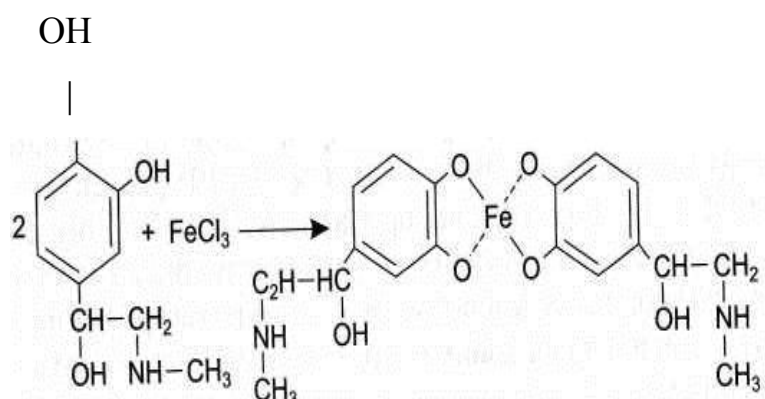
Содержание адреналина в венозной крови колеблется в широких пределах — 1,4—15 мкг % (7,6—82 нмоль/л). Во время нервного напряжения наблюдается увеличение секреции адреналина. Адреналин действует на многие физиологические функции и обменные реакции. Он активирует ферментную систему, катализирующую фосфоролиз (расщепление) гликогена — исходный процесс в превращении гликогена в глюкозу. Активирующее влияние адреналина на распад гликогена путем фосфоролиза ведет к повышению уровня глюкозы в крови. Введение адреналина в организм вызывает гипергликемию, гликозурию, увеличение концентрации свободных жирных кислот. Действие адреналина, оказываемое при введении его в кровь, сходно с эффектами возбуждения симпатического отдела нервной системы — учащение и усиление сердцебиения, повышение кровяного давления и др.

Адреналин – белый мелкокристаллический порошок, трудно растворимый в холодной воде, легче в горячей. Водные растворы имеют щелочную реакцию, легко разлагаются при нагревании, на воздухе и на свету,

окрашиваясь при этом последовательно в розовый, красный и коричнево-бурый цвет. В силу своего основного характера адреналин растворим в кислотах; как фенол он растворяется в едких щелочах. Адреналин проявляет физиологическое действие в весьма малых концентрациях — 0,1 - 0,01 мкг на 1 кг веса. Он быстро разрушается в желудочно-кишечном тракте и поэтому вводится обычно подкожно или внутривенно.

Качественная реакция на адреналин с хлорным железом

При взаимодействии адреналина с хлорным железом возникает изумрудно-зеленое окрашивание. Реакция обусловлена наличием пирокатехиновой группировки в молекуле адреналина. Образуется соединение типа фенолята зеленого цвета.



Подобное окрашивание в присутствии хлорного железа получается с пирокатехином.

Реактивы

- 1 Адреналин, 0,1% раствор.
- 2 Хлорное железо, 3% раствор.
- 3 Едкий натр, 10% раствор.
- 4 Пирокатехин, 0,05% раствор.

Оборудование

- 1 Штатив с пробирками.

2 Капельницы.

Ход работы

В пробирку помещают 10 капель 0,1% раствора адреналина и прибавляют 1 каплю 3% раствора хлорного железа. Жидкость окрашивается в изумрудно-зеленый цвет.

К содержимому пробирки добавляют 1 каплю 10% раствора едкого натра. Окраска переходит в винно-красную, а затем в коричневую.

Продельывают такую же пробу с 0,05% раствором пирокатехина и убеждаются в том, что она аналогична реакции с адреналином. Это доказывает присутствие ядра пирокатехина в молекуле адреналина.

3.4 Лабораторная работа № 4. Гормоны коркового слоя надпочечников. Кортикостероиды. Определение 17-кетостероидов в моче

Кортикостероиды имеют в основе своего строения кольцо циклопентанпергидрофенантрена. Они синтезируются в корковом слое надпочечников из ацетилкоэнзима А (активная форма уксусной кислоты, источником которой являются как углеводы, так и липиды) или из холестерина. Важнейшим промежуточным продуктом является прогестерон. Из прогестерона образуются также женские (эстрогены) и мужские (андрогены) половые гормоны.

В процессе биосинтеза стероидных гормонов происходит целый ряд ферментативных реакций с участием НАДФ (акцептор водорода), НАДФН + H⁺ (донатор водорода) и АТФ (источник энергии). В нормальных условиях биосинтез кортикостероидов идет преимущественно из уксусной кислоты. В условиях напряжения (низкая температура, физическая травма, кровопотеря и др.) кортикостероиды синтезируются более коротким путем

— из холестерина. Этот путь стимулируется адrenокортикотропным гормоном передней доли гипофиза (АКТГ) за счет активирования процессов превращения холестерина в прогестерон. Гормоны коры (кортикостерон, кортизол, кортизон, альдостерон) усиливают распад белков и стимулируют образование углеводов из безазотистых остатков аминокислот путем активации синтеза ключевых ферментов глюконеогенеза (процесса образования глюкозы из несахаристых веществ).

Избыточное введение этих гормонов вызывает гипергликемию и глюкозурию. Дезоксикортикостерон и альдостерон влияют на минеральный обмен. Они способствуют удержанию ионов натрия и хлора в организме и выведению с мочой ионов калия. При недостаточности функции коры надпочечников наступает потеря натрия, бикарбонатов и хлора с мочой наряду с задержкой калия в организме.

Кортикостероиды в организме синтезируются постоянно, но в нормальных условиях избытка гормональной активности не наблюдается, так как большая часть их разрушается в печени. Тетра-циклическая структура циклопентанпергидрофенантрена остается не нарушенной. Разрывается двойная связь между углеродными атомами 4 и 5 (при этом гормоны теряют свою биологическую активность), боковая цепь окисляется, в положении 17 возникает кетогруппа. Образовавшиеся продукты обмена носят общее название — 17-кетостероиды. Они поступают в почки, фильтруются и выделяются с мочой в основном в виде парных соединений с серной и глюкуроновой кислотами. У женщин 17-кетостероиды полностью образуются из кортикостероидов, у мужчин — за счет стероидов коры надпочечников (2/3) и гормонов тестикул (1/3). В связи с этим у мужчин выделяется за сутки с мочой больше 17-кетостероидов, чем у женщин того же возраста.

Большинство 17-кетостероидов обладает нейтральным характером (нейтральные 17-кетостероиды). Имеются также кислые феноловые 17-

кетостероиды, к которым относятся эстрогены (эстрон). При определении 17-кетостероидов они отделяются от нейтральных 17-кетостероидов предварительной обработкой щелочью (в виде фенолятов). Нейтральные 17-кетостероиды делятся на α и β -кето-стероиды в зависимости от того, находится ли группа ОН, стоящая у третьего углеродного атома, в положении «цис» (ф) или «транс» (а) по отношению к группе CH_3 при C_{10} .

Основными нейтральными 17-кетостероидами, встречающимися в моче человека, являются андростерон, этиохоланолон, дегидроэпиандростерон эпиандростерон и др.

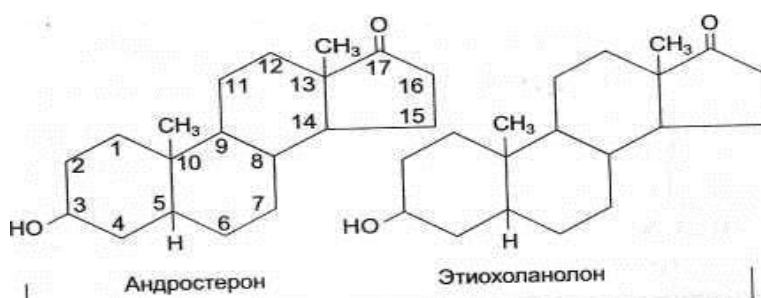


Рисунок 3.1 - Альфа форма

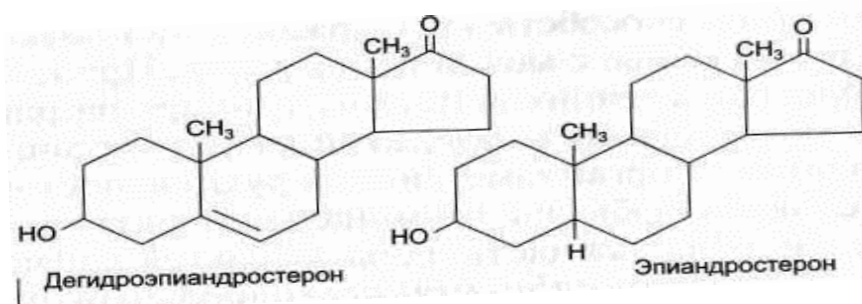


Рисунок 3.2 - Бета форма

Выделение 17-кетостероидов в моче повышается при заболеваниях, сопровождающихся гиперфункцией коры надпочечника, передней доли гипофиза (гормон передней доли гипофиза—АКТГ— стимулирует биосинтез кортикостероидов корой надпочечников), гиперфункцией тестикул, при состояниях напряжения и др. Пониженное выделение наблюдается при

гипофункции коры надпочечников, передней доли гипофиза, тестикул, при некоторых общих обменных заболеваниях (микседема и др.).

Определение 17-кетостероидов в моче позволяет в некоторой степени контролировать функцию коры надпочечников и правильно проводить гормонотерапию у больных во время лечения АКТГ и кортикостероидами.

Открытие 17-кетостероидов в моче

Реакция основана на способности 17-кетостероидов давать в щелочной среде с метадинитробензолом продукт конденсации красного или красно-фиолетового цвета за счет метиленовой группы (CH_2), соседней с кетогруппой. Интенсивность окраски пропорциональна количеству находящихся в моче 17-кетостероидов.

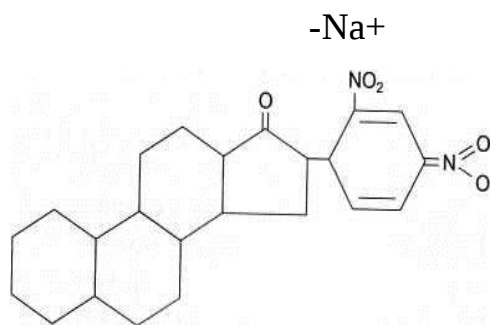


Рисунок 3.3 - Продукт конденсации 17-кетостероидов с метадинитробензолом (красно-фиолетового цвета)

Реактивы

1 Моча.

2 Мета-динитробензол, 2% раствор в этаноле.

3 Натр едкий, 30% раствор

Способ приготовления раствора. В фарфоровый стакан вносят 600 гр едкого натра и 500 мл воды. Перемешивают содержимое стеклянной палочкой до растворения. Полученный раствор сливают в бутылку и оставляют стоять на несколько дней. На дне образуется осадок нерастворившегося едкого натра и соды, нерастворимой в насыщенном едком натре. После осаждения всей соды раствор делается прозрачным. Этот раствор (уд.вес 1,525 при 20⁰С) используют для приготовления растворов едкого натра

меньшей концентрации. В приведенной ниже таблице указаны объемы концентрированного раствора едкого натра в миллилитрах, которые нужно довести водой до 1 л, чтобы получить раствор требуемой концентрации. Титр примерно 0,05 н. раствора устанавливают путем титрования 0,1 н. серной или щавелевой кислотой.

Таблица 3.1

Уд. Вес, г/см ³	Нужная концентрация					
	30%	20%	10%	2%	0,4%	0,05%
1,525	393	262	131	26	5,24	2,64

Оборудование

1 Штатив с пробирками

2 Капельницы.

Ход работы

В пробирку вносят 5 капель мочи, добавляют 5 капель 30% раствора едкого натра и 5 капель 2% раствора метадинитробензола.

Содержимое пробирки смешивают и оставляют стоять на несколько минут. При стоянии появляется красное окрашивание, обусловленное наличием 17-кетостероидов в моче.

3.5 Лабораторная работа № 5. Гормоны щитовидной железы. Определение йода в тиреоидине

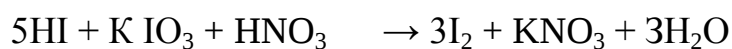
Тироксин и трийодтиронин — гормоны, вырабатываемые клетками щитовидной железы. Эти гормоны многообразно влияют на обменные процессы в организме: стимулируют окислительные процессы, регулируют

обмен белков, липидов, углеводов, воды и минеральных веществ, а также процессы роста, развития и дифференцировки тканей.

Определение йода в тиреоидине

Гормоны щитовидной железы являются низкомолекулярными веществами — йодированными производными аминокислоты тирозина.

Принцип метода. При нагревании тиреоидина (препарат сухой щитовидной железы) с азотной кислотой происходит освобождение органического йода в виде йодистоводородной кислоты, которая окисляется йодноватокислым калием до свободного йода, экстрагируемого хлороформом:



Оборудование

- 1 Ступка с пестиком.
- 2 Штатив с пробирками.
- 3 Пипетки.
- 4 Водяная баня.
- 5 Стакан с водой.

Реактивы

- 1 Тиреоидин в таблетках (промышленный препарат, одна таблетка массой 0,1 г содержит 0,17—0,23 мг йода).
- 2 Азотная кислота, разбавленная (1:1).
- 3 Калий йодноватокислый, 10%-ный раствор.
- 4 Хлороформ.

Ход работы

Таблетку тиреоидина растирают в ступке и переносят полученный порошок в пробирку. Добавляют 2 мл раствора азотной кислоты и нагревают на кипящей водяной бане 3—4 мин. Затем пробирку немного охлаждают, добавляют 2 мл раствора йодноватокислого калия, несколько раз

энергично встряхивают и оставляют в стакане с водой для охлаждения. Через несколько минут добавляют 1,0—1,5 мл хлороформа и снова энергично встряхивают несколько раз. Нижний хлороформенный слой окрашивается в розово-фиолетовый цвет.

3.6 Лабораторная работа №6. Гормоны щитовидной железы. Качественная реакция на йодсодержащие гормоны щитовидной железы

В щитовидной железе вырабатывается два йодсодержащих гормона, которые можно рассматривать как производные L-тиронина: трийодтиронин и тетраiodтиронин (тироксин).

Они образуются в коллоиде щитовидной железы путем йодирования тирозина, входящего в состав специфического тиреоглобулина. Для йодирования остатков тирозина в составе этого белка необходимо превращение экзогенных йодидов (NaI, KI), поступающих главным образом с питьевой водой, в свободный йод. Эта окислительная реакция осуществляется в щитовидной железе под влиянием фермента тиреопероксидазы. Используемая для этого перекись водорода образуется в результате других окислительных реакций, проходящих при участии флавиновых ферментов.



Освобождение гормонов происходит под действием протеиназ. После отщепления от тиреоглобулина гормоны возвращаются в эпителиальную клетку через ее апикальную часть, граничащую с коллоидом фолликула, и затем секретируются базальной частью клетки в просвет капилляра.

В крови эти гормоны находятся в связанном с белками виде. Концентрация белковосвязанного йода плазмы крови является важным диагно-

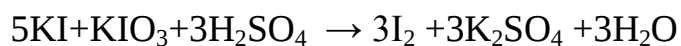
стическим показателем. В норме она колеблется от 5 до 12 мкг% (394-945 нмоль/л) и в зависимости от функционального состояния щитовидной железы может быть выше (при гипертиреозе) или ниже (при гипотиреозе) нормы.

Болезнь, вызванная гипофункцией щитовидной железы, в детском возрасте проявляется задержкой роста и умственного развития (кретинизм), ожирением и отечностью. При гипофункции щитовидной железы в зрелом возрасте развивается микседема (слизистый отек), для которой характерны отечность, задержка воды в тканях, понижение обмена, вялость, ожирение. Гормоны щитовидной железы и препараты, получаемые из нее, применяются с лечебной целью.

Качественная реакция на йодсодержащие гормоны щитовидной железы связана с открытием в них йода. Недостаток экзогенного йода, зависящий от особенностей минерального состава воды в некоторых местностях, является одной из важных причин недостаточности функции щитовидной железы. В этих условиях развивается так называемый эндемический зоб — реактивное разрастание ткани щитовидной железы, обусловленное избыточным образованием в гипофизе тиреотропного гормона вследствие необычно низкой концентрации йодидов в крови больных. С целью профилактики эндемического зоба применяется йодированная поваренная соль.

Обнаружение йода в ткани щитовидной железы

При сплавлении измельченной и высушенной ткани щитовидной железы с углекислым калием или натрием образуется йодистый калий. При взаимодействии йодистого калия с йодноватокислым калием в кислой среде выделяется свободный йод, который можно обнаружить по окраске с крахмалом:



I_2 + крахмал $\rightarrow$ образование регулярной спиральной структуры цепей крахмала, ориентированных вокруг молекул йода, дающее синее окрашивание.

Реактивы и материалы

- 1 Ткань щитовидной железы, измельченная и высушенная.
- 2 Калий или натрий углекислый, кристаллический ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$).
- 3 Серная кислота, концентрированная.
- 4 Крахмал, 1% раствор.
- 5 Калий йодноватокислый, 1% раствор.

Оборудование

1. Ступка фарфоровая с пестиком.
2. Тигель фарфоровый.
3. Стеклянные палочки.
4. Воронки диаметром 3—5 см, с бумажными фильтрами.
5. Штатив с пробирками.
6. Капельницы.

Ход работы

1. В ступку помещают 100—200 мг измельченной и высушенной ткани щитовидной железы и тщательно растирают ее с 500 мг кристаллического углекислого калия или натрия.

2. Растертую массу переносят в тигель, который ставят на асбестовую сетку и нагревают на слабом огне, не допуская обугливания. Сплавление заканчивают, когда сплав станет порошкообразным со своеобразным запахом и появится слегка заметный дымок.

3. Содержимое тигля охлаждают, после чего прибавляют 2 мл горячей воды, хорошо перемешивают стеклянной палочкой и отфильтровывают.

4. К фильтрату прибавляют 3—5 капель концентрированной серной кислоты, 2—3 капли 1% раствора крахмала и 1—2 капли 1% раствора

йодноватокислого калия. Выделившийся йод дает с крахмалом синее окрашивание.

Рекомендации к составлению протокола при выполнении качественных реакций на гормоны.

Результаты работы оформить в виде таблицы.

Таблица 3.2 - Качественные реакции на гормоны

Название желез внутренней секреции	Гормон, выделяемый железой	Химическое строение гормона	Исследуемый материал	Употребляемые реактивы	Что наблюдается	Чем обусловлена реакция и ее химизм

В протоколе отдельно отметить роль исследуемых гормонов в обмене веществ, проявление гипер- и гипофункции соответствующих желез внутренней секреции. В Выводах сопоставить химизм проделанных качественных реакций с химической природой изучаемых гормонов или с наличием в их молекуле тех или иных характерных группировок.

3.7 Лабораторная работа № 7. Половые гормоны. Определение фенольной группировки в молекуле фолликулина с помощью реактива Фолина

Фолликулин — женский половой гормон (эстроген). Половые гормоны вырабатываются интерстициальными клетками половых желез и обуславливают формирование вторичных половых признаков, а также реализацию репродуктивной функции женских и мужских особей. Половые гормоны стимулируют окислительные процессы в организме, регулируют биосинтез белков и обмен липидов.

Реакция фолликулина с реактивом Фолина

По своей химической природе все половые гормоны являются стероидами. К эстрогенам относят фолликулин (эстрон), эстрадиол и эстриол, отличающиеся количеством гидроксильных групп в молекуле.

Принцип метода. С помощью реактива Фолина открывают наличие фенольной группировки в молекуле фолликулина.

Оборудование

1 Штатив с пробирками.

2 Пипетки.

Реактивы

1 Реактив Фолина.

2 Гидроксид натрия, 10%-ный раствор.

3 Фолликулин, спиртовой раствор (4—5 ампул промышленного препарата фолликулина растворить в 200 мл спирта).

Способ приготовления реактива Фолина: 100 г вольфрамовокислого натрия и 25 г молибденовокислого натрия растворяют в 700 мл воды, прибавляют 50 мл 85% раствора ортофосфорной кислоты и 100 мл концентрированной соляной кислоты. Эта смесь кипятится с обратным холодильником в течение 10-12 ч. После кипячения прибавляют 150 г сульфата лития, 50 мл воды и несколько капель брома. Для удаления избытка брома смесь кипятят в вытяжном шкафу в течение 10-15 мин. После охлаждения смесь доводят водой до 1 л, фильтруют через стеклянную вату, которая предварительно промывается дистиллированной водой. Реактив Фолина титруют 1 н. раствором гидроксида натрия по фефолфталеину. На основании титрования реактив разводят водой, делая его однонормальным. Хранить в темной посуде.

Ход работы

В пробирку к 1—2 мл раствора фолликулина добавляют равный объем раствора гидроксида натрия и несколько капель реактива Фолина. Появляется синее окрашивание.

Реакция фолликулина с серной кислотой

Принцип метода. При взаимодействии фолликулина с серной кислотой образуется сложный эфир, окрашенный в желтый цвет.

Оборудование

- 1 Штатив с пробирками.
- 2 Пипетки.
- 3 Водяная баня.
- 4 Реактивы.
- 5 Фолликулин, спиртовой раствор.
- 6 Серная кислота, концентрированная.

Ход работы

В пробирку к 1—2 мл спиртового раствора фолликулина осторожно добавляют 5—6 капель серной кислоты и нагревают на водяной бане до появления желтого окрашивания.

3.8 Лабораторная работа № 8. Половые гормоны. Диазореакция на эстрон

В основе структуры половых гормонов лежит кольцо цикlopентанпергидрофенантрена. Их биосинтез может происходить в коре надпочечников, однако образование основной массы этих гормонов сосредоточено избирательно: андрогенов—в мужских половых железах, эстрогенов—в яичниках (во время беременности также в плаценте).

Биосинтез половых гормонов осуществляется из холестерина или ацетилкоэнзима А и стимулируется гонадотропными гормонами передней

доли гипофиза. Распад половых гормонов, как и гормонов коры надпочечников, происходит в печени. Половые гормоны регулируют развитие половой системы, вторичных половых признаков женского и мужского организмов и размножение. Прогестерон (лютеостерон) — гормон желтого тела яичника — вызывает пролиферацию (разрастание) клеток слизистой оболочки матки, подготавливая ее к восприятию яйцеклетки и обеспечивает сохранение и нормальное развитие беременности. Под влиянием половых гормонов увеличивается активность ряда окислительно-восстановительных ферментов цикла трикарбоновых кислот. Напротив, недостаточность половых гормонов вызывает понижение окислительных процессов в организме и отложение жира в жировых депо.

Половые гормоны можно выделить из половых желез и из мочи в кристаллическом виде. Они плохо растворимы в воде и хорошо растворимы в жирах и жировых растворителях: эфире, хлороформе, спирте. Женские половые гормоны (эстрадиол, эстрон, эстриол) содержат фенольное кольцо (А) и поэтому дают ряд реакций, характерных для фенолов.

Диазореакция на эстрон (фолликулин)

При взаимодействии диазореактива с эстроном образуется соединение, окрашенное в желтый цвет.

Реактивы и материалы

- 1 Фолликулин, масляный раствор (в ампулах).
- 2 Сульфаниловая кислота, 1% раствор.
- 3 Азотистокислый натрий, 5% раствор.
- 4 Углекислый натрий, 10% раствор.

Оборудование

- 1 Штатив с пробирками.
- 2 Капельницы.

Ход работы

Получают diazo-реактив. Для этого в пробирке смешивают 3 капли 1% раствора сульфаниловой кислоты и 3 капли 5% раствора азотистокислого натрия.

К diazo-реактиву добавляют 3 капли масляного раствора фолликулина и 2 капли азотистокислого натрия.

Пробирку встряхивают и наблюдают постепенное окрашивание жидкости в желтый цвет.

Контрольные вопросы к разделу 3 «Молекулярные механизмы гормональной регуляции»

1. Гормоны. Общая характеристика. Классификация гормонов. Биологические свойства гормонов.

2. Механизмы действия гормонов. Мембрано – опосредованный механизм. Цитозольный механизм.

3. Гормоны центральных желез. Гормоны гипоталамуса. Либерины. Стадины. Синтез и биохимические функции.

4. Гормоны гипофиза. Передняя доля аденогипофиз. Гонадотропин. Соматотропин. Кортикотропин. Тиреотропин. Пролактин. Биологический, химический синтез. Биохимические функции. Практическое применение.

5. Гормоны гипофиза. Задняя доля нейрогипофиз. Окситоцин. Вазопрессин. Биологический, химический синтез. Биохимические функции. Практическое применение.

6. Гормоны тимуса (вилочковой железы). Тимозин. Тимопоэтин. Тимусовый гуморальный фактор. Гормон эпифиза мелатонин. Биосинтез и метаболизм. Биохимические функции.

7. Гормоны периферических эндокринных желез. Общая характеристика. Гормоны щитовидной железы. Йодсодержащие гормоны тироксин и трийодтиронин. Кальцитонин. Биосинтез и метаболизм. Биохимические функции.

8. Гормоны периферических эндокринных желез. Общая характеристика. Гормон паращитовидной железы паратгормон. Биосинтез и метаболизм. Биохимические функции.

9. Обмен минералов и костная ткань. Костный матрикс органическая и неорганическая часть. Роль гормонов кальцитонина, паратгормона и витамина Д в регуляции обмена кальция и фосфора.

10. Гормоны надпочечников. Гормоны мозгового слоя надпочечников. Дофамин. Адреналин. Норадреналин. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

11. Гормоны надпочечников. Гормоны коркового слоя надпочечников. Глюкокортикоиды. Кортизол. Кортизон. Кортикостерон. Дезоксикортикостерон. Минералокортикоиды. Альдостерон. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

12. Гормоны надпочечников. Гормоны коркового слоя надпочечников. Предшественники андрогенов. Дегидгоэпиандростерон. Андростендион. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

13. Половые гормоны. Андрогены. Тестостерон. Дигидротестостерон. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

14. Половые гормоны. Эстрогены. Эстрадиол. Эстрон. Эстриол. Прогестерон. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

15. Гормоны поджелудочной железы. Инсулин. Глюкагон. Соматостатин. Гомеостаз глюкозы. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

16. Гормоны желудочно-кишечного тракта. Гастрин. Секретин. Холецистокинин. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции. Практическое применение.

17. Вещества с гормональным эффектом. Почки. Ренин. Кальцитриол. Эритропоэтин. Вазодилататоры: брадикинин, простагландин. Сердце. Натрийуретические факторы. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции.

18. Вещества с гормональным эффектом. Гистамин. Интерфероны. Интерлейкины. Фактор роста. Биосинтез. Метаболизм. Биохимические функции.

Тестовые вопросы к разделу 3 «Молекулярные механизмы гормональной регуляции»

1. Основной функцией гормонов является:

- | | |
|------------------|--------------------|
| а) защитная; | б) каталитическая; |
| в) регуляторная; | г) транспортная. |

2. Координирующим центром эндокринной системы является:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| а) гипофиз; | в) спинной мозг; |
| б) гипоталамус; | г) тимус. |
| д) поджелудочная железа. | |

3. Роль гормонов передней доли гипофиза заключается:

- а) в регуляции функций периферических эндокринных желез;
- б) в ингибировании секреции релизинг-факторов;
- в) в активации выработки статинов.

4. К гормонам белковой природы относятся:

- а) трийодтиронин; б) адреналин; в) тироксин;
г) альдостерон; д) паратгормон.

5. *Инсулин представляет собой:*

- а) производное ненасыщенных жирных кислот;
б) производное аминокислоты тирозина;
в) низкомолекулярный белок;
г) гликопептид.

6. *Иод входит в состав:*

- а) глюкагона; в) паратгормона;
б) кальцитонина; г) тироксина.

7. *К стероидным гормонам относятся:*

- а) кальцитонин; в) тестостерон;
б) вазопрессин; г) окситоцин;
д) адреналин.

8. *К гормонам, производным ароматических аминокислот, относятся:*

- а) эстрадиол; в) тироксин;
б) секретин; г) норадреналин.

9. *Процессинг инсулина из предшественников (про- и препроинсулина) происходит в результате:*

- а) ограниченного протеолиза; в) деиодирования;
б) сульфюокисления; г) восстановления.

10. *В поджелудочной железе синтезируются:*

- а) тироксин; в) окситоцин;
б) глюкагон; г) инсулин;
д) адреналин.

11. *В регуляции обмена электролитов принимает участие:*

- а) инсулин; в) норадреналин;

- б) прогестерон; г) тиреотропин;
д) альдостерон.

12. *Содержание кальция и фосфора в крови регулируют:*

- а) паратгормон; в) эстрадиол
б) кальцитонин; г) глюкагон

13. *Аденилатциклазу активируют:*

- а) прогестерон; в) адреналин;
б) меланотропин; г) альдостерон;
д) глюкагон.

14. *Гормоны пептидной природы синтезируются:*

- а) в коре надпочечников; в) в мозговом слое надпочечников;
б) в гипофизе; г) в яичниках;
д) в семенниках.

15. *Стероидные гормоны синтезируются:*

- а) в поджелудочной железе; в) в семенниках;
б) в мозговом слое надпочечников; г) в щитовидной железе;
д) в коре надпочечников.

16. *В слизистой кишечника секретируется гормон:*

- а) инсулин; в) секретин;
б) гастрин; г) соматолиберин;
д) кортикотропин.

17. *Развитие вторичных половых признаков у особей мужского пола стимулирует:*

- а) тестостерон; в) прогестерон;
б) адреналин; г) окситоцин;
д) эстрадиол.

18. *Адреналин активирует фермент:*

- а) гликогенсинтетазу; в) холинэстеразу;

- б) каталазу; г) аденилатциклазу;
д) фосфатазу.
19. *Синтез гормонов щитовидной железы активирует:*
а) тиреотропин; б) кортикотропин; в) соматотропин
20. *Кортизол — гормон коры надпочечников регулирует:*
а) обмен жиров, белков, углеводов;
б) обмен воды и минеральных солей;
в) биосинтез фермента гликогенсинтетазы.
21. *Минералокортикостероиды регулируют обмен:*
а) водно-солевой;
б) углеводный;
в) липидный.
22. *В биосинтезе адреналина из фенилаланина не принимает участие:*
а) фенилаланингидроксилаза;
б) аминотрансфераза;
в) декарбоксилаза ароматических кислот;
г) тирозингидроксилаза;
д) метилтрансфераза.
23. *В виде прогормонов синтезируется:*
а) гидрокортизон; в) альдостерон;
б) адреналин; г) тироксин;
д) соматостатин.
24. *Производными ненасыщенных жирных кислот являются:*
а) пролактин; в) соматостатин;
б) секретин; г) тироксин;
д) простагландины.
25. *Дофамин вырабатывается:*

- а) в мозговом слое надпочечников; в) в семенниках;
б) в коре надпочечников; г) в парашитовидной железе;
д) в тимусе.
26. *Инсулин — гормон поджелудочной железы является:*
а) стероидным гормоном;
б) производным аминокислот;
в) гормоном белково-пептидной природы.
27. *Гормоны гипоталамуса являются:*
а) пептидами;
б) производными аминокислот;
в) производными высших жирных ненасыщенных кислот;
г) поджелудочной.
28. *Аденилатциклазный комплекс представляет собой:*
а) набор цитоплазматических рецепторов;
б) ассоциацию трех компонентов: рецепторного, сопрягающего и каталитического белков;
в) цитоплазматический мультиферментный комплекс.
29. *Циклические нуклеотиды:*
а) ингибируют фосфодиэстеразу;
б) активируют протеинкиназы, способные фосфорилировать белки;

в) активируют кальмодулин, входящий в состав некоторых протеинкиназ.
30. *В клетке мишени инсулин связывается:*
а) с цитоплазматическим гликопротеиновым рецептором;
б) гликопротеиновым рецептором на цитоплазматической мембране;

в) с ядерным гликопротеиновым рецептором.

31. *Связывание инсулина с рецептором приводит:*

- а) к эндоцитозу гормонорецепторного комплекса;
- б) к выработке цГМФ;
- в) к выработке цАМФ;
- г) к аутофосформированию рецептора;
- д) к интенсификации процессов клеточного дыхания.

32. *Вторичными посредниками гормонов в клетке являются:*

- а) ионы кальция;
- б) цАМФ;
- в) АТФ;
- г) ГДФ.

33. *Установить соответствие:*

Гормон:

Показания к применению:

- | | |
|------------------|---|
| а) инсулин; | 1) гипоталамо-гипофизарная низкорослость; |
| б) соматотропин; | 2) гипогликемия; |
| в) глюкагон; | 3) слабость родовой деятельности; |
| г) окситоцин. | 4) сахарный диабет. |

34. *Тиреоидные гормоны в качестве лекарственного препарата применяют при:*

- а) сахарном диабете;
- б) микседеме;
- в) аддисоновой болезни;
- г) акромегалии.

37. *Глюкокортикоидные гормоны как лекарственные препараты применяют при:*

- а) аддисоновой болезни;
- б) базедовой болезни;
- в) сахарном диабете;
- г) болезни Кушинга.

Список использованных источников

- 1 Анисимов, А. А. Основы биохимии/ А. А. Анисимов. - М.: Высшая школа, 1986. – 551с.
- 2 Березов, Т.Т. Биологическая химия: учебник/ Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина, 1998. - 704 с.
- 3 Березовская, В.А. Биохимия: учеб. пособие/ В.А. Березовская. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2005. – 83 с.
- 4 Биохимия: задачи и упражнения: учеб. пособие для вузов/ А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова, Т.А. Егорова. - М.: Колос, 2007. - 140 с.
- 5 Биохимия: Краткий курс с упражнениями и задачами/ под ред. Е.С. Северин, А.Я. Николаев.3-е изд. - М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2005. – 448 с.
- 6 Биохимия: учеб./ Н.А. Жеребцов, В.Г. Артюхов, Т.Н. Попова. – Воронеж: ВГУ, 2002. – 696 с.
- 7 Биохимия для врача : учебник/ А. Ш. Бышевский, О. А. Терсенов. - Екатеринбург: Уральский рабочий, 1994 .- 384 с.
- 8 Биохимия человека: в 2-х т. / Р. Марри [и др]. - М.: Мир, 1993. - Т.1. – 384 с.
- 9 Болдырев, А.А. Биологические мембраны и транспорт ионов/ А.А. Болдырев. - М.: Изд - во МГУ, 1985. – 206 с.
- 10 Бредикис, Ю.Ю. Очерки клинической электроники/ Ю.Ю. Бредикис. - М.: Медицина, 1999. – 224 с.
- 11 Горячковский, А.М. Справочное пособие по клинической биохимии/ А.М. Горячковский. – Одесса: ОКФА, 1994. – 415 с.
- 12 Иванов, Н.Р. Обмен веществ у детей и способы его биологической оценки/ Н.Р. Иванов, В.И. Рубин. - Саратов: СГУ, 1984. – 256 с.
- 13 Канская, Н.В. Интерпретация результатов основных лабораторных методов исследования в клинической практике/ Н.В. Канская, Т.В. Жаворонок, Н.В. Рязанцева. - Томск, 2006. – 136 с.

- 14 Климов, А.Н. Липопротеиды, дислипидемии и атеросклероз/ А.Н. Климов, Н.Г. Никульчева. - Санкт–Петербург: Питер, 1995. – 164 с.
- 15 Клиническая биохимия/ А.Я. Цыганенко. - М.: Трида-Х, 2002. - 504 с.
- 16 Кнорре, Д.Г. Биологическая химия/ Д. Г. Кнорре, С.Д. Мызина - М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.
- 17 Колб, В.Г. Справочник по клинической биохимии/ В.Г. Колб, В.С. Камышников. - Минск, 1982. .- 248 с.
- 18 Кольман, Я. Наглядная биохимия/ Я. Кольман, К.-Г. Рем. - М.: Мир, 2004. – 469с.
- 19 Комов, В.П. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н.Шведова. - М.: Дрофа, 2004. - 640 с.
- 20 Коничев, А.С. Молекулярная биология/ А. С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2003. – 397 с.
- 21 Кушманова, О.Д. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии/ О.Д. Кушманова, Г.М. Ивченко. - М.: Медицина, 1983. -272 с.
- 22 Кучеренко, Н.Е. Биохимия/ Н.Е. Кучеренко. – Киев: Высшая школа, 1988. – 432 с.
- 23 Лакин, К.М. Биотрансформация лекарственных веществ/ К.М. Лакин, Ю.Ф. Крылов. - М.: Медицина, 1981. – 344 с.
- 24 Ленинджер, А. Основы биохимии: в 3-х т./ А. Ленинджер. - М.: Мир, 1985. - Т.3.- 367 с.
- 25 Основы биохимии/ под ред. А. А. Анисимова. – М.: Высш. шк., 1986.- 551 с.
- 26 Резников, А.Г. Методы определения гормонов: справочное пособие/ А.Г. Резников. – Киев.: Наукова думка, 1980. – 400 с.

- 27 Савицкий, И.В. Биологическая химия/ И.В. Савицкий. – Киев: Высшая школа, 1982. – 472 с.
- 28 Ситуационные задачи по биохимии/ под ред. Н.А. Удинцева. - Томск, 1985. – 88 с.
- 29 Спирин, А.С. Молекулярная биология. Структура рибосом и биосинтез белка/ А.С. Спирин. - М.: Высшая школа, 1986. – 300с.
- 30 Строев, Е.А. Биологическая химия/ Е.А. Строев. - М.: Высшая школа, 1986. – 479 с.
- 31 Ткачук, В.А. Введение в молекулярную эндокринологию/ В.А. Ткачук. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 256 с.
- 32 Филиппович, Ю. Б. Упражнения и задачи по биохимии/ Ю. Б. Филиппович, Г. А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1976. – 152с.
- 33 Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии/ Ю.Б. Филиппович. – М.: Агар, 1999. – 512 с.
- 34 Хорст, А. Молекулярные основы патогенеза болезней/ А. Хорст. – М.: Медицина, 1982. – 456 с.