

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА

МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра химии и биохимии

Н.С. Матющенко, И.Г. Ибраева

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Учебное пособие для внеаудиторной
самостоятельной работы студентов**

Часть II

Допущено Министерством образования и науки
Кыргызской Республики в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений

Бишкек 2021

УДК 577
ББК 28.072
Б 63

Рецензенты:

Б.А. Какеев, д-р мед. наук, профессор,
зав. каф. патологической физиологии КРСУ им. Б.Н. Ельцина
Ш.С. Сулейманова, канд. биол. наук, доцент,
декан факультета биологии КНУ им. Ж. Баласагына,
Б.М. Дюшеева, канд. хим. наук, доцент кафедры биохимии с курсом общей
и биоорганической химии КГМА им. И.К. Ахунбаева,

Составители:

Н.С. Матющенко, канд. биол. наук, доцент,
И.Г. Ибраева, канд. мед. наук, доцент

Рекомендовано к изданию Ученым советом ГОУВПО КРСУ

Б 63 **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:** учебное пособие для внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Часть II / сост.: Н.С. Матющенко, И.Г. Ибраева. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2021. – 120 с.

ISBN 978-9967-19-814-2

Учебное пособие является руководством для самостоятельной работы по биохимии. Содержит темы, цели и задачи занятий, задания по самоподготовке, тестовые задания для контроля исходного уровня, примеры ситуационных и обучающих задач, список основной и дополнительной учебной литературы. Структура и форма изложения материала соответствует учебной программе по биологической химии.

Учебное пособие предназначено для студентов медицинских вузов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

УДК 577
ББК 28.072

ISBN 978-9967-19-814-2

© ГОУВПО КРСУ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Раздел I. Обмен и функции липидов	5
Тема 1. Химия и обмен липидов. Биосинтез липидов. Регуляция и патология липидного обмена	5
Раздел II. Метаболизм белков и аминокислот	24
Тема 2. Белковое питание. Переваривание белков. Всасывание продуктов распада белков	24
Тема 3. Промежуточный обмен аминокислот. Особенности обмена отдельных аминокислот.....	29
Раздел III. Молекулярные механизмы передачи генетической информации	44
Тема 4. Обмен нуклеотидов.....	44
Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот (Репликация и транскрипция ДНК).....	55
Тема 6. Синтез белка, его регуляция и молекулярные механизмы изменчивости	61
Раздел IV. Функциональная биохимия органов и тканей.....	71
Тема 7. Биохимия печени.....	71
Тема 8. Биохимия крови.....	82
Тема 9. Обмен воды и минеральных веществ, функциональная биохимия почек, химический состав мочи	91
Тема 10. Биохимия соединительной ткани	98
Тема 11. Биохимия мышечной ткани	103
Тема 12. Биохимия нервной ткани	110
Литература	117

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие является необходимым рабочим материалом для усвоения программы по дисциплине «Биохимия» на практических занятиях. Учебное пособие в процессе усвоения общетеоретических знаний по биохимии позволяет экономно использовать учебное время и облегчает студентам работу в систематизации усваиваемого учебного материала и обладании общекультурными и профессиональными компетенциями

Студентам рекомендуется вести записи в тетради для выполнения заданий при самостоятельной подготовке к предстоящему занятию. В ходе подготовки к занятию задания необходимо выполнять, пользуясь учебниками, конспектами лекций.

В ходе изучения материала соответствующей темы необходимо:

1. Внимательно ознакомиться с формулировками заданий.
2. Изучить необходимый материал, касающийся темы предстоящего занятия по учебнику и конспектам лекций, а в случае необходимости получить более широкие и глубокие знания по дополнительным источникам.
3. Воспроизвести в тетради для самоподготовки требуемые формулы, схемы биохимических процессов, графики и др.
4. Понять взаимосвязь изученных процессов, а также их биологическое и физиологическое значение.

Раздел I. ОБМЕН И ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

Тема 1. Химия и обмен липидов. Биосинтез липидов. Регуляция и патология липидного обмена

Цель – уметь применять знания о строении, функциях, метаболизме липидов и его регуляции в норме для познания биохимических основ ряда заболеваний, связанных с нарушением обмена липидов.

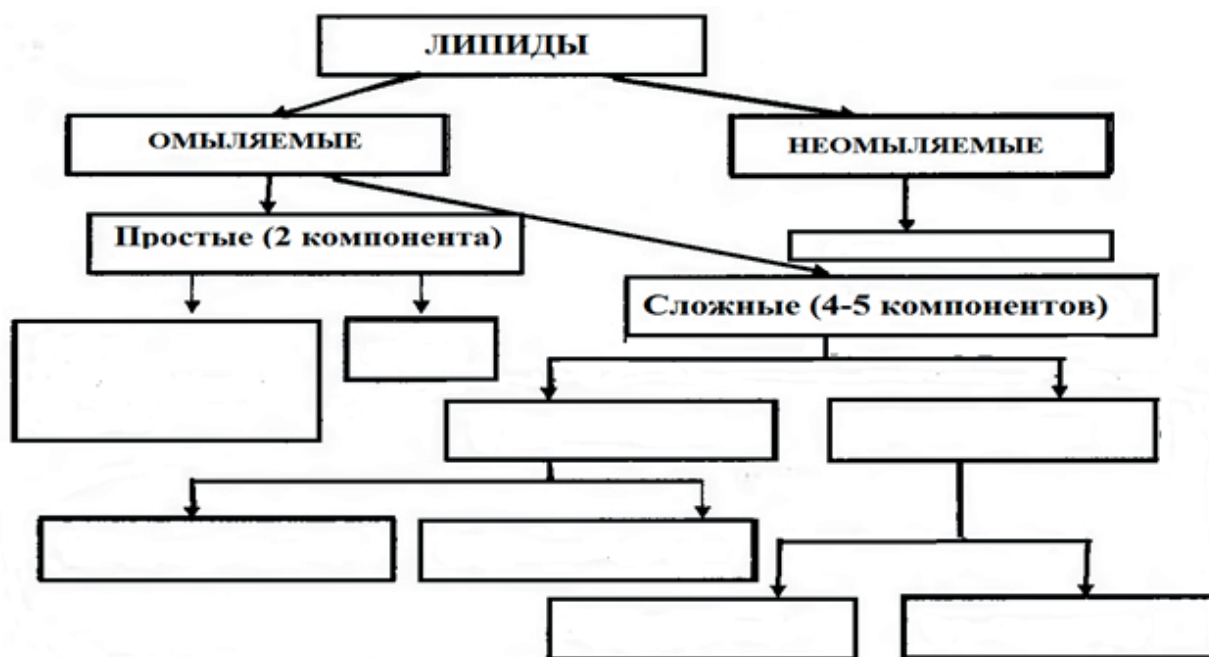
Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Жирные кислоты».

Примеры ВЖК	Число атомов «С»	Наличие и положение двойной связи	Синтезируются в организме человека
<i>Насыщенные</i>			
1.			
2.			
3.			
<i>Мононенасыщенные</i>			
1.			
2.			
3.			
<i>Полиненасыщенные</i>			
1.			
2.			
3.			

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Строение и функции основных классов липидов».

Класс липидов	Схема строения	Функции	Локализация
Жирные кислоты			
Триацилглицеролы			
Глицерофосфолипиды			
Сфингофосфолипиды			
Гликолипиды			
Стероиды			
Минорные липиды			

Задание 1. Дополните схему «Классификация липидов по химическому составу». Выделите красным цветом липиды, входящие в состав мембраны.



Задание 2. Рассмотрите рисунок 1 и подпишите основные компоненты биологических мембран следующими терминами: гидрофильная головка, ненасыщенная жирная кислота, насыщенная жирная кислота, гидрофобный хвост, фосфолипид, периферический белок, интегральный белок, жесткое стероидное кольцо.

Рассмотрев строение молекулы холестерина (ХС), правильно расположите ее в билипидном слое.

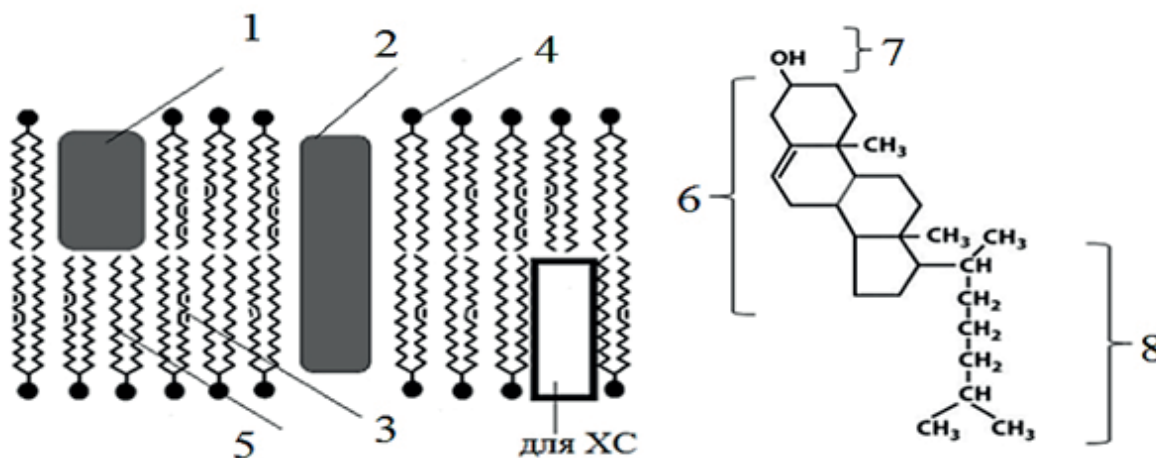


Рисунок 1 – Строение биологической мембраны

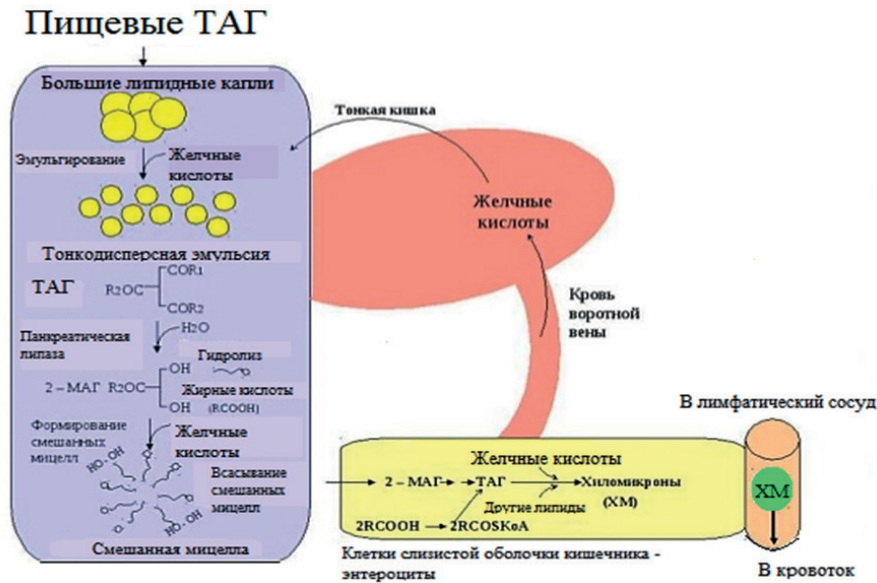


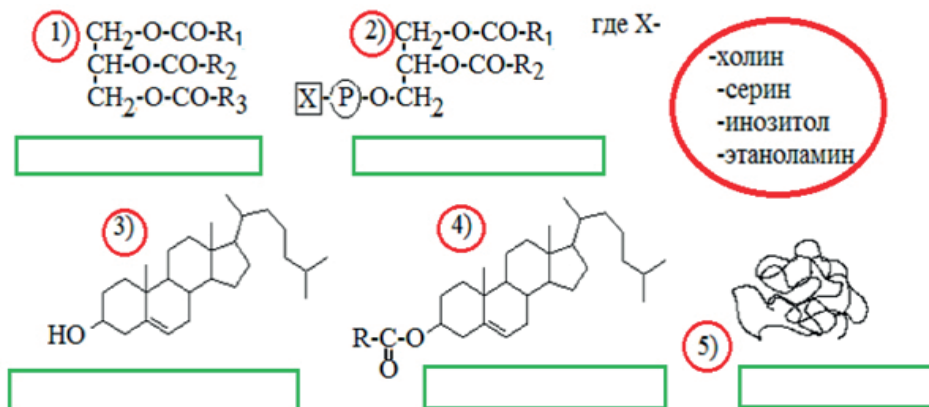
Рисунок 2 – Переваривание липидов

Задание 3. Рассмотрите рисунок 2 и расположите в правильной последовательности процессы: гидролиз, всасывание, транспорт, ресинтез, эмульгирование.

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Этапы переваривания липидов».

Этап	Что происходит, компоненты необходимые для этой стадии, результат	Локализация
Эмульгирование		
Гидролиз		
Образование мицелл		
Ресинтез жира		
Образование хиломикронов		

Задание 4. Подпишите формулы и схематические изображения веществ, входящих в состав липопротеида следующими терминами: фосфолипид, апобелок, эфир холестерина, свободный холестерин, триглицериды. Отметьте разными цветами гидрофильные и гидрофобные части веществ, изображенных на рисунке.



Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Характеристика липопротеидов».

Липопротеиды	Место синтеза	Место разрушения
ХМ		
ЛПОНП		
ЛППП		
ЛПНП		
ЛПВП		

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Ферменты обмена липопротеидов».

Фермент	Расшифровать аббревиатуру	Место действия (источник)	Биологическая роль (функция)
ЛПЛ			
ПЛ			
АХАТ			
ЛХАТ			

Задание 5. Зарисуйте схему липидограммы сыворотки крови (абсорбтивный период) и объясните принцип расположения фракций липопротеинов (рисунок 3).

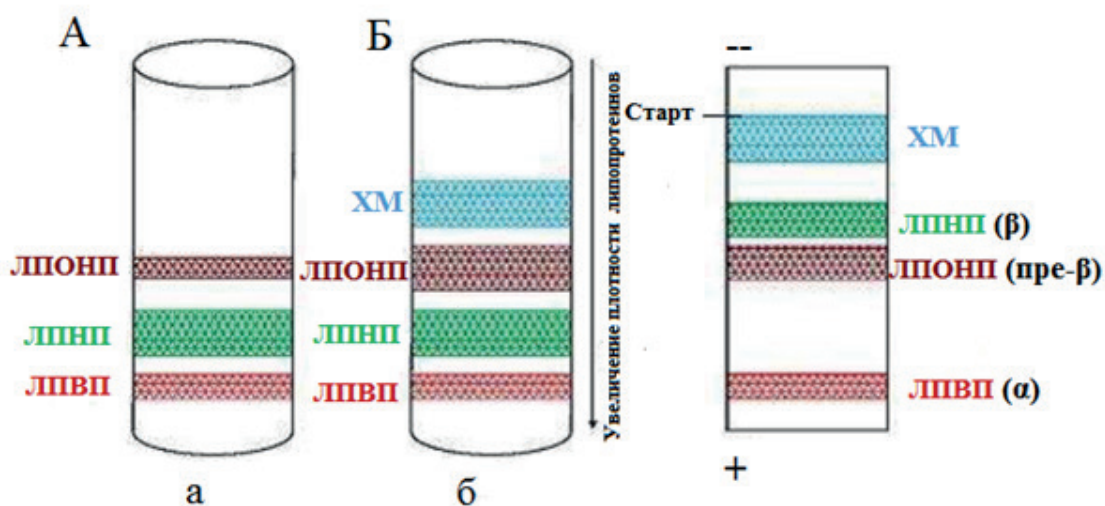
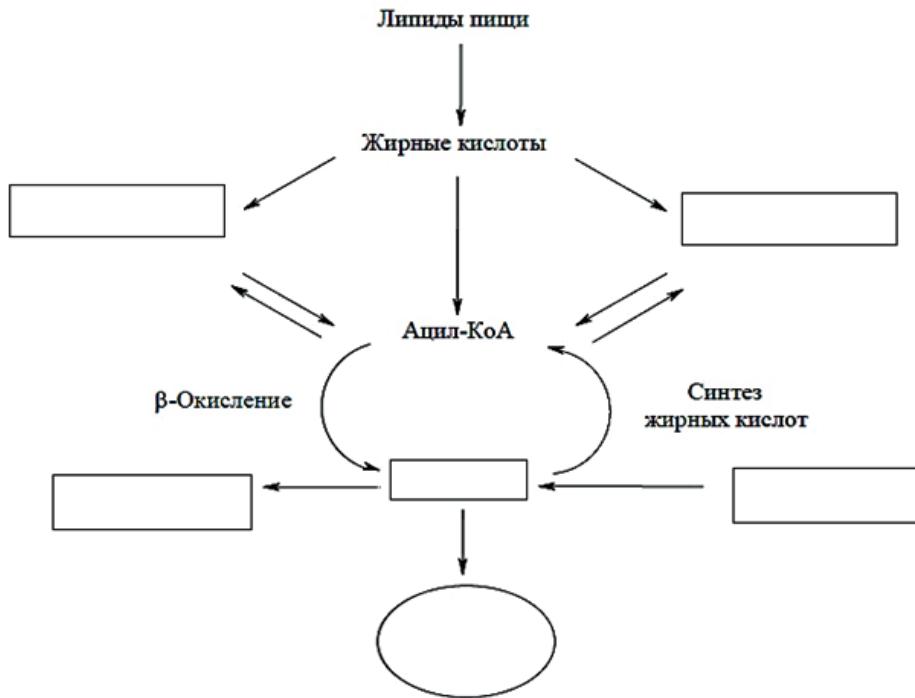
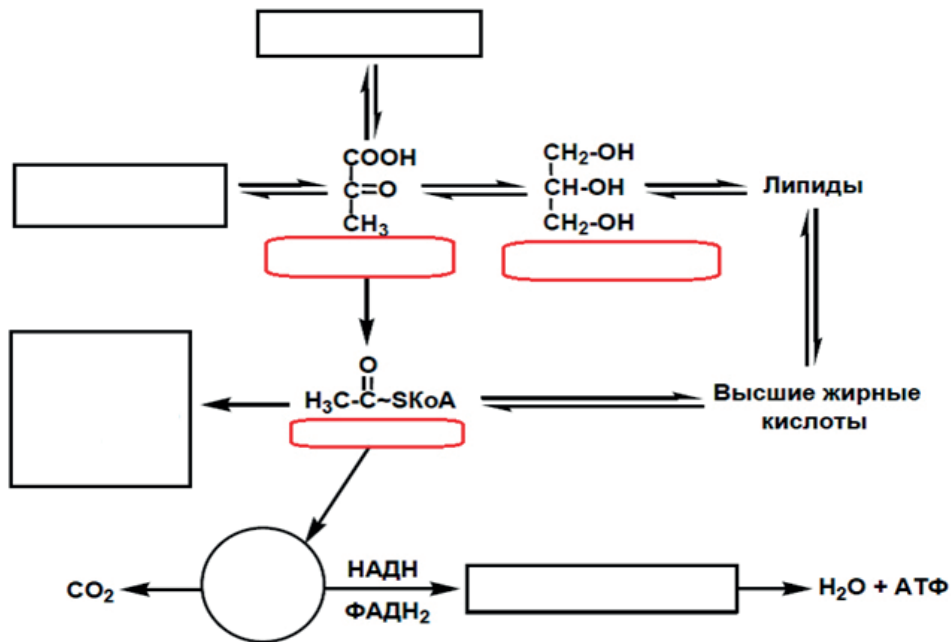


Рисунок 3 – Липидограмма сыворотки крови человека:
 А – получены методом ультрацентрифугирования:
 а – через 12 час после приема пищи; б – через 1 час после приема пищи.
 Б – получены методом электрофореза (абсорбтивный период)

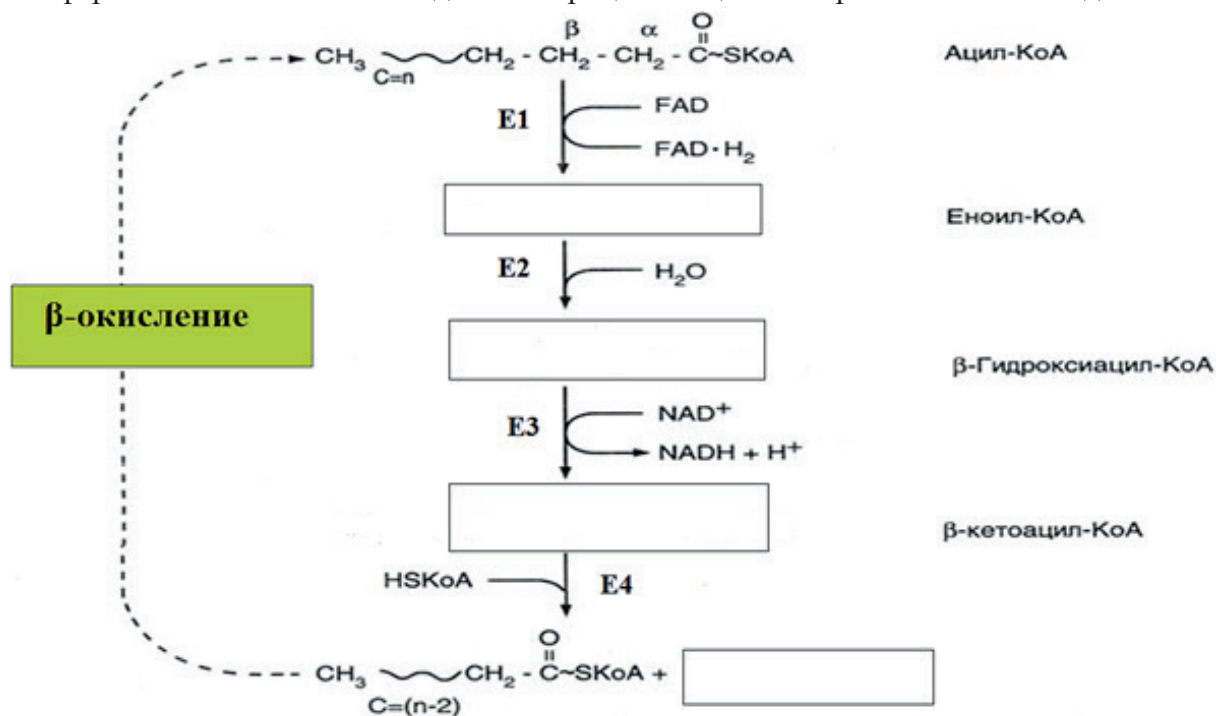
Задание 6. Дополните схему «Основные пути превращения жирных кислот».



Задание 7. Дополните схему «Метаболические превращения липидов» и подпишите формулы.



Задание 8. Дополните схему «β-окисление жирных кислот»: напишите формулы, назовите ферменты. Покажите связь данного процесса с циклом Кребса и тканевым дыханием.



Заполнить таблицу и рассчитать энергопродукцию при окислении молекулы пальмитиновой кислоты до CO₂ и H₂O, используя материалы лекций и учебника.

Ферменты β-окисления	Количество НАДН/ФАДН ₂	Количество образованных АТФ
Ацил-КоА-дегидрогеназа		
β-гидроксиацил-КоА-дегидрогеназа		
изоцитратдегидрогеназа		
α-кетоглутаратдегидрогеназа		
Сукцинил-КоА-синтетаза		
Сукцинатдегидрогеназа		
Малатдегидрогеназа		
Итого		

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Стадии перекисного окисления липидов».

Стадия	Характеристика	Реакция
Инициация		
Развитие		
Разветвление		
Обрыв цепи		

Задание 9. Рассмотрите рисунок 4 и обозначьте транспорт холестерина в ткани и из тканей разными цветами. Укажите роль липопротеидов в этом процессе.

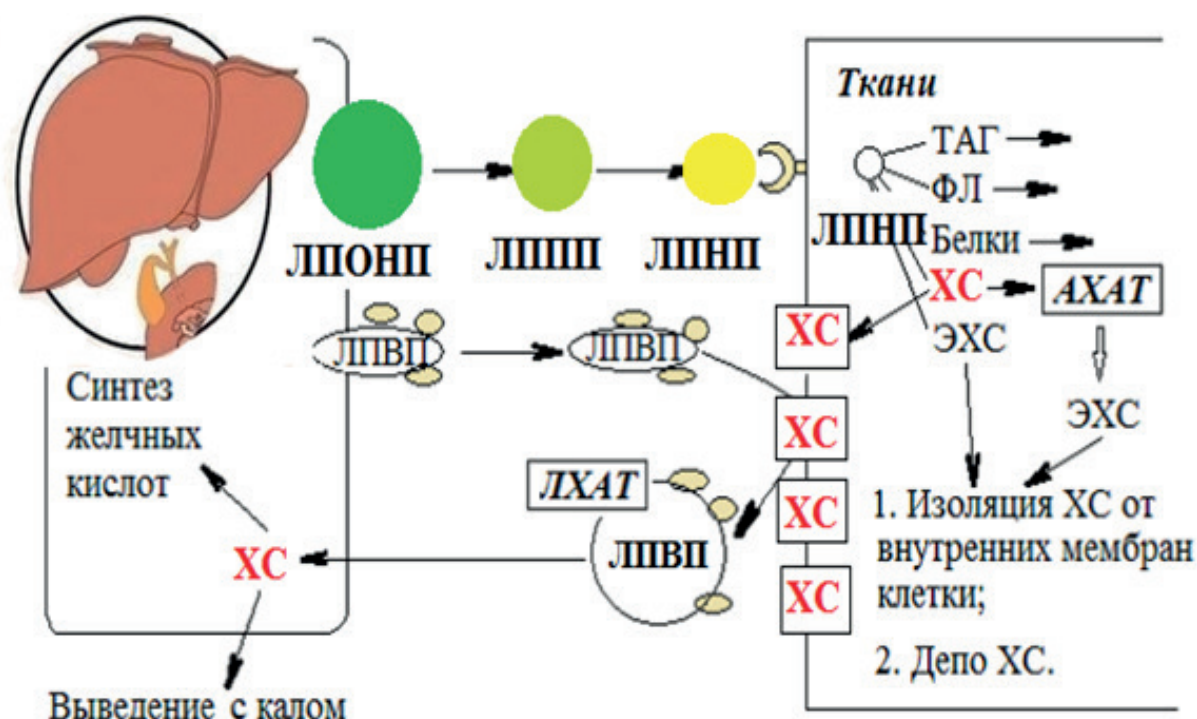
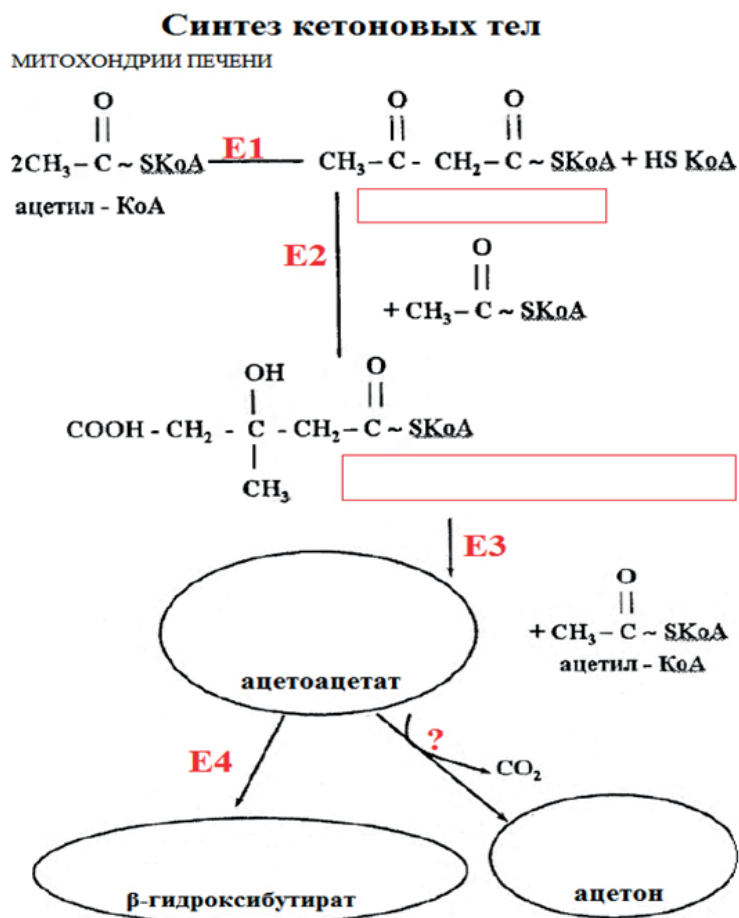


Рисунок 4 – Схема метаболизма липопротеидов

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Кетоновые тела».

Кетоновые тела	Структурная формула	Место синтеза	Место использования	Энергетическая роль	Значение (функция)
Ацетоуксусная кислота					
β-гидроксибутират					
Ацетон					

Задание 10. Дополните схему «Синтез кетоновых тел»: напишите формулы, назовите ферменты и промежуточные участники реакций.



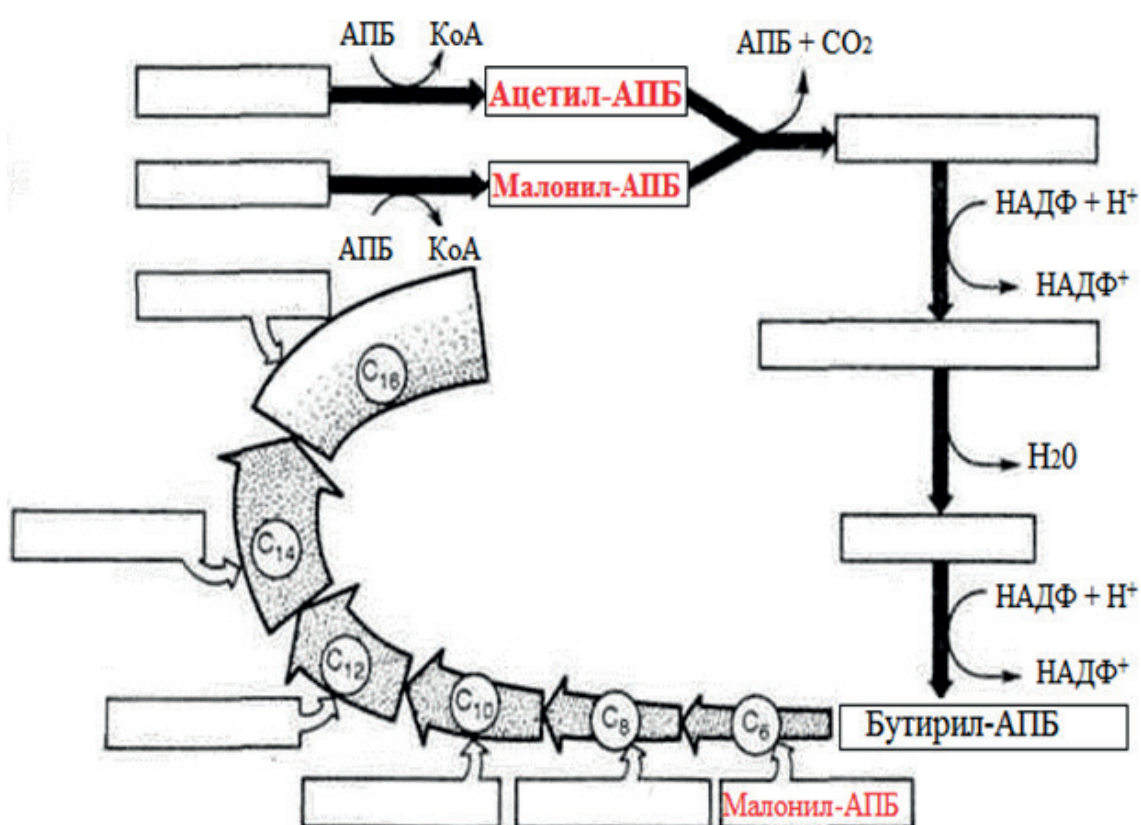
Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Сравнение процессов синтеза кетоновых тел и холестерина».

Процесс	Биосинтез кетоновых тел	Биосинтез холестерина
Локализация процесса: • ткани и органы • внутриклеточная локализация		
Исходный субстрат		
Коферменты ОВР		
Переносчик субстрата через мембрану митохондрий		
Ферменты, субстратом которых является ГМГ-КоА		
Регуляторные ферменты		
Регуляторные факторы: • активаторы • ингибиторы		
Значение продуктов		

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Метаболизм жирных кислот».

Процессы	β -окисление ЖК	Биосинтез ЖК
Локализация процесса		
Переносчик субстрата через мембрану митохондрий		
Коферменты ОВР		
Источник присоединяемого (отщепляемого) фрагмента		
Регуляторные ферменты		
Регуляторные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • активаторы • ингибиторы 		

Задание 11. Дополните схему «Синтез жирных кислот». Напишите вещества, включающиеся в реакции, промежуточные продукты, ферменты на каждом этапе. Источник НАДФН₂?



Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Регуляция процессов обмена липидов в клетках».

Метаболический процесс	Инсулин	Глюкагон	Адреналин
Синтез ТАГ			
Мобилизация ТАГ			
Синтез кетоновых тел			
Синтез холестерина			

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Факторы, влияющие на липолиз триацилглицеролов в жировой ткани», указав характер действия символами (усиление – ↑; угнетение – ↓).

Фактор	Механизм действия	Характер действия
Катехоламины		
Глюкагон		
Тироксин		
Глюкокортикоиды		
Гормон роста		
АКТГ		
Инсулин		
Простагландины		
Стресс		
Физическая нагрузка		
Голодание		
Охлаждение		

Задание 12. Вставьте пропущенные слова в предложение:

При голодании уровень инсулина в крови, что приводит к распаду жировой ткани и концентрации незтерифицированных жирных кислот в крови.

Задание 13. Даны соединения: пируват, ацетоацетил-КоА, холестерин, малонил-КоА, β-окси-метилглутарил-КоА, ацетил-КоА, пальмитат. Эти соединения объединяет то, что все они производные одного из перечисленных соединений. Представьте схему, в центр которой поместите соответствующее соединение.

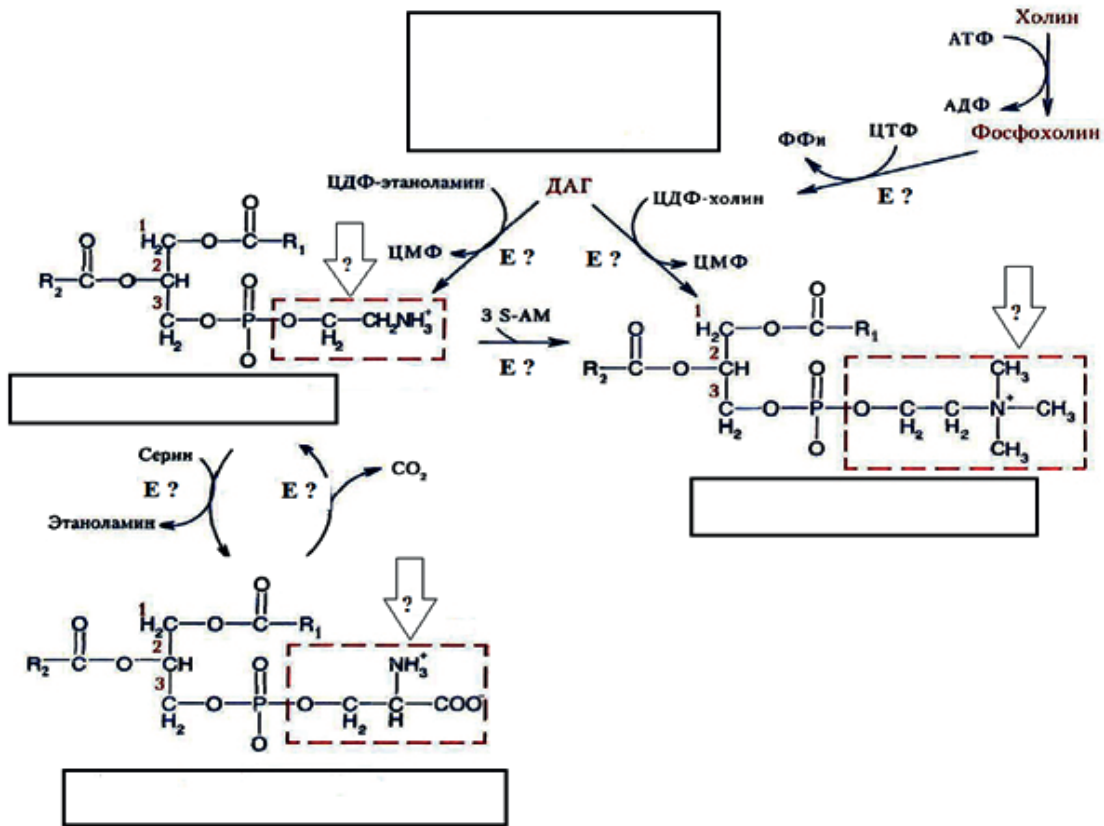
Задание 14. Напишите схему метаболического пути превращения фосфатидилсерина в фосфатидилхолин, а из него получите лизофосфатидилхолин и глицеролфосфохолин:

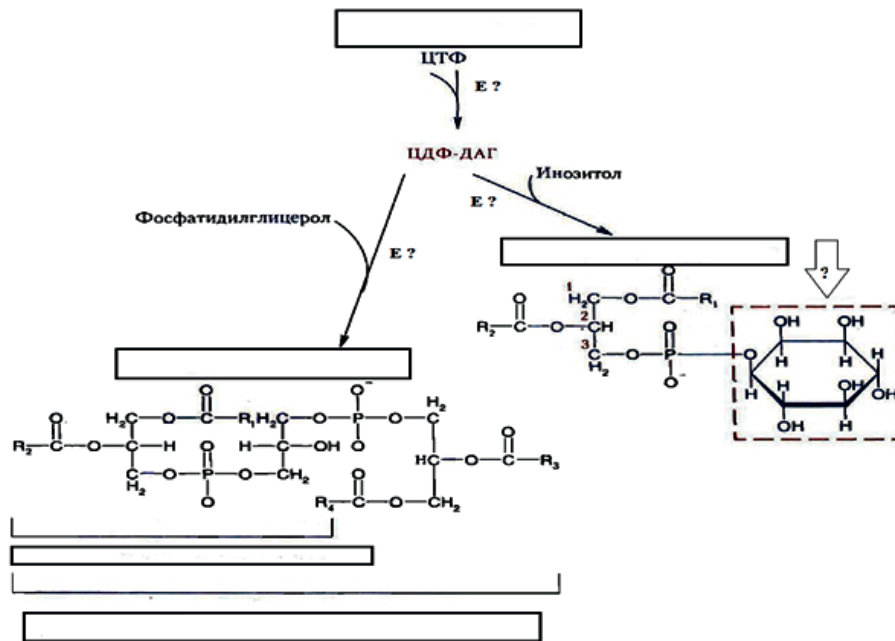
- а) какая аминокислота в виде своей активной формы участвует в этом процессе?
 б) опишите биологическую роль лизофосфатидилохолина (лизолецитин) и глицеролфосфахолина.

Задание 15. Регуляция обмена липидов осуществляется метаболитами (метаболический контроль) и гормонами:

- а) назовите гормоны, влияющие на липидный обмен и механизмы их действия;
 б) назовите ключевой фермент синтеза холестерина и факторы, участвующие в его регуляции;
 в) как можно снизить содержание холестерина в крови?

Задание 11. Дополните схемы синтеза глицерофосфолипидов. Напишите промежуточные продукты, ферменты на каждом этапе. Какая молекула является регулятором синтеза?





Задание 12. Дополните схему «Фонд холестерина в организме, пути его использования и выведения». Напишите реакции первого этапа синтеза холестерина. Укажите регуляторный фермент в синтезе, объясните его регуляцию.



Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Типы дислипидопротеинемий».

Название дислипидопротеинемий	Дефект	Характеристика изменений липидного обмена
Семейный дефект α-липопротеинов, болезнь Тенджера	<i>Гиполипидопротеинемия</i>	
	<i>Гиперлипидопротеинемия</i>	
Тип I (семейный дефицит липопротеинлипазы)		
Тип II (семейная гиперхолестеринемия)		
Тип III (семейная дислипидопротеинемия, болезни, связанная с нарушением удаления остаточных липопротеинов)		
Тип IV (семейная гипертриацилглицеринемия)		
Тип V		

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Каким образом растворимые волокна в составе принимаемой пищи помогают снизить уровень холестерина в крови? Выберите правильный ответ. Они:

- А) денатурируют холестерол в желудке;
- Б) гидролизуют холестерол в кишечнике;
- В) задерживают холестерол в кишечнике и таким образом замедляют его всасывание;
- Г) усиливают экскрецию желчи, ускоряя обмен холестерола.

2. Какая жирная кислота входит в состав витамина F:

- А) арахидоновая;
- Б) олеиновая;
- В) линолевая;
- Г) пальмитоолеиновая;
- Д) стеариновая.

3. К функциям желчных кислот не относится:

- А) эмульгирование липидов;
- Б) синтез хиломикронов;
- В) активация липолитических ферментов;
- Г) всасывание липидов;
- Д) выведение холестерина из организма.

4. Укажите фермент, участвующий в образовании лизофосфолипидов, обладающих сильным гемолитическим действием:

- А) фосфолипаза С;
- Б) фосфолипаза А1;
- В) триацилглицеридлипаза;
- Г) фосфолипаза А2;
- Д) фосфолипаза D.

5. Какие из перечисленных веществ участвуют в переваривании жиров в ЖКТ:

- А) липопротеинлипаза;
- Б) панкреатическая липаза;
- В) HCO_3 ;
- Г) желчные кислоты;
- Д) трипсин.

6. Установите соответствие:

<i>Название</i>	<i>Состав</i>
1) сфингофосфомиелин	А) церамид, фосфат, 2 молекулы жирных кислот;
2) глицерофосфолипид	Б) глицерол, холин, 2 молекулы жирных кислот;
3) триацилглицерин	В) сфингозин, фосфат, 1 молекула жирной кислоты, холин;
	Г) сфингозин, фосфат, 2 молекулы жирных кислот;
	Д) сфингозин, фосфат, 2 молекулы жирных кислот, этаноламин глицерол, 3 молекулы жирных кислот

7. При β -окислении жирных кислот происходит:

- А) двойная связь в ацил-КоА образуется при участии ФАД+;
- Б) двойная связь в ацил-КоА образуется при участии НАД+;
- В) молекула воды от β -оксиацил-КоА удаляется с участием НАД+;
- Г) тиолаза отщепляет малонил-КоА;
- Д) две молекулы ацетил-КоА отщепляются в каждом цикле.

8. Для кетоновых тел характерно (несколько правильных ответов):

- А) могут изменять кислотно-щелочное равновесие в организме;
- Б) синтезируются в матриксе митохондрий гепатоцитов;
- В) могут выделяться с мочой;
- Г) синтезируются из ацетил-КоА, образующегося в результате гликолиза;
- Д) синтезируются из ацетил-КоА, образующегося в результате β -окисления жирных кислот.

9. Какие особенности обмена липидов обусловлены гидрофобностью их молекул:

- А) транспорт кровью и лимфой в составе липопротеинов;
- Б) всасывание в составе мицелл;
- В) образуют двойной слой биомембран;
- Г) синтезируются из углеводов;
- Д) эмульгация желчными кислотами.

10. Обмен арахидоновой кислоты характеризуется тем, что она:

- А) является предшественником в синтезе простагландинов;
- Б) находится в основном в альфа-положении молекул фосфолипидов;
- В) подвергается перекисному окислению;
- Г) участвует в синтезе тромбоксанов;
- Д) может синтезироваться в организме из арахидоновой кислоты.

11. Какие последствия вызывает накопление кетоновых тел:

- А) в мышцах и в мозге кетоновые тела становятся важным источником энергии;
- Б) печень начинает синтезировать жирные кислоты из кетоновых тел;

- В) нарастает ацидоз;
- Г) возрастает уровень инсулина;
- Д) с выдыхаемым воздухом выделяется ацетон.

12. Донором водорода для НАДФН₂, необходимого для синтеза жирных кислот, является:

- А) гликолиз;
- Б) цикл трикарбоновых кислот;
- В) пентозофосфатный путь;
- Г) работа малик-фермента;
- Д) β-окисление жирных кислот.

13. Из указанных веществ постройте правильную последовательность в синтезе холестерина:

- А) изопентенилпирофосфат;
- Б) ацетоацетил-КоА;
- В) ланостерин;
- Г) ГМГ-КоА;
- Д) мевалонат.

14. Установите соответствие:

Вид липопротеинов

Характеристика

- | | |
|----------------|--|
| 1) ЛПОНП | А) синтезируются в печени; |
| 2) ЛПНП | Б) включают в себя апопротеины В-48, С-II, Е; |
| 3) ЛПВП | В) включают в себя апопротеины В-100, С-II, Е; |
| 4) Хиломикроны | Г) образуются в крови из хиломикронов; |
| 5) ЛППП | Д) содержат 50 % холестерина |

15. При активации синтеза жирных кислот в печени НЕ наблюдается:

- А) снижение соотношения инсулин/глюкагон;
- Б) ацетил-КоА-карбоксилаза находится в дефосфорилированном состоянии;
- В) происходит синтез малонил-КоА;
- Г) активируется пентозофосфатный путь распада глюкозы;
- Д) активируется перенос цитрата из матрикса митохондрий в цитозоль.

16. При избыточном углеводном питании инсулин НЕ индуцирует синтез одного из ферментов:

- А) глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы;
- Б) синтазы жирных кислот;
- В) ацетил-КоА-карбоксилазы;
- Г) цитратлиазы;
- Д) изоцитратдегидрогеназы.

17. Установите соответствие:

<i>Фермент</i>	<i>Функция фермента в синтезе жирных кислот</i>
1) Глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа	А) образует исходный субстрат для синтеза жирных кислот в цитоплазме клетки.
2) Синтаза жирных кислот	Б) восстанавливает НАДФ+.
3) Ацетил-КоА-карбоксилаза	В) катализирует превращения, приводящие к удлинению радикала жирных кислот
4) Цитратлиаза	
5) Цитратсинтаза	

18. Какие липоидные факторы (витамины и аминокислоты) необходимы для синтеза фосфолипидов:

<i>Витамины</i>	<i>Аминокислоты</i>
1) Фолиевая кислота	А) глицин;
2) Витамин С	Б) серин;
3) Цианкобаламин	В) цистеин;
4) Пиридоксин	Г) метионин;
5) Тиамин	Д) аланин

19. К развитию стеатоза печени при алкоголизме приводит:

- А) активация окисления жирных кислот;
- Б) избыточное поступление свободных жирных кислот в печень;
- В) повышенный синтез апопротеинов в печени;
- Г) повреждение гепатоцитов;
- Д) нарушение сборки и секреции ЛПОНП.

20. Сравните процесс β -окисления и биосинтеза жирных кислот:

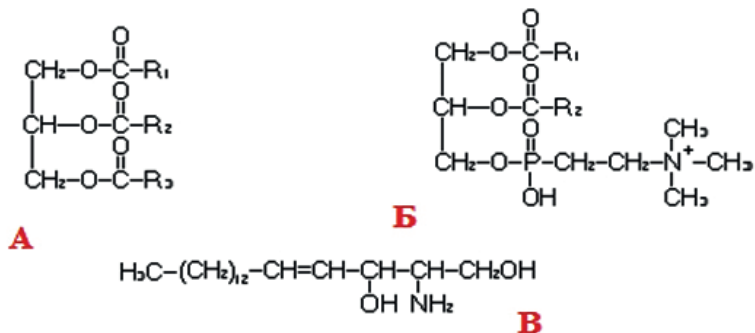
А – биосинтез жирных кислот	1. Процесс имеет циклический характер
Б – β -окисление жирных кислот	2. Используется кофермент НАД
В – оба процесса	3. Используется кофермент НАДФН ₂
Г – ни один из них	4. Используется цитрат как субстрат реакций

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. В клеточную культуру введен лактат, содержащий меченный атом углерода – С*. Через некоторое время из клеток были выделены триглицериды, в глицероле которых был обнаружен С*. Вставьте в метаболическую цепь синтеза названия пропущенных соединений, обозначенных «?»:

ЛАКТАТ → «?» → ОА → ФЭП → «?» → «?» → 1,3-ДИФОСФОГЛИЦЕРАТ → 3-ФОСФОГЛИЦЕРИНОВЫЙ АЛЬДЕГИД → «?» → МОНОАЦИЛГЛИЦЕРОЛ → «?» → ТАГ

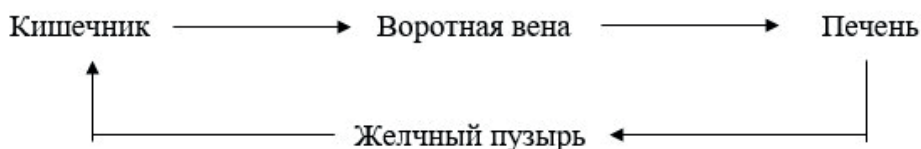
Задача 2. Изображены формулы двух липидов и предшественника липидов:



- назовите эти соединения (А, Б, В) и охарактеризуйте их роль в организме;
- напишите схему синтеза соединения Б в печени;
- какие транспортные формы липидов содержат соединение Б?

Задача 3. Холестерин в организме используется для синтеза некоторых веществ.

А. Назовите производные холестерина, которые будут участвовать в следующем процессе:

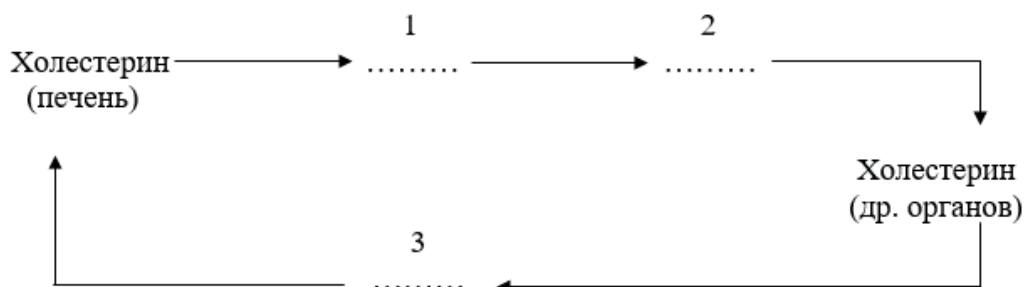


Б. Выберите утверждения, правильно характеризующие значение этого процесса:

- обеспечивает многократное использование организмом поверхностно активных веществ, необходимых для эмульгирования жиров при переваривании;
- увеличивает выведение холестерина из организма;
- обеспечивает усвоение экзогенных липидов путем участия в образовании мицелл при всасывании продуктов переваривания;
- при недостаточности поступления этих веществ из желчного пузыря в кишечник развивается гиповитаминоз А, Д, Е, К (жирорастворимые витамины).

Задача 4. На схеме представлен транспорт холестерина от печени к другим органам и от разных органов в печень. К каждой цифре подберите соответствующий вид липопротеина.

-
-
-
-



- а) укажите фермент, который участвует в превращении 1) 1→2; 2) 2→3;
- б) концентрация каких липопротеинов обычно увеличена, а каких снижена при атеросклерозе?
- в) назовите синонимы этих липопротеинов согласно классификации их по электрофоретической подвижности.

Задача 5. У больного при зондировании 12-перстной кишки установлена задержка оттока желчи из желчного пузыря. Влияет ли это на переваривание жиров?

Задача 6. Экспериментально доказано, что жирные кислоты – естественное энергетическое «горючее» для сердца. Подсчитайте и сравните энергетический эффект аэробного окисления глюкозы и пальмитиновой кислоты.

Задача 7. После приема жирной пищи у больного появляются тошнота и изжога, имеет место стеаторея. Что может явиться причиной такого состояния?

Задача 8. Олеиновая кислота проходит путь β-окисления. Какое количество АТФ при этом образуется?

Задача 9. Пациентке с высокой степенью ожирения в качестве пищевой добавки рекомендован карнитин для улучшения «сжигания» жира. Какое непосредственное участие принимает карнитин в процессе окисления жиров?

Задача 10. Яд некоторых змей содержит фосфолипазу А₂. Объясните причину гемолиза при укусе.

Задача 11. У пациента в крови и моче резко повышено содержание кетоновых тел. Какие данные необходимы для уточнения причин этого повышения?

Задача 12. Сколько АТФ потребуется для синтеза трипальмитина из глицерина и пальмитиновой кислоты?

Задача 13. Животному ввели меченую по углероду глюкозу. Метка обнаружена в молекуле холестерина. Покажите схематично этапы участия глюкозы в синтезе холестерина.

Задача 14. Для профилактики гиперхолестеринемии можно пользоваться диетой с пониженным количеством углеводов и жиров. Объясните, почему эта диета повлияет на концентрацию холестерина в крови. Напишите схему связи обмена углеводов и холестерина.

Задача 15. Два взрослых здоровых человека получили пищу разного состава: I – 300 г углеводов, 10 г жиров, 50 г белков; II – 100 г углеводов, 100 г жиров, 50 г белков. Какие различия в составе липопротеинов крови будут у этих людей через 2 часа после приема пищи? Для ответа:

- а) поясните, у кого из них и в каком органе синтез жиров из углеводов будет происходить более активно;
- б) напишите схему этого синтеза и опишите, составив соответствующую схему, дальнейший путь жиров в жировую ткань;

в) нарисуйте липидограммы, отражающие состав липопротеинов крови у каждого из этих людей после еды;

г) укажите функции разных типов липопротеинов.

Задача 16. К диетологу обратилась женщина 55 лет и рассказала, что в течение последних лет вела малоподвижный образ жизни и ежедневно потребляла около 500 г углеводов, хотя старалась ограничивать потребление жиров. В результате за два года она поправилась на 7 кг. Почему у нее достаточно быстро развилось ожирение I степени? Для ответа:

а) напишите схему, поясняющую, почему при избыточном употреблении углеводов синтез жиров в организме увеличивается;

б) укажите, синтез каких ферментов, необходимых для превращения избытка углеводов в жиры, будет индуцирован у данной пациентки, и в каких метаболических путях принимают участие эти ферменты;

в) сделайте заключение о механизме развития ожирения у данной пациентки.

Задача 17. Машина Скорой помощи доставила в больницу человека, потерявшего сознание на улице. Он был очень худым, от него пахло ацетоном. Анализ крови показал содержание в крови глюкозы – 2,8 ммоль/л, кетоновых тел – 40 мг/дл. Каковы возможные причины такого состояния человека? Для ответа:

а) объясните функции кетоновых тел, приведите примеры ситуаций, при которых увеличивается их синтез;

б) укажите происхождение субстратов для синтеза кетоновых тел, напишите схемы их синтеза и окисления;

в) объясните, чем опасно накопление кетоновых тел в крови;

г) предположите причину потери сознания данным человеком.

Задача 18. При голодании большинство тканей используют в качестве основного источника энергии жирные кислоты. Какие ткани не используют жирные кислоты для получения энергии и почему? Какие изменения в метаболизме происходят для того, чтобы обеспечить эти ткани источниками энергии? Для ответа:

а) перечислите ткани, которые не используют жирные кислоты как источники энергии, и для каждой ткани объясните причину;

б) укажите метаболические пути, активность которых повышается при голодании, что позволяет обеспечить источниками энергии все ткани;

в) напишите схемы этих метаболических путей.

Задача 19. У мальчика 4-х лет снижена способность к выполнению физической работы. При исследовании биоптата мышц обнаружено, что концентрация карнитина в ткани меньше нормы в 4 раза. В цитозоле клеток мышц обнаружены вакуоли жира. Каковы возможные причины такого состояния пациента? Для ответа:

а) напишите реакции метаболического пути, который нарушен у данного больного;

б) опишите роль карнитина в этом процессе, представив соответствующую схему;

в) объясните молекулярные механизмы, которые привели к накоплению жира в миоцитах при этом заболевании.

Задача 20. Сколько высокоэнергетических фосфатных связей необходимо для биосинтеза одной молекулы холестерина?

Раздел II. МЕТАБОЛИЗМ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ

Тема 2. Белковое питание. Переваривание белков. Всасывание продуктов распада белков

Цель – уметь применять знания о биологической роли белков и аминокислот, полноценности белков пищи, механизме действия ферментов протеинах при переваривании белков для анализа патологических состояний, связанных с нарушением белкового питания, процессов пищеварения и поступления аминокислот в организм.

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Пищевая ценность аминокислот».

Аминокислоты	Примеры аминокислот
Заменяемые	
Незаменяемые	
Частично заменяемые	
Условно заменяемые	

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Виды азотистого баланса».

Виды азотистого баланса	Влияние на азотистый баланс		
	возраст	заболевания	физическая нагрузка
Нулевой			
Положительный			
Отрицательный			

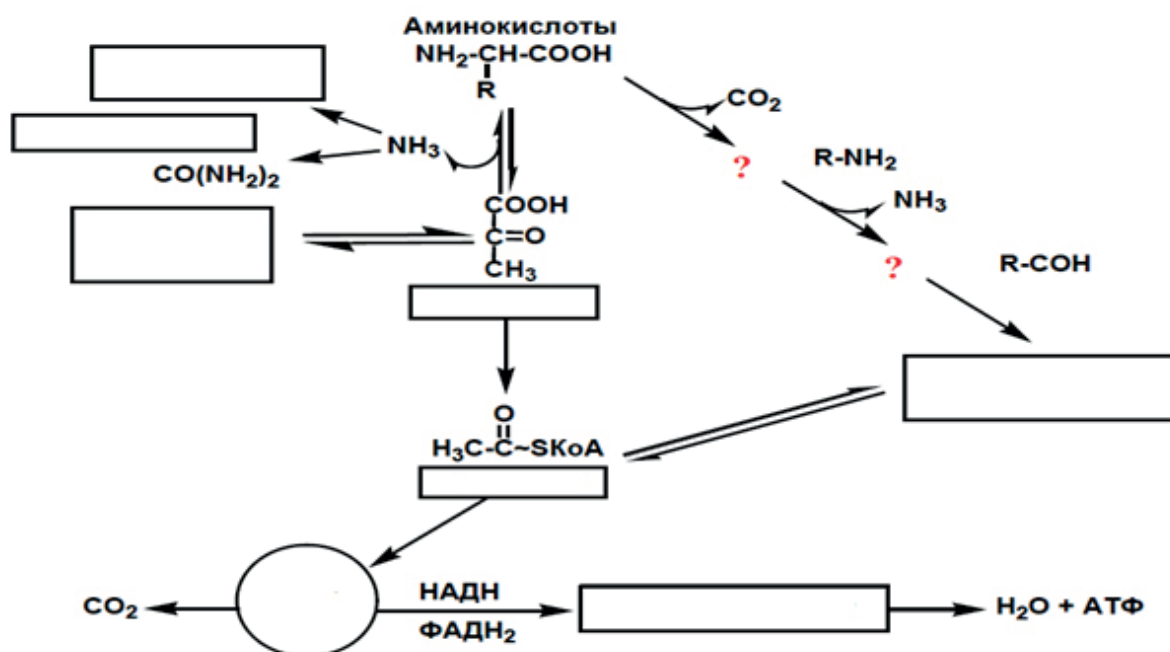
Заполнить таблицу «Ферменты переваривания белков в ЖКТ».

Активный фермент	Место синтеза	Гормон, активирующий синтез фермента	Профермент	Активация фермента	Оптимум pH	Механизм действия
Пепсин						
Реннин						
Гастрин						
Трипсин						
Химотрипсин						
Эластаза						
Карбоксипептидаза						

Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Гормоны, регулирующие секрецию пищеварительных соков».

Название гормона	Место синтеза	Биологическая роль
Гастрин		
Гистамин		
Секретин		
Панкреозимин (холецистокинин)		

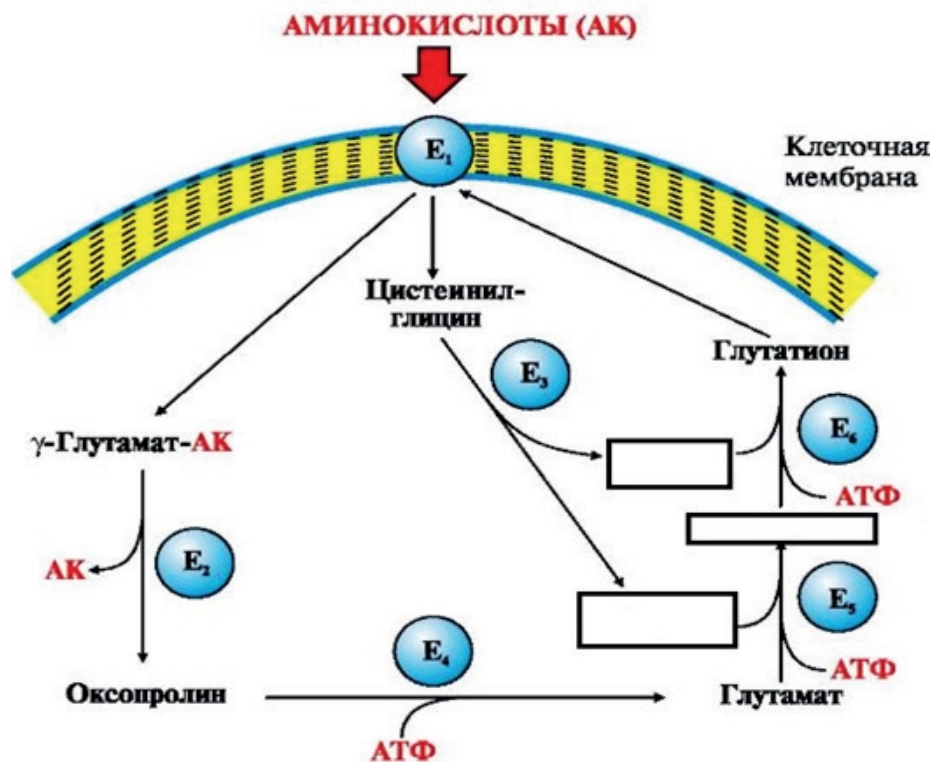
Задание 1. Дополните схему «Метаболические превращения аминокислот». Напишите название веществ, включающихся в реакции и метаболические пути.



Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Гниение белков в кишечнике».

АК, подвергающиеся гниению	Основные продукты гниения	Способ обезвреживания. Вещества, принимающие участие в обезвреживании	Продукты обезвреживания. Их дальнейшая судьба

Задание 2. Дополните схему «γ-Глутамил транспортная система». Подпишите ферменты E_1 – E_5 . Напишите формулы субстратов и продуктов реакции.



Задание 3. Переваривание белков в желудке обеспечивает фермент желудочного сока пепсин. Главный протеолитический фермент сока поджелудочной железы – трипсин – продолжает переваривание в двенадцатиперстной кишке. Известно, что пепсин гидролизует преимущественно пептидные связи, образованные аминокислотными группами ароматических аминокислот, а трипсин – карбоксильными группами основных аминокислот. При действии пепсина, трипсина и последовательном действии обоих ферментов на какие фрагменты будет расщеплен полипептид следующего строения:



ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Выберите незаменимые аминокислоты:

- А) лизин, триптофан, фенилаланин;
- Б) серин, глицин, гистидин;
- В.) аспарагиновая кислота, аспарагин;
- Г) глутаминовая кислота, глутамин;
- Д) пролин, оксипролин.

2. Найдите правильную последовательность микросомального окисления:

- А) ФАД → аденодоксин → НАДФ → P_{450} ;
- Б) НАДФ → ФАД → аденодоксин → P_{450} ;
- В) ФАД → НАДФ → аденодоксин → P_{450} ;
- Г) ФАД → НАДФ → P_{450} → аденодоксин.

3. Больной, находящийся в периоде выздоровления, имеет положительный азотистый баланс если:

- А) количество поступающего с пищей азота эквивалентно количеству азота, выделяемого с мочой, калом и потом;
- Б) количество азота экскретируемого с мочой, калом и потом меньше количества поступившего азота;
- В) количество азота, экскретируемого с мочой, калом и потом больше количества азота, поступившего с пищей;
- Г) больной находится на бедной белками диете.

4. Установите соответствующий путь транспорта для каждой группы аминокислот:

<i>Аминокислоты</i>	<i>Путь транспорта</i>
1. Глутамат, аспаргат;	А) для неполярных аминокислот;
2. Пролин, гидроксипролин;	Б) для положительно заряженных аминокислот;
3. Тирозин, триптофан, фенилаланин;	В) для отрицательно заряженных аминокислот;
4. Лизин, аргинин, гистидин;	Г) для ароматических аминокислот;
5. Аланин, лейцин, валин	Д) для иминокислот

5. В смеси трипсин + пепсин при pH = 7,5 произойдет:

- А) оба фермента будут активными;
- Б) трипсин гидролизует пепсин;
- В) пепсин гидролизует трипсин;
- Г) оба фермента будут неактивными.

6. Установите соответствующую гидролизуемую пептидную связь для перечисленных ферментов:

<i>Фермент</i>	<i>Гидролиз пептидной связи, образованной:</i>
1. Пепсин	А) карбоксильными группами фенилаланина и тирозина;
2. Гастрексин	Б) карбоксильными группами аргинина и лизина;
3. Трипсин	В) аминогруппами фенилаланина и тирозина;
4. Химотрипсин	Г) аминогруппами аргинина и лизина;
5. Эластаза	Д) карбоксильными группами дикарбоновых аминокислот; Е) карбоксильными группами малых аминокислот

7. Эндопептидазы отличаются от экзопептидаз тем, что:

- А) расщепляют любую пептидную связь в белках;
- Б) являются гидролазами;
- В) расщепляют пептидные связи, образованные ароматическими аминокислотами;
- Г) секретируются всегда в активной форме;
- Д) не расщепляют пептидные связи N-концевой и C-концевой аминокислот.

8. При гидролизе пептида Ала-Фен-Сер-Арг-Мет-Тре-Тир трипсином образуются:

- А) Ала-Фен-Сер + Арг-Мет-Тре-Тир;
- Б) Ала-Фен-Сер-Арг-Мет-Тре-Тир;
- В) Ала-Фен + Сер-Арг-Мет-Тре-Тир;
- Г) Ала-Фен-Сер-Арг + Мет-Тре-Тир;
- Д) Ала-Фен-Сер-Арг-Мет + Тре-Тир.

9. Соляная кислота выполняет в желудке следующие функции:

- А) расщепляет специфические пептидные связи в белках пищи;
- Б) вызывает денатурацию белков пищи;
- В) активизирует гидролиз пептидных связей в пепсиногене;
- Г) создает оптимальный рН желудочного сока;
- Д) оказывает бактерицидное действие.

10. Установить соответствие:

<i>Азотистый баланс</i>	<i>Физиологическое состояние человека</i>
1. Положительный	А) тяжелое заболевание;
2. Отрицательный	Б) беременность;
3. Азотистое равновесие	В) старение;
	Г) взрослый человек, полноценная диета;
	Д) растущий организм.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Пепсин гидролизует пептидные связи в белках при их переваривании в желудке.

- 1. К какому классу ферментов он относится?
- 2. Какой тип химических связей расщепляет этот фермент? Приведите примеры субстратов этого фермента.
- 3. По структуре пепсин является простым или сложным ферментом? Какой рН оптимум он имеет?

Задача 2. Пациент долго находится на диете без фенилаланина (все остальные аминокислоты в необходимых количествах).

- 1. К какой группе аминокислот по заменимости, полярности и возможности синтезировать глюкозу и кетонные тела относится эта аминокислота?
- 2. Как изменится синтез белков в этих условиях?
- 3. Какой вид азотистого баланса у пациента?

Задача 3. У больного 43-х лет, прооперированного по поводу непроходимости толстой кишки, моча имеет коричневый цвет. Врач предположил усиление процессов гниения белков в кишечнике.

- 1. Какой патологический компонент мочи является маркером гниения белков?
- 2. Из какой аминокислоты он образуется?
- 3. Назовите продукты гниения фенилаланина и тирозина в кишечнике.

Задача 4. В желудочном соке больного обнаружен высокий уровень лактата. Предположите причины его появления; укажите, какие заболевания могут вызвать присутствие этого вещества в желудке. Для ответа:

- 1) назовите процесс, продуктом которого является лактат, перечислите здоровые и патологические ткани, в которых этот процесс происходит наиболее активно;
- 2) укажите компоненты и рН желудочного сока в норме;
- 3) перечислите функции соляной кислоты желудочного сока;
- 4) назовите фермент, участвующий в переваривании белков в желудке, укажите его активаторы и механизм активации;

5) ответьте на основной вопрос задачи, назовите компоненты желудочного сока, которые нужно определить дополнительно, чтобы уточнить диагноз.

Задача 5. При титровании желудочного сока установлено, что общая кислотность = 50 ед., свободная соляная кислота = 30 ед., связанная соляная кислота = 15 ед. Имеются ли отклонения от нормы?

Задача 6. Пепсиноген (неактивная форма фермента), образующийся в главных клетках желудка, имеет молекулярную массу 42 000. В желудочном соке пепсиноген превращается в активный фермент пепсин, при этом его молекулярная масса уменьшается до 35 000.

- 1) назовите вид регуляции активности пепсина;
- 2) объясните причину увеличения активности фермента, нарисовав соответствующую схему;
- 3) укажите, какие уровни структурной организации белка изменяются при активации пепсина.

Задача 7. В суточной моче студента, физически крепкого мужчины, содержится 6,9 г азота. Нужно ли увеличивать содержание белка в рационе?

Задача 8. При острых панкреатитах наблюдается выраженный болевой синдром. Объясните механизм развития боли. Что происходит с клетками поджелудочной железы?

Задача 9. При гипоацидном гастрите снижение кислотности желудочного сока вызывает торможение частичного протеолиза молекулы пепсиногена. Изменения какого уровня структурной организации фермента имеют решающее значение при его активации?

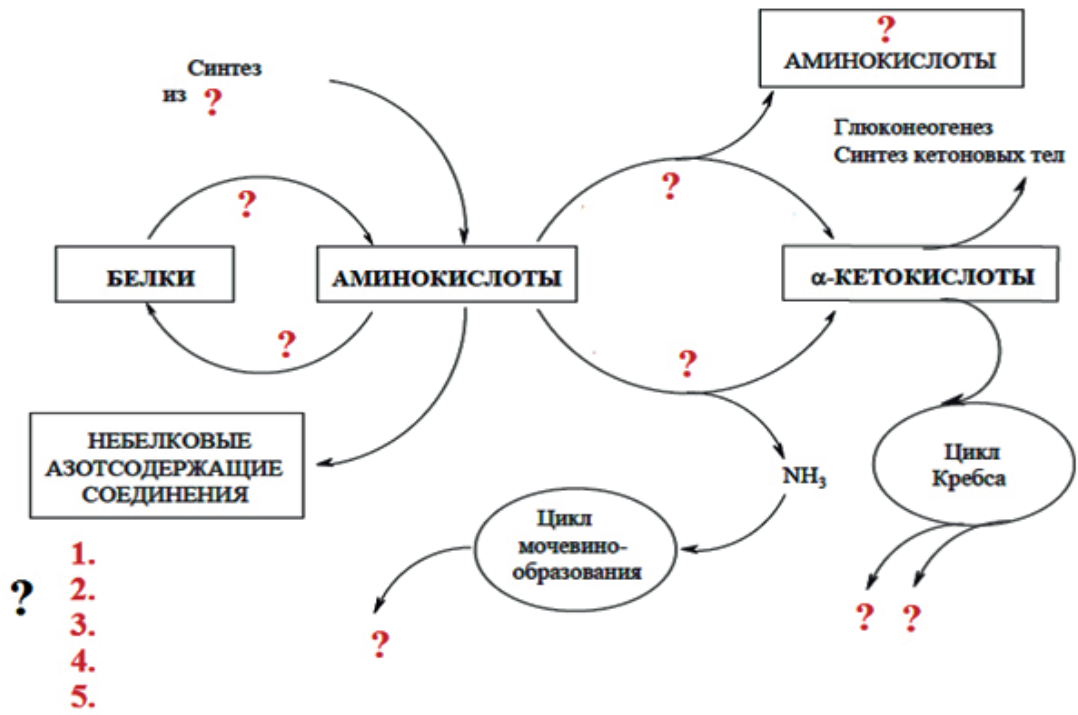
Задача 10. Здоровых крыс длительное время содержали на искусственной белковой диете, исключаящей аминокислоты метионин и лизин. Как изменится у этих животных азотистый баланс? Ответ поясните. Для этого:

- 1) дайте определение азотистого баланса;
- 2) назовите, к какой группе аминокислот относятся Метионин и Лизин.

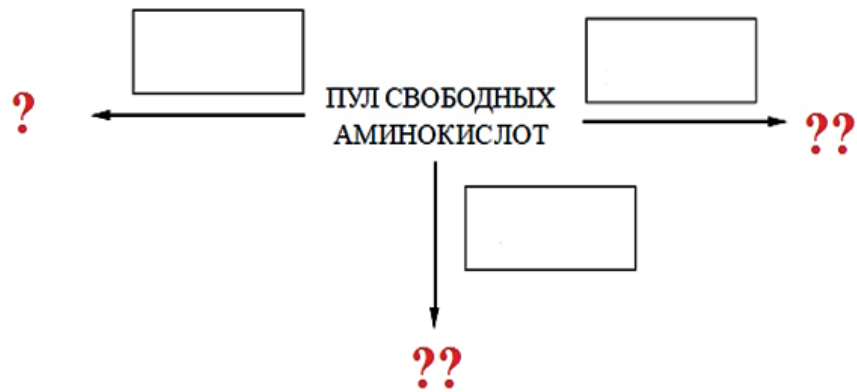
Тема 3. Промежуточный обмен аминокислот. Особенности обмена отдельных аминокислот

Цель – уметь применять знания о процессах катаболизма и синтеза аминокислот для понимания значения обмена аминокислот в норме и для анализа патологических состояний, связанных с нарушением обмена аминокислот.

Задание 1. Дополните схему «Основные пути использования аминокислот», ответив на вопросы.

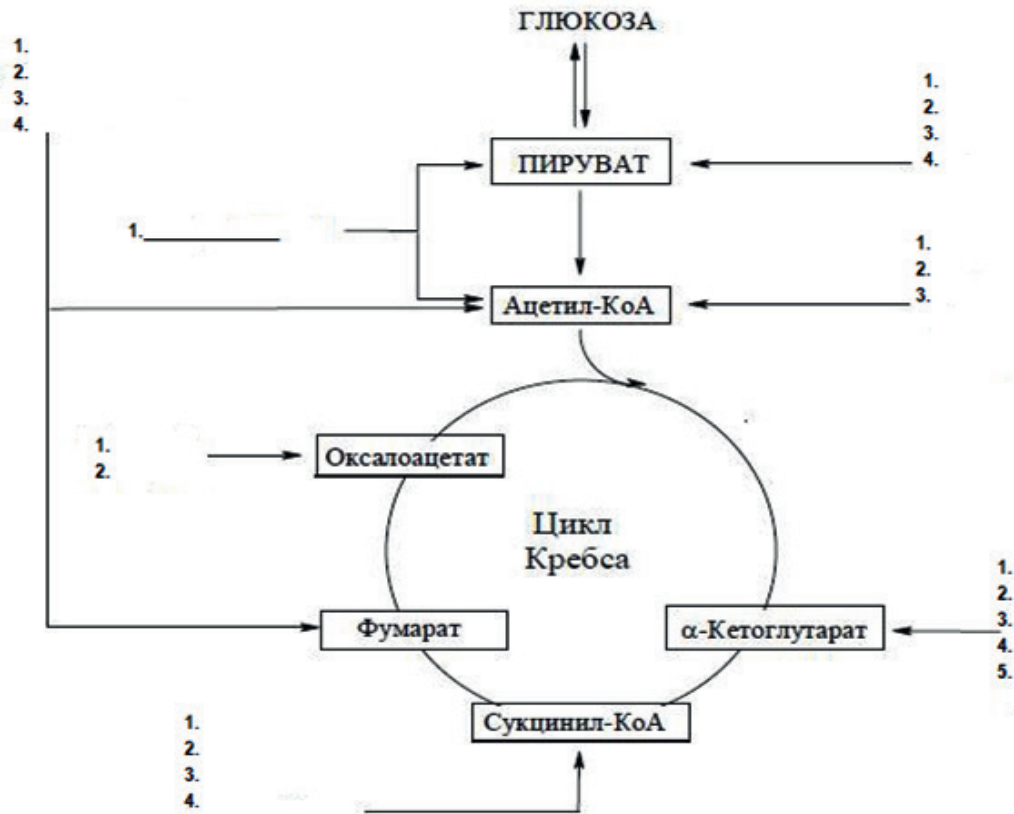


Задание 2. Дополните схему: укажите реакции, входящие в общие пути обмена аминокислот и продукты этих реакций:



Задание 3. Дополните схему «Судьба безазотистых радикалов аминокислот».

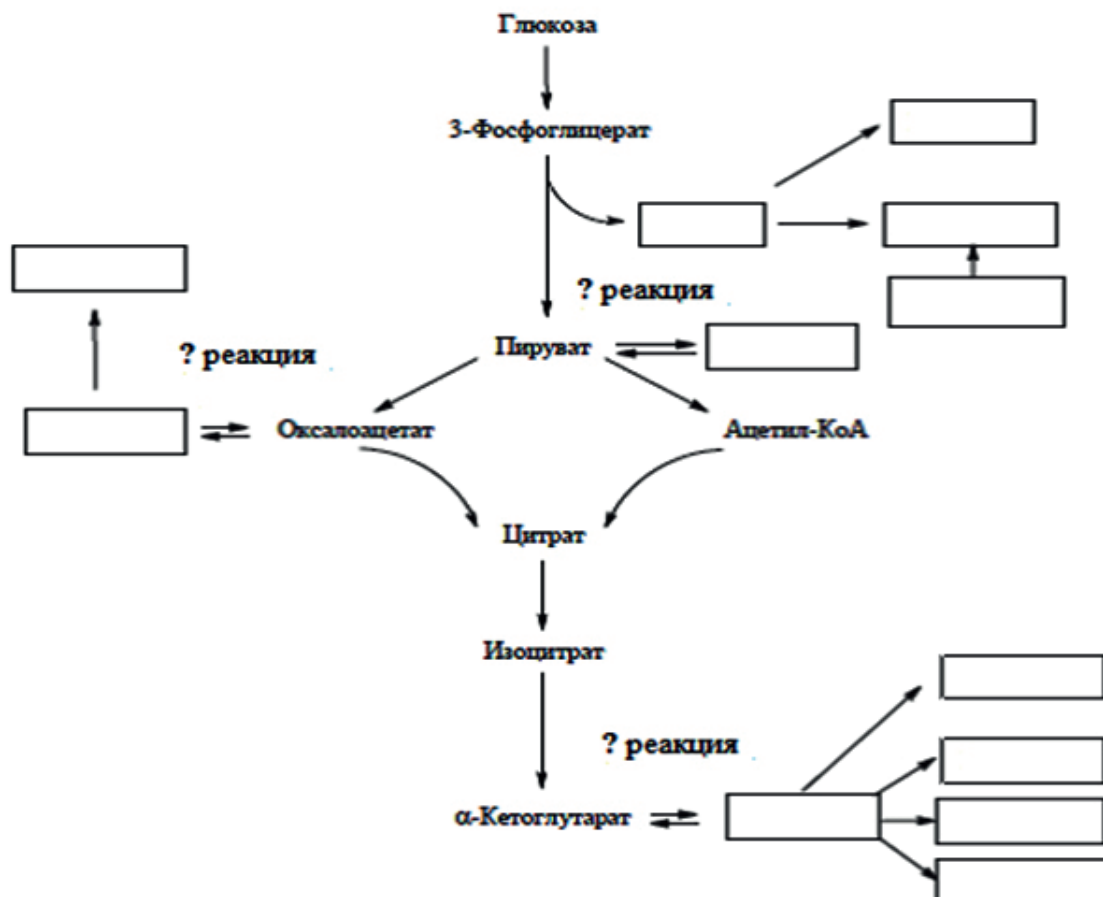
Какие из указанных аминокислот относятся к кетогенным, какие – к глюкогенным, а какие – к смешанным аминокислотам.



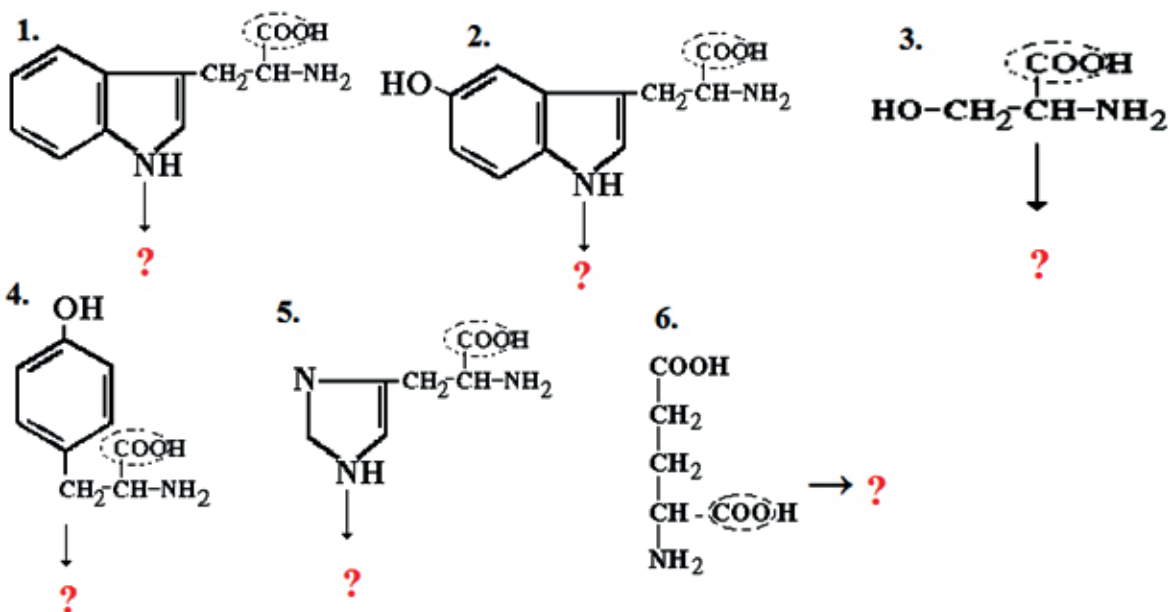
Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Биогенные амины».

Название биогенного амина	Название аминокислоты, из которой образовался амин	Формула биогенного амина	Биологическая роль биогенного амина

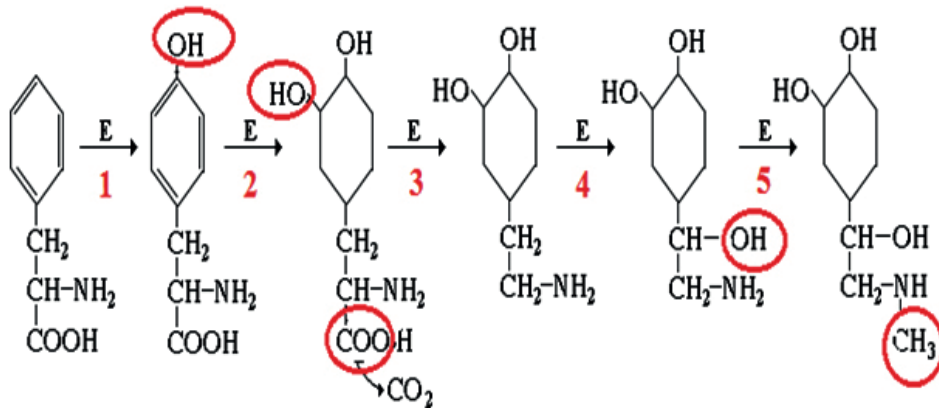
Задание 3а. Дополните схему синтеза заменимых аминокислот, углеродный скелет которых может образовываться из метаболитов гликолиза и цикла Кребса (тип реакции и аминокислоты):



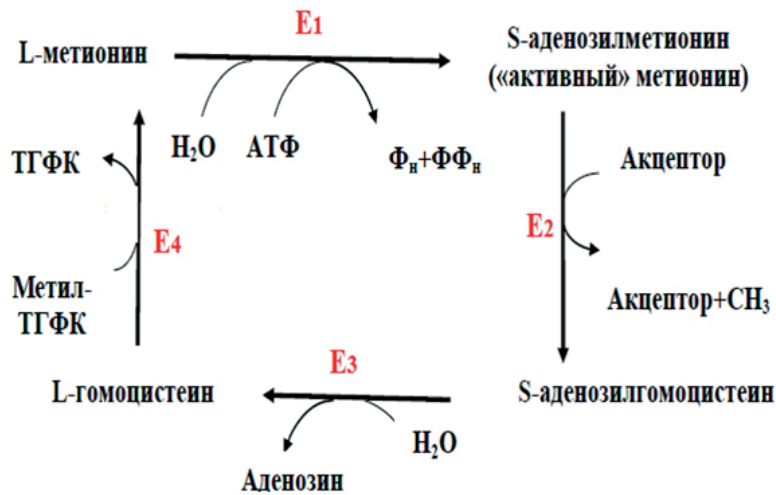
Задание 4. Дополните схему: укажите тип реакции, фермент, название исходной аминокислоты, продукт реакции и биороль.



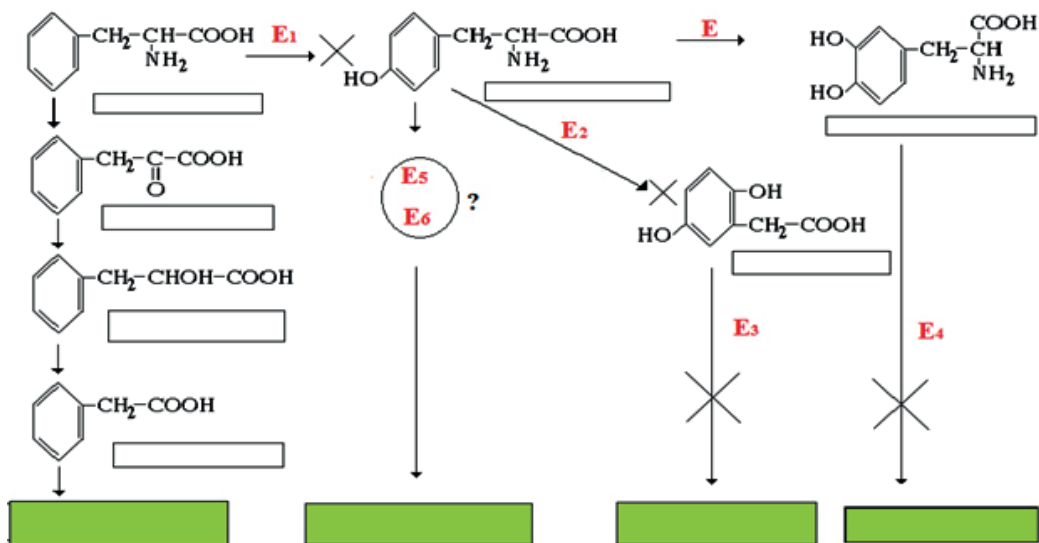
Задание 5. Рассмотрев схему, укажите название метаболитов и ферментов синтеза адреналина.



Задание 6. Дополните схему «Метаболизм метионина». Подпишите ферменты E_1 – E_5 . Напишите формулы субстратов и продуктов реакции. Какие витамины участвуют в реакциях?



Задание 7. Дополните схему «Нарушения обмена фенилаланина и тирозина», укажите промежуточные метаболиты, дефектные ферменты и связанные с ними заболевания.



Задание 8. Дополните схему пути катаболизма тирозина в печени, подставив вместо цифр названия промежуточных метаболитов:



При наследственном дефекте одного из ферментов этого метаболического пути у больных моча на воздухе приобретает черный цвет. Назовите заболевание и дефектный фермент, приводящий к заболеванию. Напишите реакцию, которая будет блокирована при отсутствии этого фермента.

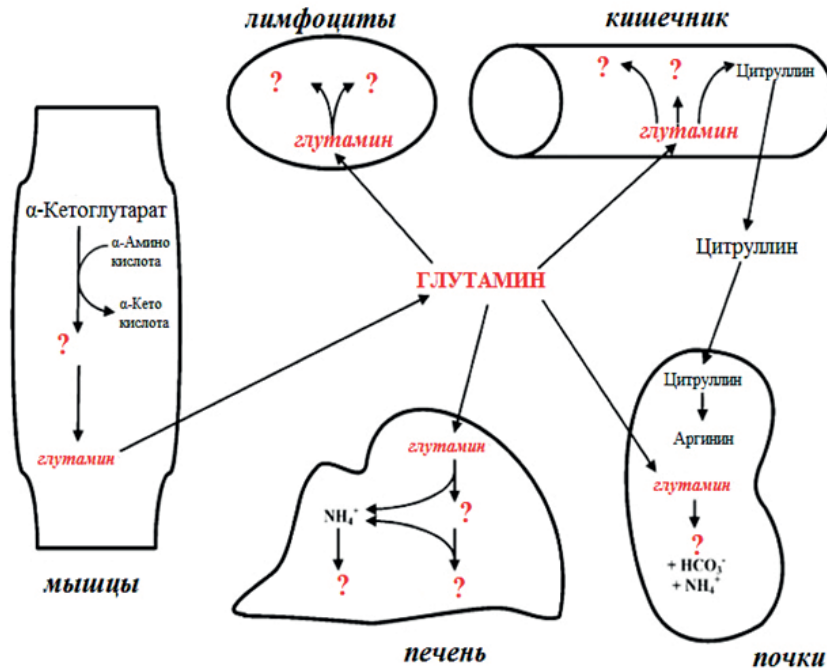
Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебника.

Заболевание	Причины	Симптомы	Лечение
Фенилкетонурия			
Гистидинемия			
Гистидинурия			
Гомоцистинурия			
Тирозинемия			
Алкаптонурия			
Альбинизм			
Паркинсонизм			

Заполнить таблицу «Характер изменения концентрации мочевины в крови/моче при развитии патологических состояний».

Патологические состояния	Направленность изменения содержания мочевины в крови	Направленность изменения содержания мочевины в моче
Гипераммониемия		
Уремия		
Азотемия (азотурия)		

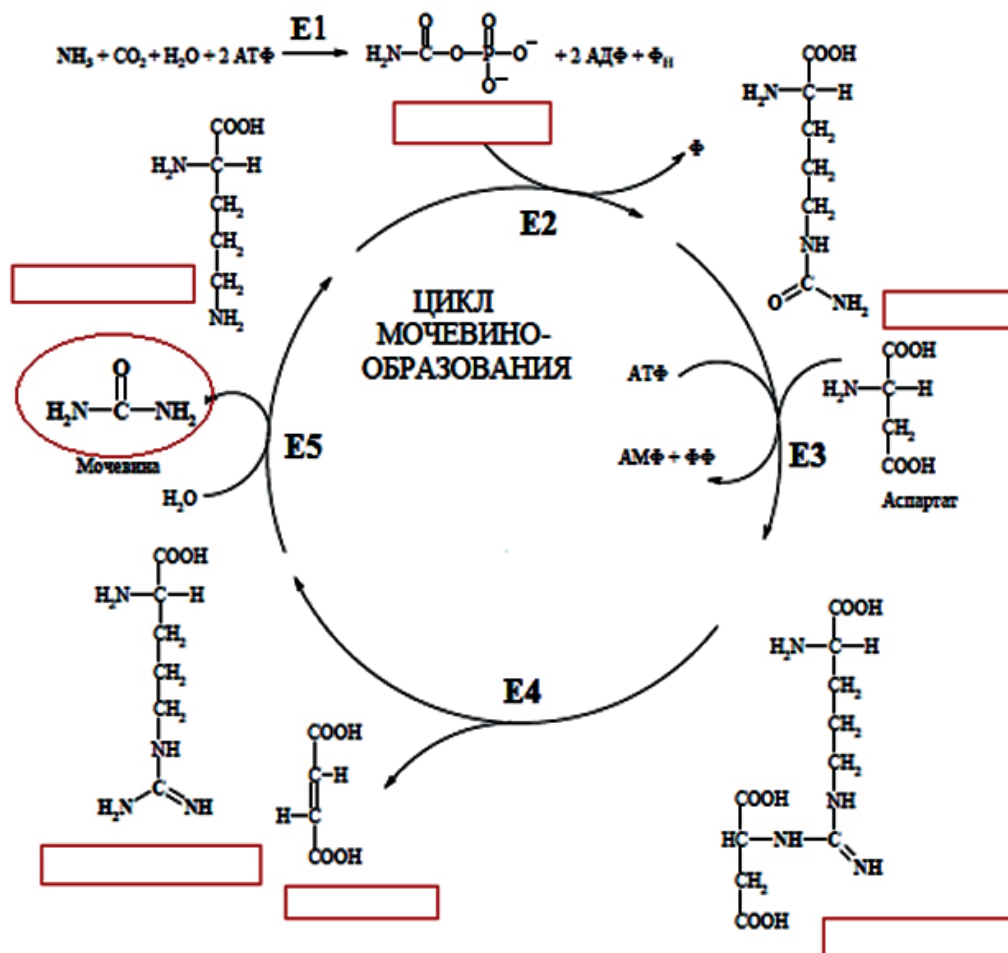
Задание 9. Дополните схему «Роль глутамина в обезвреживании аммиака».



Заполнить таблицу: «Наследственные нарушения орнитинового цикла и основные их проявления».

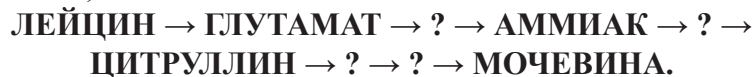
Заболевание	Дефект фермента	Тип наследования	Клинические проявления	Метаболиты		Лечение
				кровь	моча	
Гипераммониемия типа I						
Гипераммониемия типа II						
Цитруллинемия						
Аргинино-сукцинатурия						
Гипераргиниемия						

Задание 10. Дополните схему «Цикл мочевинообразования», укажите промежуточные продукты, ферменты на каждом этапе.



Задание 11. Подопытному животному в кровь была введена аминокислота лейцин, содержащая меченый атом азота в аминогруппе (N*). Некоторое время спустя из мочи животного была выделена мочевины, содержащая N*.

На схеме представлена цепь метаболических превращений, в результате которых меченый атом азота лейцина включается в состав мочевины. Дополните приведенную схему названиями соединений, обозначенных «?»:



Задание 12. На схеме укажите основные пути связи цикла Кребса с синтезом мочевины. Ответ обоснуйте.



ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Какие процессы сопровождаются образованием аммиака в организме?

- А) дезаминирование аминокислот;
- Б) обезвреживание биогенных аминов;
- В) распад мочевины;
- Г) дезаминирование пуриновых и пиримидиновых оснований;
- Д) аминирование альфа-кетоглутарата.

2. Процессу трансаминирования не подвергаются:

- А) глутамин и аспарагин;
- Б) лизин и треонин;
- В) изолейцин и аспарат;
- Г) фенилаланин и тирозин;
- Д) аланин и валин.

3. Дайте характеристику трансаминирования аминокислот:

- А) является этапом катаболизма аминокислот;
- Б) может служить для синтеза аминокислот;
- В) не приводит к изменению общего количества аминокислот;
- Г) приводит к увеличению общего количества аминокислот;
- Д) сопровождается образованием аммиака.

4. Цикл синтеза мочевины характеризуется (укажите неверные утверждения):

- А) поступление карбамоилфосфата в цикл синтеза мочевины регулируется N-ацетил-глутаматом;
- Б) непосредственным предшественником мочевины в цикле является орнитин;
- В) для образования карбамоилфосфата необходимо затратить 2 молекулы АТФ на 1 молекулу используемого аммиака;
- Г) в цикле синтеза мочевины образуется аммиак;
- Д) аспарат, используемый в цикле, образуется из оксалоацетата при трансаминировании с цитозольным глутаматом.

5. Установите соответствие:

Фермент

Реакции обезвреживания аммиака

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Глутаминаза | А) Глу + NH ₃ + АТФ → Глн + АДФ + Фн; |
| 2. Глутаминсинтетаза | α-Кетоглутатрат + NH ₃ + НАДФН + Н ⁺ → Глу + |
| 3. Карбамоилфосфатсинтетаза I | Б) НАД ⁺ ; |
| 4. Глутаматдегидрогеназа | В) CO ₂ + NH ₃ + 2АТФ → Карбамоилфосфат + |
| 5. АЛТ | 2АДФ + ФФн |

6. Постройте последовательность событий. В процессе синтеза мочевины:

- А) орнитин поступает в митохондрию и превращается в цитрулин;
- Б) молекула аммиака включается в карбамоилфосфат в митохондриях гепатоцитов;
- В) цитрулин связывается с молекулой аспартата;
- Г) аргинин распадается на орнитин и мочевину;
- Д) молекула цитрулина транспортируется из митохондрии в цитоплазму.

7. Повышенное содержание мочевины в сыворотке крови может быть:

- А) при поражениях печени;
- Б) при усиленном распаде тканевых белков;
- В) при значительных поступлениях белков с пищей;
- Г) при нарушении фильтрационной способности почек;
- Д) при голодании.

8. В клетках какого органа наблюдается наибольшая активность аланинаминотрансферазы (АЛТ)?

- А) миокарда;
- Б) печени;
- В) почек;
- Г) скелетных мышц;
- Д) поджелудочной железы.

9. Установите соответствие:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Дезаминирование | А) этап катаболизма аминокислот; |
| 2. Трансаминирование | Б) не изменяет общего количества аминокислот; |
| 3. Восстановительное аминирование | В) увеличивает общее количество аминокислот; |
| | Г) сопровождается образованием аммиака |

10. Выберите утверждение, предшествующее описанной ситуации. При повышении в печени активности ферментов орнитинового цикла:

- А) концентрация аминокислот в крови увеличивается;
- Б) дезаминирование аминокислот усиливается;
- В) концентрация мочевины в крови возрастает;
- Г) выделение азота с мочой усиливается;
- Д) усиливается токсическое действие аммиака на клетки головного мозга.

11. Взаимопревращение серина и глицина зависит от нормального всасывания в кишечнике следующих витаминов:

- А) ниацина;
- Б) тиамина;
- В) биотина;
- Г) рибофлавина;
- Д) фолиевой кислоты.

12. Установите соответствие:

<i>Кофермент</i>	<i>Функция</i>
1. Метил-Н ₄ -фолат	А) используется в синтезе глицина из серина;
2. Метилен-Н ₄ -фолат	Б) образуется в процессе синтеза и катаболизма глицина;
3. Метенил-Н ₄ -фолат	В) участвует в регенерации метионина
4. Н ₄ -фолат	
5. Формил-Н ₄ -фолат	

13. Для S-аденозилметионина характерно (несколько правильных ответов):

- А) является источником метильной группы в синтезе биологически активных веществ;
- Б) инициирует процесс трансляции;
- В) участвует в обезвреживании соединений;
- Г) служит источником серы для синтеза цистеина;
- Д) является предшественником гомоцистеина.

14. В синтезе креатина участвуют:

- А) аргинин;
- Б) лейцин;
- В) метионин;
- Г) серин;
- Д) глицин.

15. Какие функции выполняет гистамин?

- А) расширяет кровеносные сосуды;
- Б) суживает кровеносные сосуды;
- В) обладает противовоспалительным действием;
- Г) обладает противовоспалительным действием;
- Д) стимулирует секрецию желудочного сока.

16. Установите соответствие:

<i>Реакция</i>	<i>Фермент</i>
1. Синтез тирозина	А) фенилаланинтрансаминаза;
2. Образование ДОФА	Б) фенилаланингидроксилаза;
3. Синтез дофамина	В) тирозингидроксилаза;
	Г) дофамингидроксилаза;
	Д) ДОФА-декарбоксилаза

17. Установите соответствие:

<i>Нарушенная реакция</i>	<i>Заболевание</i>
1. Фенилаланин → Фенилпируват	А) альбинизм;
2. Фенилаланин → Тирозин	Б) алкаптонурия;
3. Тирозин → Тироксин	В) микседема (гипотиреоз)
4. Гомогентизинат → Фумарилацетоацетат	
5. Тирозин → Меланины	

18. Напишите правильную последовательность реакций для процесса синтеза катехоламинов:

- А) гидроксирование фенилаланина в присутствии N_4 -биоптерина;
- Б) метилирование норадреналина в присутствии S-аденозилметионина;
- В) гидроксирование тирозина;
- Г) декарбоксилирование ДОФА с участием пиридоксальфосфата;
- Д) гидроксирование дофамина в присутствии витамина С.

19. Какое из утверждений не относится к ГАМК:

- А) образуется в головном мозге из глутамата;
- Б) является тормозным нейромедиатором;
- В) используется как лекарственный препарат при травмах головного мозга;
- Г) синтезируется при дефиците витамина B_6 ;
- Д) инактивируется при участии B_2 .

20. Для глутамина характерно:

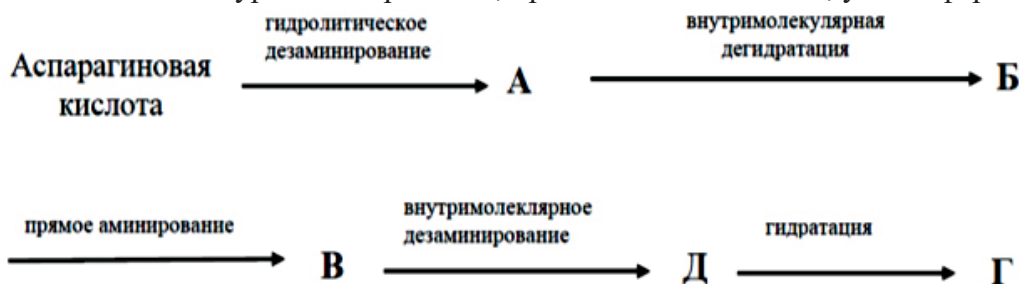
- А) подвергается расщеплению глутаминазой почек при ацидозе;
- Б) используется в качестве нейромедиатора в нервной системе;
- В) является формой выведения аммиака из тканей;
- Г) экскретируется почками как конечный продукт катаболизма аминокислот;
- Д) служит источником азота в синтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Дополните схему реакции недостающими компонентами. Укажите тип реакции.



Задача 2. Напишите уравнение реакций, протекающих по схеме, указав ферменты:



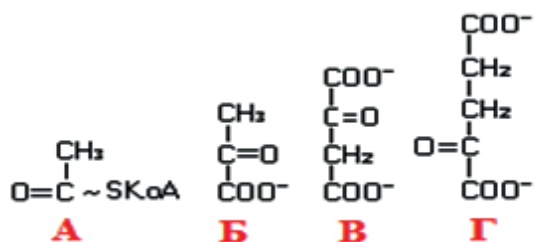
Задача 3. Катаболизм аминокислот начинается с потери ими аминогрупп. Это происходит за счет реакций дезаминирования или трансаминирования. Конечным коллектором аминогрупп является α -кетоглутарат, который, присоединяя к себе аминогруппу, превращается в глутаминовую кислоту:

- напишите реакцию, катализируемую аспартатаминотрансферазой;
- напишите реакцию аминирования α -кетоглутарата;
- напишите процесс, в результате которого аминогруппа глутамата превращается в конечный продукт азотистого обмена.

Задача 4. α -Кетоглутарат выполняет коллекторную функцию в обмене аминокислот. Это соединение участвует в реакциях трансаминирования со многими аминокислотами. Перенос аминогруппы с аминокислоты на α -кетоглутарат приводит к образованию кетопроизводного аминокислоты:

- напишите реакцию, катализируемую аспартатаминотрансферазой;
- при каких патологиях активность аспартатаминотрансферазы в крови увеличивается?
- как и где в организме используются кетопроизводные аминокислоты?
- недостаток какого витамина в организме нарушит реакции трансаминирования?

Задача 5. Назовите соединения. Получите соединение А из Г. Получите соединение Г из Б так, чтобы все углеродные атомы соединения Г принадлежали соединению Б.



Задача 6. У больного наследственный дефект орнитинового цикла.

Вопросы:

- Назовите основные ферменты-регуляторы скорости процессов образования и обезвреживания аммиака.
- Какую диету вы порекомендуете данному больному?
- Как при этой патологии изменится содержание мочевины и аммиака в крови?

Задача 7. При биохимическом исследовании крови и мочи больного обнаружили, что концентрация мочевины в моче составляет 15 г в сутки (в норме 30 г в сутки), в крови больного мочевины 2,0 мМ/л (в норме 3,3–6,6 мМ/л). Объясните причину указанной патологии. Ответ проиллюстрируйте схемой метаболического пути, который нарушен в данном случае.

Задача 8. У одного больного содержание мочевины в пределах нормы, у другого оно повышено. Патологию каких органов можно предположить? Какие цифры общего белка сыворотки крови вероятны у этих больных?

Задача 9. Пациенты с наследственными нарушениями орнитинового цикла избегают белковой пищи, у них отмечаются приступы рвоты, сонливость, судорожные припадки и умственная отсталость. Предположите причины наблюдаемых явлений. Для этого:

- напишите схему орнитинового цикла, укажите ферменты;

- 2) объясните биологическую роль орнитинового цикла;
- 3) перечислите вещества, содержание которых увеличено в крови в данном случае;
- 4) объясните токсическое действие одного из этих веществ на нервные клетки.

Задача 10. После введения глутамата и аспартата голодающим крысам концентрация глюкозы в крови животных увеличилась. С чем это связано? Ответ поясните. Для этого:

- 1) напишите схему использования безазотистых остатков аминокислот при снижении уровня глюкозы в крови;
- 2) назовите, к какой группе аминокислот по судьбе безазотистого остатка относятся Глу и Асп.

Задача 11. У экспериментального животного, находящегося на безбелковом рационе, развилась жировая инфильтрация печени, в частности вследствие дефицита метилирующих агентов. Назовите метаболит, образование которого нарушено у подопытного животного.

Задача 12. Родители высказали педиатру обеспокоенность здоровьем малыша: когда ребенок помочится, то цвет пеленок становится голубым. С нарушением обмена какого вещества это связано?

Задача 13. Животному ввели меченый по метилу метионин. В составе какого соединения мембран найдена метка?

Задача 14. Ребенку, страдающему мегалобластной анемией, для стимулирования эритропоэза врач назначил витамин В₉ (Вс, фолиевая кислота) в комплексе с витамином В₁₂. Объясните целесообразность такого назначения и механизм действия данных витаминов.

Задача 15. Экспериментальным животным ввели серин, содержащий меченый атом азота (¹⁵N). Через некоторое время метка была обнаружена в составе креатина. Проследите путь меченого атома в состав креатина.

Задача 16. Повышение в крови уровня гомоцистеина бывает одной из причин развития сердечно-сосудистых заболеваний. При этом повышается вероятность формирования атеросклеротических бляшек и риск тромбообразования. Курение, злоупотребление кофе приводят к повышению уровня гомоцистеина в крови. При комплексной терапии витаминами Вс, В₁₂, В₆ уровень его понижается. Объясните механизм лечебного действия этих витаминов при гомоцистинурии.

Задача 17. Пациенту с болезнью Паркинсона назначили препарат Ипрониазид (марсилд), относящийся к группе ингибиторов МАО. Каковы возможные причины заболевания и механизм действия этого лекарственного препарата?

Задача 18. Объясните роль ТГФК в обмене аминокислот (каких?). Вспомните роль антивитаминов – сульфаниламидов.

Задача 19. У ребенка 2-х лет с почечной недостаточностью выявлены гипероксалурия и откладывание кристаллов щавелевокислого кальция в почках. Это связано с нарушением обмена аминокислоты, которая распадается с образованием оксалата.

- 1) какая это аминокислота?
- 2) с обменом которой аминокислоты тесно связан ее метаболизм?
- 3) какой кофермент принимает в этом участие?

Задача 20. У больных гипертонической болезнью в сосудах снижен синтез вазодилатора оксида азота.

- а) из какой аминокислоты синтезируется оксид азота?
- б) в каком процессе образуется эта аминокислота в организме?
- в) для синтеза каких еще веществ она необходима?

Раздел III. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

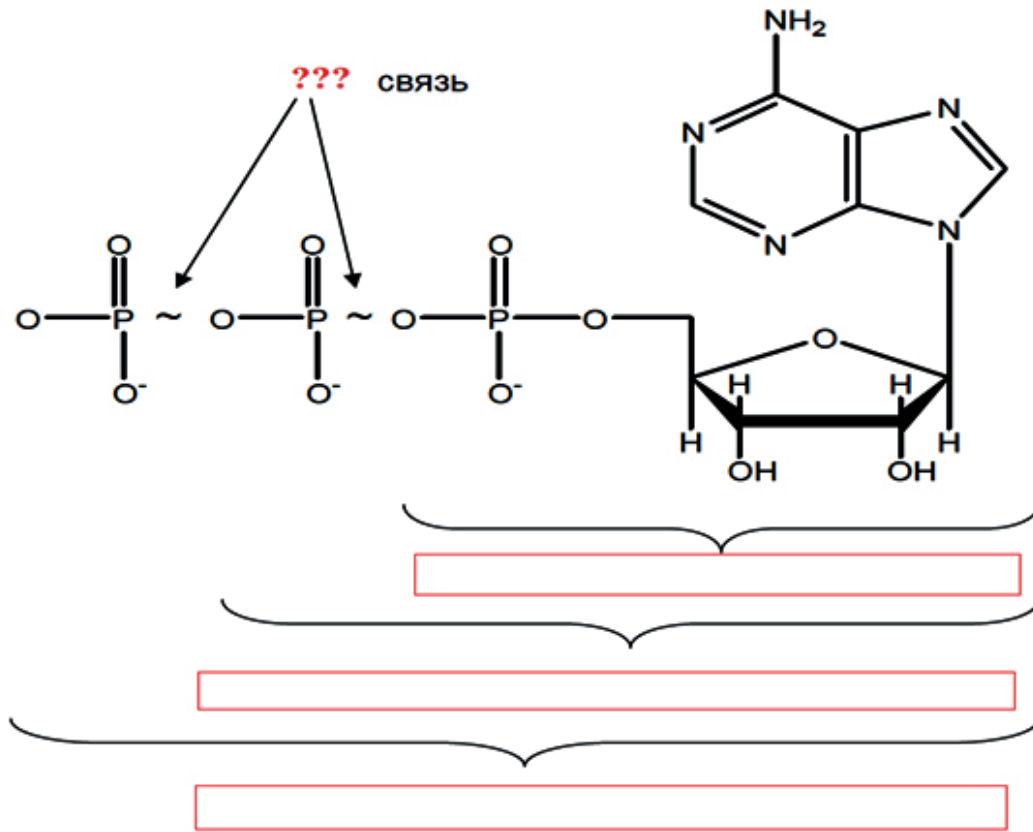
Тема 4. Обмен нуклеотидов

Цель – выяснить центральную роль нуклеотидов как источника потенциальной энергии в клетках, как регуляторных веществ, составных частей коферментов, как мономеров в синтезе нуклеиновых кислот – основы хранения, передачи и реализации наследственной информации, заложенной в молекулах ДНК хромосом клеток. Уметь оценивать состояние пуринового обмена и интерпретировать его возможные нарушения на основе количественного определения мочевой кислоты в крови и моче для последующей правильной диагностики на клинических кафедрах. Уметь оценивать механизм синтеза пиримидиновых нуклеотидов.

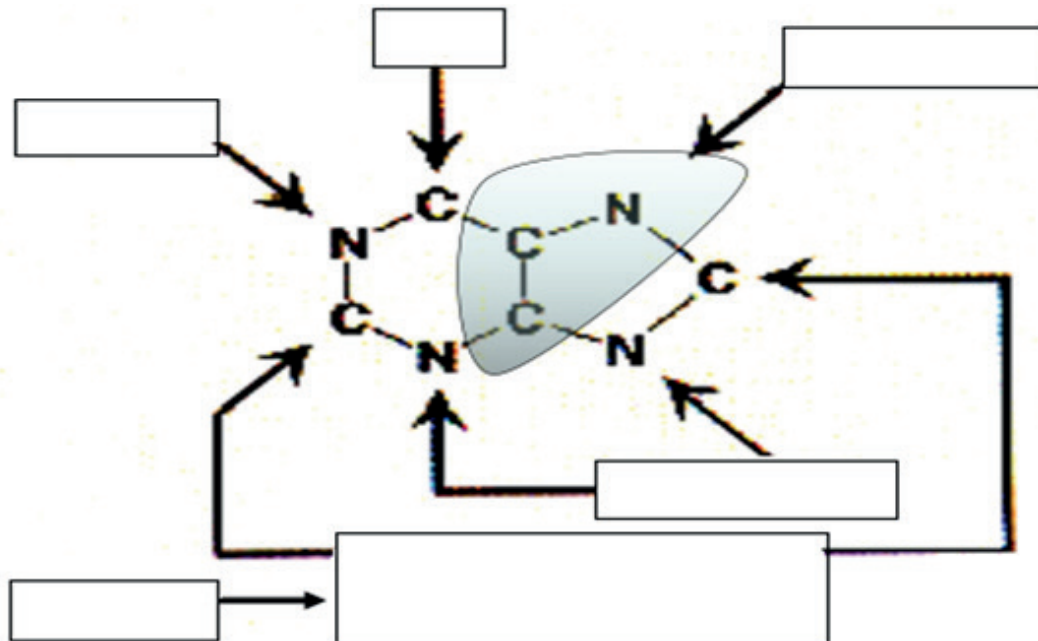
Заполнить таблицу, используя материалы лекций и учебника «Функции нуклеотидов и их производных».

Нуклеотиды и их производные	Функции
АТФ, ГТФ	
АТФ, ГТФ, УТФ, ЦТФ	
dАТФ, dГТФ, dЦТФ, dТТФ	
НАД, НАДФ, ФАД, HSKoA	
S-аденозилметионин	
цАТФ, цГТФ	
УДФ-Глк, УДФ-Гал, ГДФ-манноза, УДФ-N-ацетил-Глк-амин, ЦМФ-ацетилнейраминная кислота	
ЦДФ-холин, ЦДФ-этаноламин	
АТФ/АДФ	
УДФ-глюкуроновая кислота, ФАФС (фосфоаденозилфосфосульфат)	

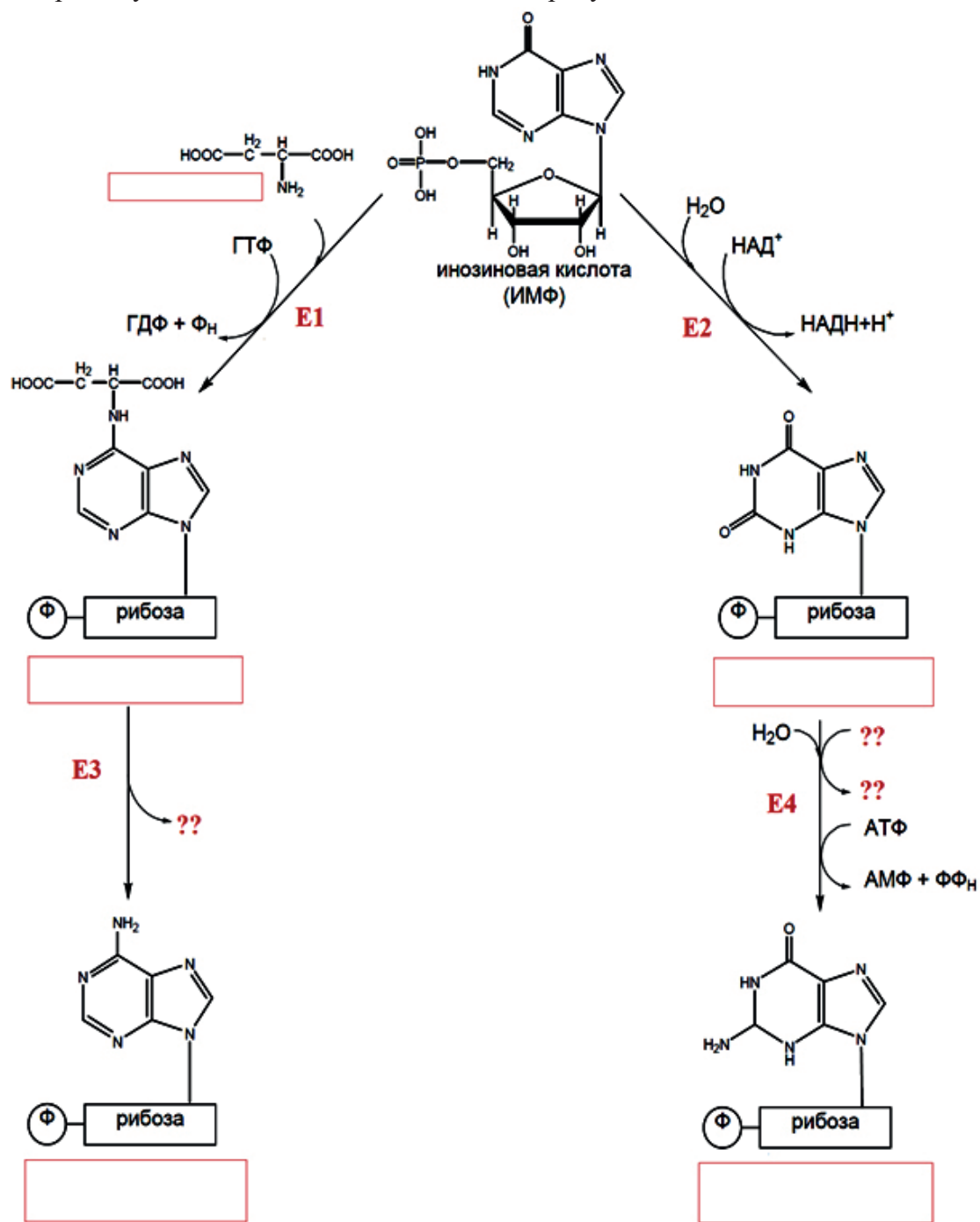
Задание 1. Дополните рисунок, назвав связь и представленные соединения.



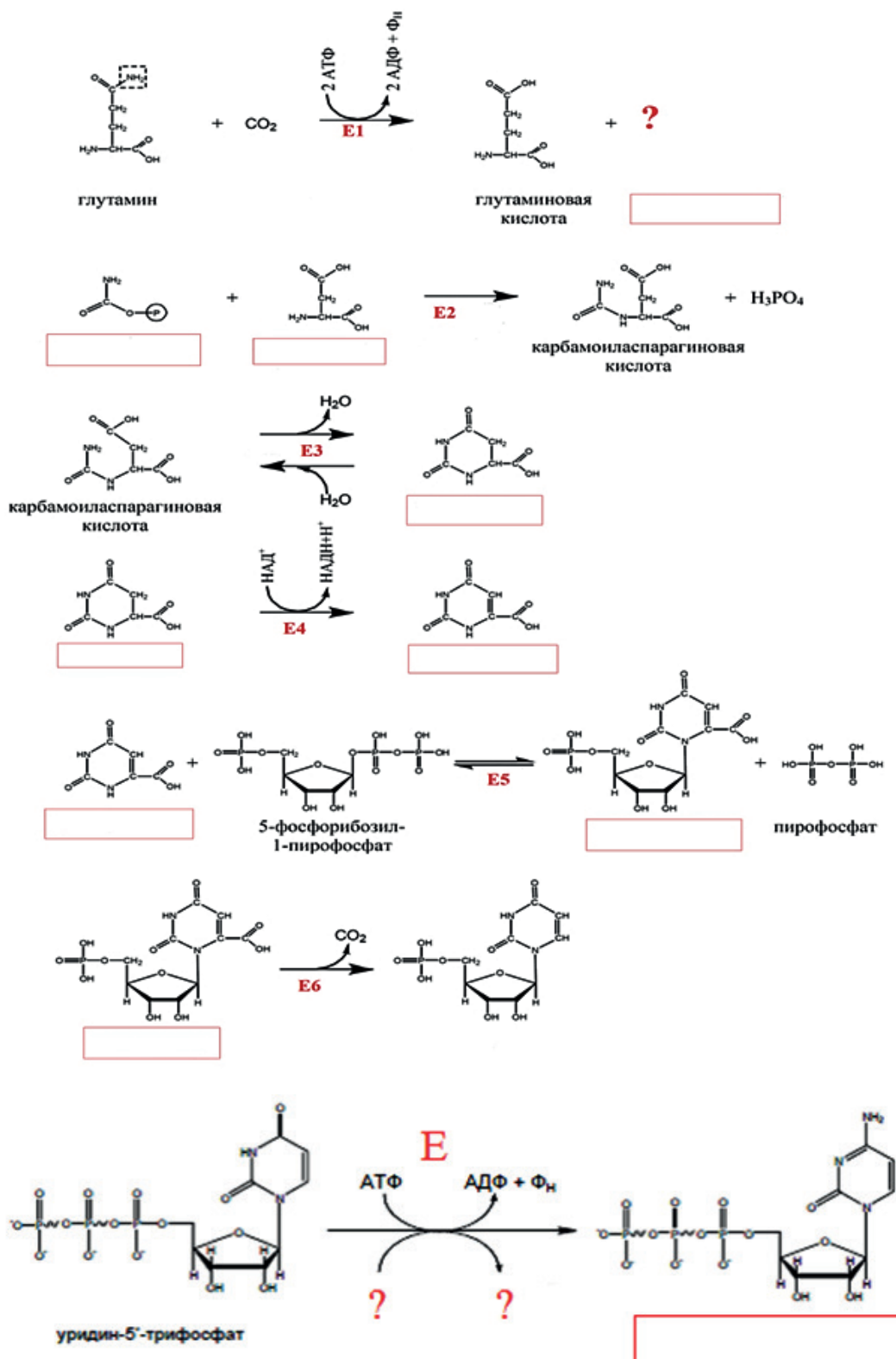
Задание 2. Укажите источники атомов пуринового ядра.



Задание 3. Дополните схему синтеза пуриновых нуклеотидов из ИМФ: укажите ферменты, промежуточные метаболиты и конечные продукты.



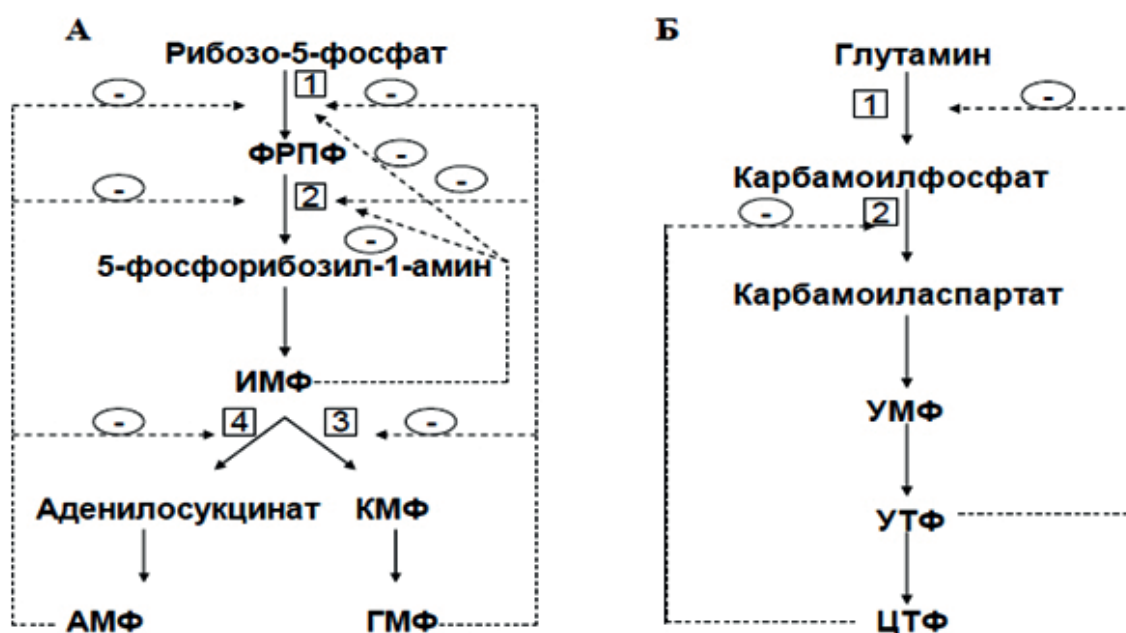
Задание 4. Дополните схему синтеза пиримидиновых нуклеотидов: укажите ферменты, промежуточные метаболиты и конечные продукты.



Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Сравнительная характеристика путей синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов».

Особенности синтеза	Путь синтеза пуринов	Путь синтеза пиримидинов
Последовательность синтеза		
Ключевая реакция		
Локализация в клетке		
Ферментная организация		
Регуляция		

Задание 5. Дополните схему: вместо цифр укажите название регуляторных ферментов: А – синтез пуриновых и Б – синтез пиримидиновых нуклеотидов.



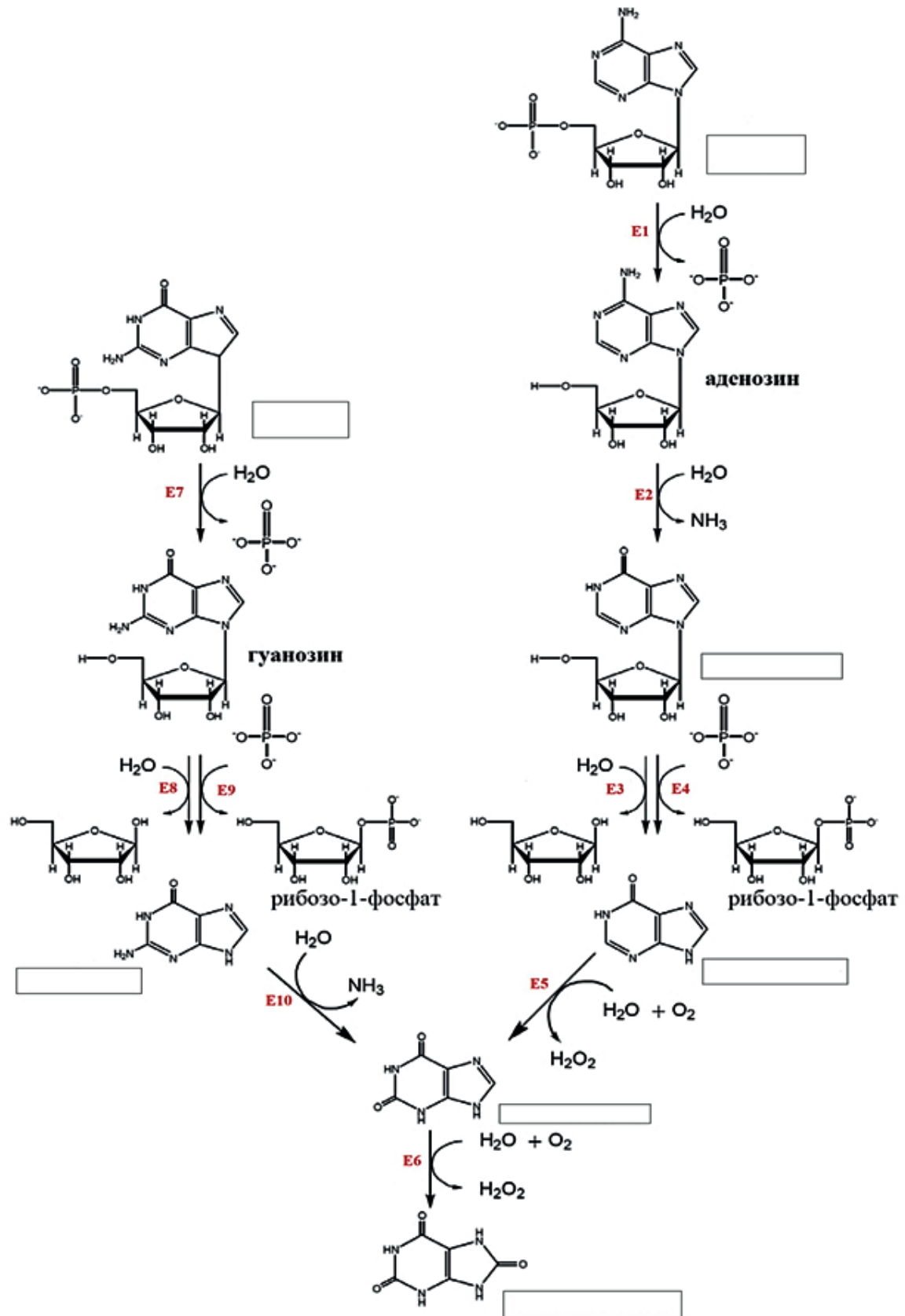
Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Регуляторные ферменты синтеза пуриновых нуклеотидов и их ингибиторы».

Название фермента	Ингибиторы

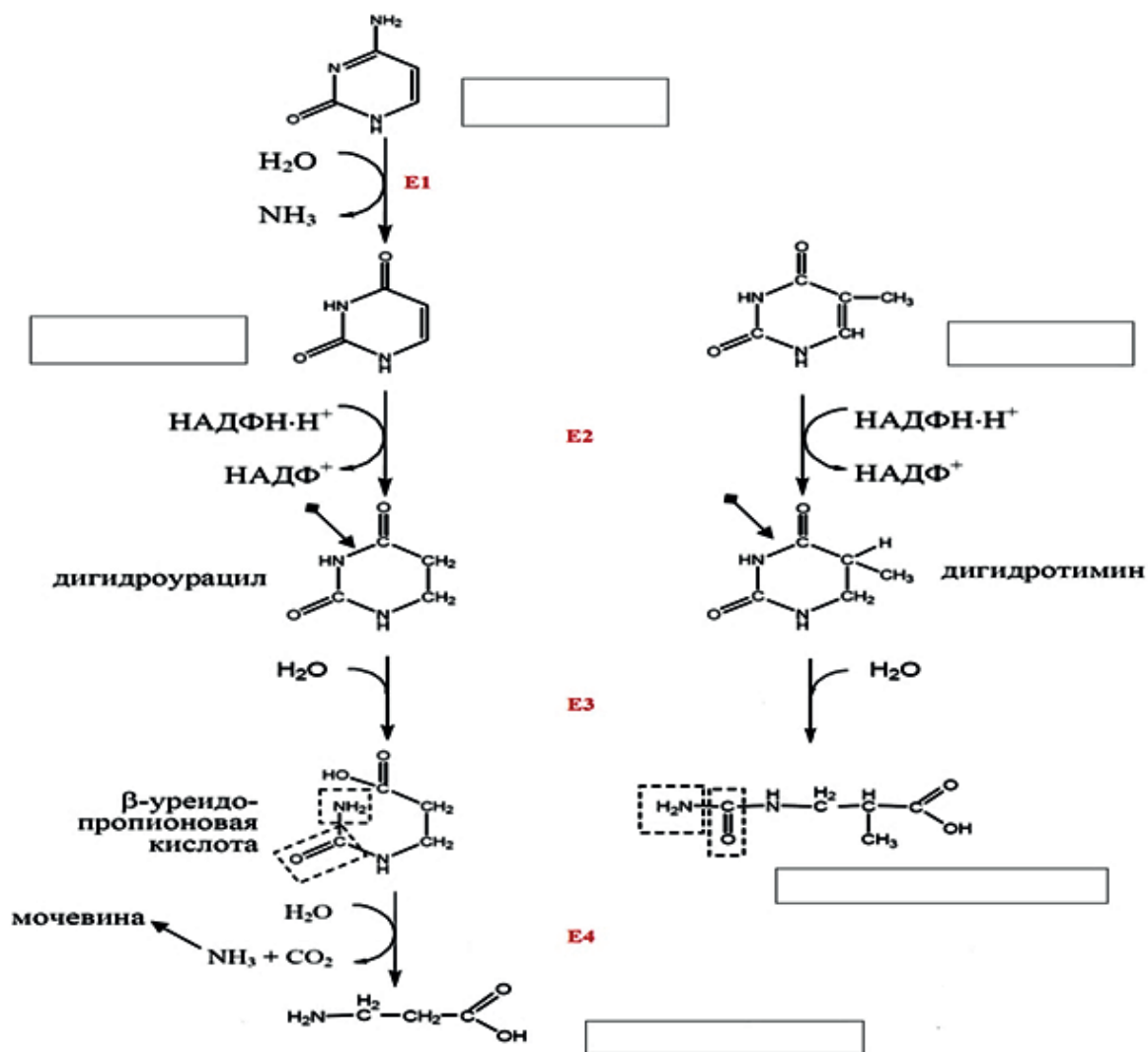
Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Характеристика синтеза дезоксирибонуклеотидов».

	Биосинтез dАДФ, dГДФ, dЦДФ, dУДФ	Биосинтез dТМФ
Компоненты реакций		

Задание 6. Дополните схему катаболизма пуриновых нуклеотидов: укажите ферменты, метаболиты и конечный продукт метаболизма.



Задание 7. Дополните схему катаболизма пиримидиновых нуклеотидов: укажите ферменты, метаболиты и конечные продукты метаболизма.



Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Заболевания, связанные с нарушением обмена нуклеотидов».

Заболевание	Симптомы	Биохимические нарушения
<i>Нарушение обмена пуриновых нуклеотидов</i>		
Подагра		
Синдром Леша – Нихана		
Иммунодефицит		
Почечнокаменная болезнь		
Ксантинурия		
Болезнь Гирке		
<i>Нарушение обмена пиримидиновых нуклеотидов</i>		
Оротацидурия		
Лекарственная оротовая ацидурия		

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Подобрать соответствующие пары вопрос – ответ:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Аденозин | А) пиримидиновый нуклеозид; |
| 2. Гуанин | Б) азотистое основание пуринового ряда; |
| 3. Цитозин | В) пиримидиновый нуклеотид; |
| 4. Уридинтрифосфат | Г) азотистое основание пиримидинового ряда; |
| 5. Тимидин | Д) пуриновый нуклеозид; |
| 6. Гуанозиндифосфат | Е) пуриновый нуклеотид. |

2. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Найти соответствие:

- | | |
|-------------------|---|
| А. Глутамин | 1) требуется для биосинтеза нуклеозидтрифосфатов; |
| Б. β-аланин | 2) необходим для синтеза оротовой кислоты; |
| В. АТФ | 3) продукт распада урацила и цитозина; |
| Г. НАД | 4) необходим для превращения ксантозина-5-монофосфат в гуанозин-5-монофосфат; |
| Д. Карбомилфосфат | 5) необходим для превращения инозиновой кислоты в ксантиловую кислоту. |

3. Выберите утверждения, правильно характеризующие ксантиноксидазу:

- А) этот фермент участвует в катаболизме пуриновых нуклеотидов;
- Б) одним из продуктов реакции является перекись водорода;
- В) фермент катализирует две последовательные необратимые реакции образования мочевой кислоты;
- Г) субстрат фермента – гипоксантин – имеет меньшую растворимость, чем мочевая кислота;
- Д) фермент обладает абсолютной специфичностью к субстрату.

4. Расположите перечисленные метаболиты в порядке их участия в синтезе пиримидиновых нуклеотидов:

- А) карбамоиласпартат;
- Б) глутамин, CO₂;
- В) карбамоилфосфат;
- Г) оротат;
- Д) ФРПФ;
- Е) дигидрооротат;
- Ж) УМФ;
- З) оротидин-5'-монофосфат;
- И) аспартат.

5. Рибоза превращается в дезоксирибозу:

- А) за счет разрыва гликозидной связи;
- Б) на уровне нуклеозиддифосфатов;
- В) с участием тиоредоксиновой системы;
- Г) за счет восстановленной формы NAD⁺;
- Д) на уровне нуклеозидов.

6. 5-фосфорибозил-1-пирофосфат (ФРПФ) – это промежуточный субстрат в процессах:

- А) синтеза пуриновых нуклеотидов *de novo*;
- Б) синтеза пиримидиновых нуклеотидов *de novo*;
- В) синтеза мочевины;
- Г) реутилизации пуриновых нуклеотидов;
- Д) синтеза активной формы фолата.

7. Выберите ферменты катаболизма пуриновых нуклеотидов:

- А) ксантиноксидаза;
- Б) гуаназы;
- В) пурипуриннуклеозидфосфорилаза;
- Г) аденозиндезаминаза;
- Д) нуклеотидаза.

8. Для гипоксантин-гуанинфосфорибозилтрансферазы характерно (несколько правильных ответов):

- А) возвращает гуанин и гипоксантин в фонд нуклеотидов;
- Б) превращает аденин в АМФ;
- В) часто малоактивна у пациентов с гиперурикемией;
- Г) неактивна у мальчиков с синдромом Леша – Нихана;
- Д) участвует в ресинтезе нуклеотидов из нуклеозидов по «запасным путям».

9. Дополните реакции синтеза пуриновых рибонуклеотидов:

- | | | |
|------------------------------------|----|-----|
| 1. ФРПФ + ? → 5-фосфорибозиламин | 1) | Глн |
| 2. ИМФ + ГТФ + Асп → ? | 2) | Глу |
| 3. Рибозо-5-фосфат + АТФ → ? + АМФ | 3) | АМФ |
| 4. ИМФ + АТФ + ? → ГМФ Г. ФРПФ | 4) | АТФ |

10. Дополните реакции синтеза пиримидиновых нуклеотидов:

- | | | |
|--|----|------|
| 1. Карбамоилфосфат + ? → карбамоиласпартат | 1) | УМФ |
| 2. Оротат + ? → ОМФ + H ₄ P ₂ O ₇ | 2) | Асп |
| 3. ОМФ → CO ₂ + ? | 3) | АТФ |
| 4. УМФ + ? → УДФ + ? | 4) | АДФ |
| 5. УДФ + ? → УТФ + ? | Д) | ФРПФ |

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Подагра вызывается повышенным содержанием мочевой кислоты в сыворотке и тканях. Кристаллы мочевой кислоты (ураты) откладываются в суставах и почечных канальцах, вызывая подагрический артрит и мочекаменную болезнь. В основе лечения диета и соответствующими лекарствами. В частности, используется аллопуринол (ингибитор ксантиноксидазы):

а) почему из диеты исключаются или ограничиваются мясные продукты (особенно печень), томаты, кофе и чай?

б) напишите реакцию, катализируемую ксантинооксидазой, и объясните терапевтический эффект аллопуринола при подагре.

Задача 2. При синтезе нуклеотидов и ДНК важную роль выполняет витаминный кофермент, переносящий однокарбоновые фрагменты. При его дефиците нарушается гемопоэз и возникает макроцитарная анемия.

- а) назовите этот кофермент;
- б) из какого витамина и с помощью какого фермента он образуется?
- в) какие однокарбоновые фрагменты он переносит?

Задача 3. Метотрексат, структурный аналог фолиевой кислоты, – эффективный противоопухолевый препарат, широко используется в клинической практике. Он снижает скорость синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, тормозит рост и размножение быстрорастущих клеток. Укажите, какие стадии синтеза нуклеотидов будут ингибироваться при использовании этого лекарства.

Задача 4. При одном из видов гликогенозов – болезни Гирке – помимо симптомов, связанных с нарушениями углеводного обмена, возникает подагрический артрит и другие симптомы подагры. Объясните, чем вызвано это осложнение?

Задача 5. У ребенка грудного возраста развилась мегалобластная анемия. Лечение железосодержащими препаратами и витамином В₁₂ не дало ожидаемых результатов. В моче обнаружена оротовая кислота.

- а) как называется это заболевание?
- б) нарушение какого процесса является причиной патологии?
- в) введение какого метаболита может улучшить состояние ребенка?

Задача 6. При обследовании больного ревматизмом после интенсивной терапии кортикостероидами установлена гиперурикемия. В результате активации какого метаболического процесса развиваются данные нарушения?

Задача 7. Синдром Келли – Сингмиллера впервые описан в 1967 г. Это состояние, обусловленное частичным отсутствием фермента гипоксантинфосфорибозилтрансферазы, проявляющееся подагрическим артритом и мочекаменной болезнью. Объясните причину возникновения указанных симптомов. Для этого:

- а) напишите реакцию, которую в норме катализирует указанный фермент;
- б) представьте схему синтеза пуриновых нуклеотидов по запасному пути;
- в) объясните, почему снижение скорости этого процесса приводит к развитию подагры.

Задача 8. Фосфорибозилдифосфат (ФРДФ) – общий субстрат в синтезе *de novo* пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов из простых предшественников и по запасным путям. Объясните, почему суперактивация фермента ФРДФ-синтетазы приводит к возникновению подагры. Для этого:

- а) напишите реакцию образования ФРДФ;
- б) приведите схемы реакций синтеза пуриновых нуклеотидов *de novo* и по «запасным» путям, в которых используется ФРДФ;
- в) укажите, что происходит с конечными продуктами этих процессов, если они образуются в избытке.

Задача 9. После внутривенного введения экспериментальным животным N15-аспартата радиоактивная метка появляется в составе нуклеиновых кислот разных органов и тканей. Изобразите схемы метаболических путей синтеза нуклеотидов и укажите, какие атомы в пуриновых и пиримидиновых основаниях будут содержать радиоактивную метку.

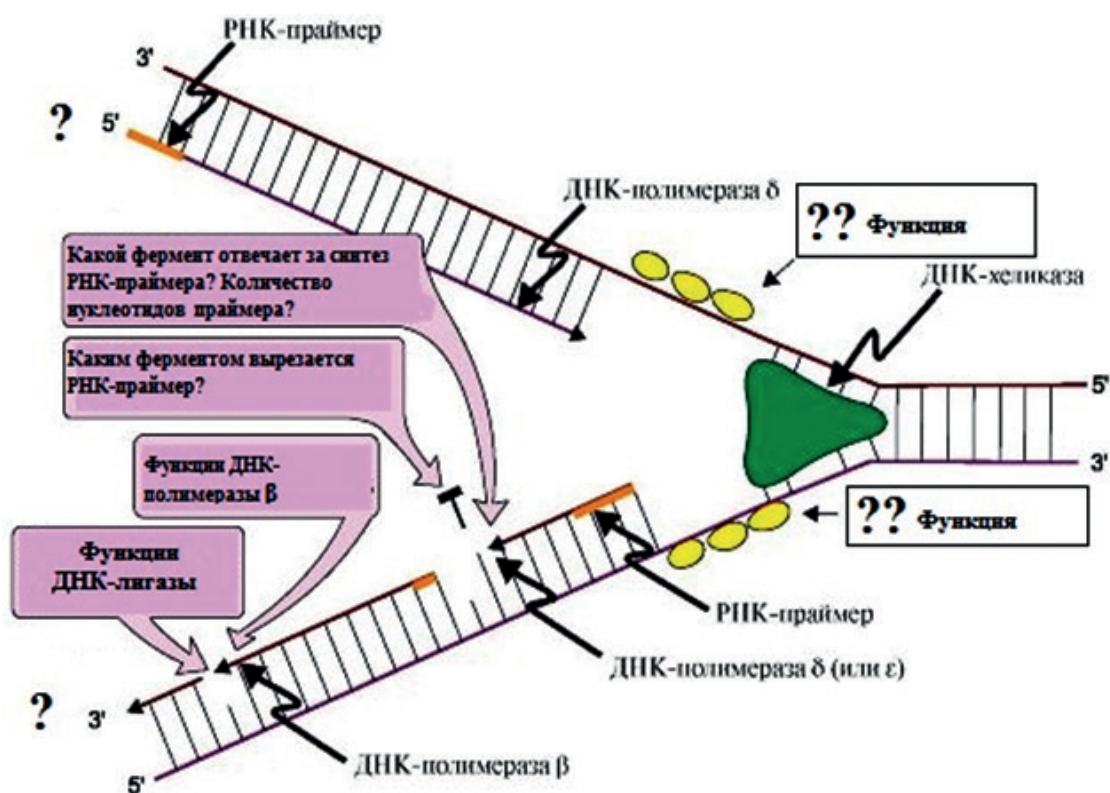
Задача 10. При наследственной оротацидурии с мочой выводится до 1,5 г/сут оротата. Укажите, недостаточная активность какого фермента приводит к возникновению этого заболевания. Аргументируйте ваш ответ, указав:

- а) место блока на схеме синтеза пиримидиновых нуклеотидов;
- б) причины, приводящие к синтезу малоактивного варианта этого фермента;
- в) метаболиты, с помощью которых можно устранить «пиримидиновый голод» при этой патологии.

Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот (Репликация и транскрипция ДНК)

Цель – изучить основные этапы процессов репликации и транскрипции ДНК как ключевых механизмов реализации генетической информации. Уметь интерпретировать информацию о биосинтезе и функционировании нуклеиновых кислот для объяснения адаптации организма к изменяющимся условиям среды, решения вопросов диагностики, лечения и профилактики наследственных и других болезней.

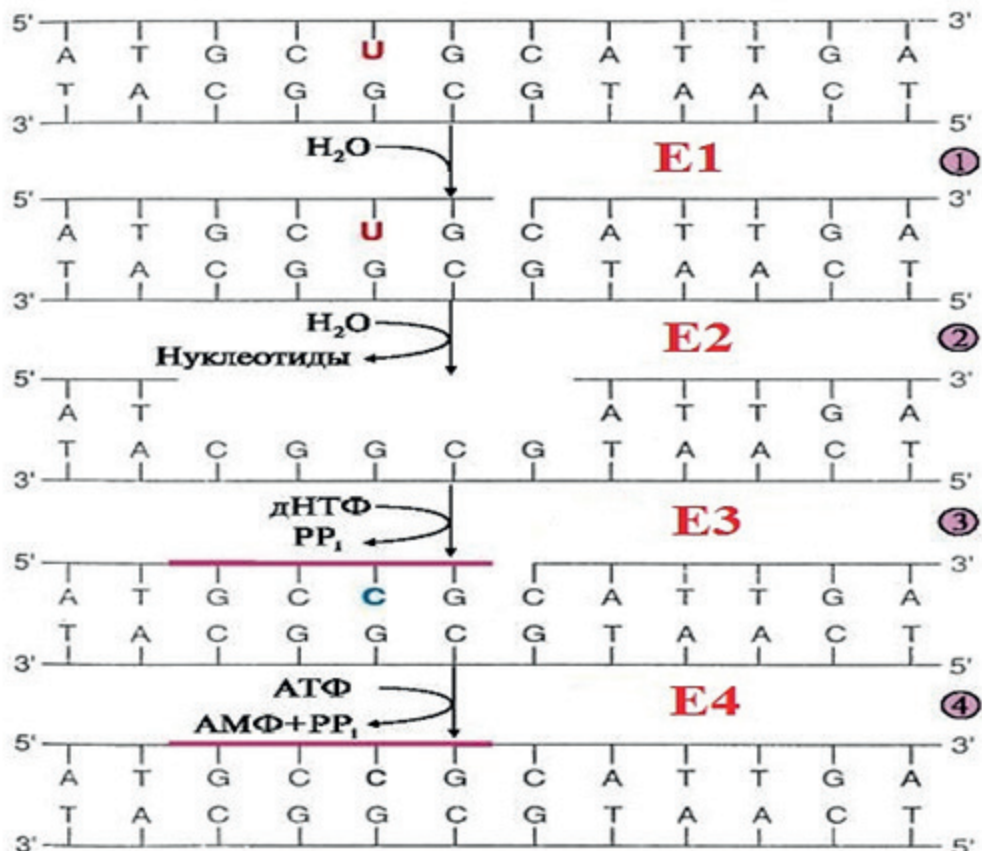
Задание 1. Дополните схему: укажите направление синтеза лидирующей и отстающей цепи, функции ферментов и компонентов репликации.



Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Сравнительная характеристика процессов репликации и репарации».

Признак	Репликация	Репарация
Субстраты		
Источники энергии		
Ферменты		
Кофакторы		
Направление синтеза новых цепей		
Локализация в клетке		
Характеристика процесса		

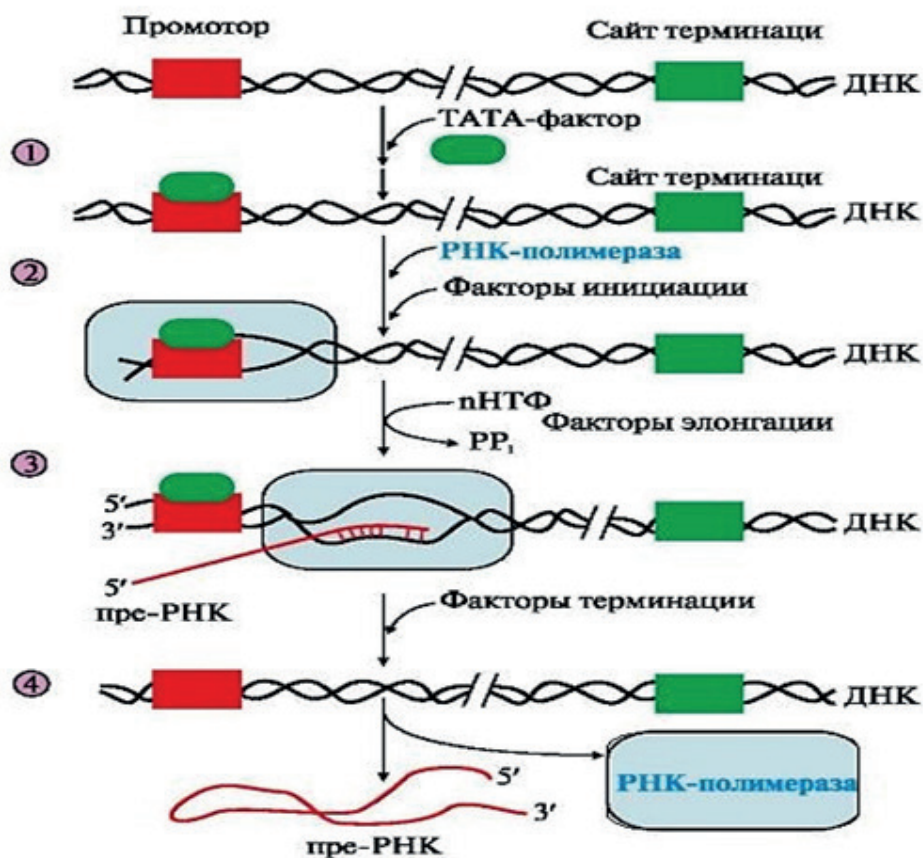
Задание 2. Дополните схему, охарактеризуйте реакции репарации и укажите ферменты.



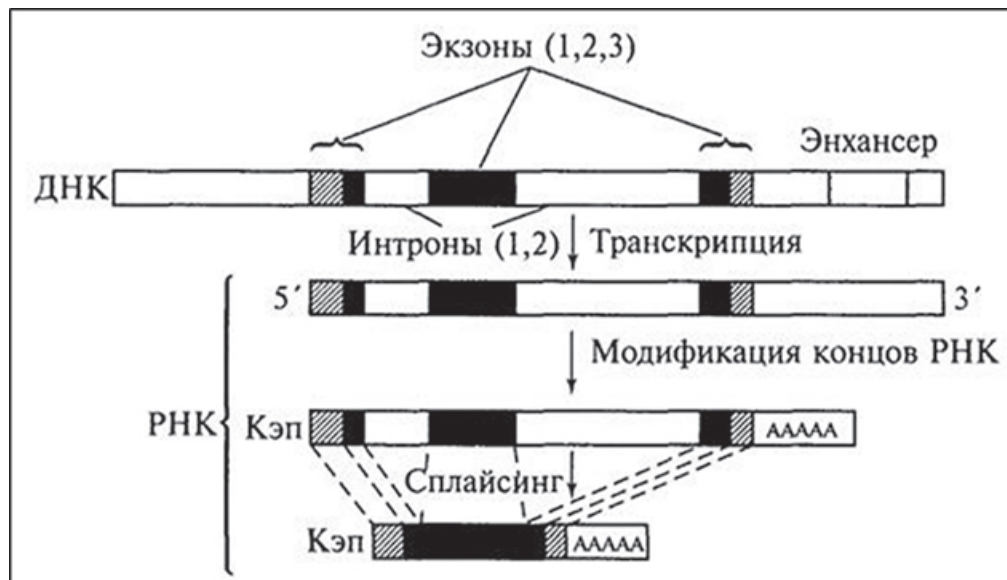
Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Сравнительная характеристика процессов репликации и транскрипции».

Признак	Репликация	Транскрипция
Матрица		
Субстрат		
Источники энергии		
Основные ферменты		
Кофакторы		
Направление синтеза новых цепей		
Локализация в клетке		

Задание 3. Опираясь на рисунок, дайте краткое описание каждой стадии транскрипции.



Задание 4. Что такое модификация РНК? Опишите стадии, их значение.



Задание 5. Охарактеризуйте строение, свойства и механизм действия РНК-полимеразы. Приведите схему последовательного расположения нуклеотидов во фрагменте иРНК, синтезированном на матрице – **dG-dA-dG-dT-dC-dT-dA-dG-dT** – при участии ДНК-зависимой РНК-полимеразы.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Установите соответствие:

Функция фермента

- А) осуществляет рост лидирующей цепи ДНК;
- Б) осуществляет рост отстающей цепи ДНК;
- В) синтезирует праймер;
- Г) участвует в образовании репликативной вилки.

Ферменты

- 1. ДНК-полимераза α
- 2. ДНК-лигаза
- 3. ДНК-полимераза β
- 4. ДНК-полимераза δ
- 5. ДНК-топоизомераза ϵ

2. Расположите в правильной последовательности события транскрипции у эукариот:

- А) расплетание ДНК или трансформация ДНК-В в ДНК-А;
- Б) связывание фактора инициации с промотором;
- В) диссоциация РНК-полимеразы от ДНК;
- Г) остановка синтеза РНК;
- Д) связывание активатора с энхансером;
- Е) удлинение цепи РНК.

3. В синтезе отстающей цепи ДНК участвуют:

- А) ТАТА-фактор;
- Б) ДНК-полимераза;
- В) ДНК-лигаза;
- Г) нуклеаза;
- Д) ДНК-полимераза В.

4. Какая из ДНК-полимераз может инициировать образование дочерних цепей ДНК у эукариот:

- А) ДНК-полимераза α ;
- Б) ДНК-полимераза β ;
- В) ДНК-полимераза δ ;
- Г) ДНК-полимераза ϵ .

5. Репликативная вилка:

- А) представляет собой локальное расхождение цепей ДНК-матрицы;
- Б) обеспечивает синтез новых цепей в направлении своего движения;
- В) образуется при участии белков репликативного комплекса;
- Г) необходима для одновременного синтеза двух новых цепей ДНК;
- Д) поддерживается при участии ТАТА-фактора.

6. При репликации происходит (выберите наиболее полное утверждение):

- А) образование 3',5'-фосфородиэфирных связей между мономерами;
- Б) локальное расхождение цепей ДНК-матрицы;
- В) удвоение генома клетки;
- Г) образование фрагментов Оказаки;
- Д) образование нуклеотидных цепей, комплиментарных нуклеотидным цепям матрицы.

7. РНК-полимераза:

- А) присоединяется к промотору;
- Б) раскручивает определенный участок ДНК;
- В) синтезирует праймер;
- Г) начинает синтез молекулы РНК с образования «кэпа»;
- Д) для синтеза РНК использует энергию нуклеозидтрифосфатов.

8. Постройте последовательность процессинга мРНК:

- А) присоединение к 3'-концу полиаденилового фрагмента;
- Б) вырезание участков, транскрибированных интронов в ходе сплайсинга;
- В) присоединение к 5'-концу «кэп»;
- Г) отрезание «лишних» концевых последовательностей;
- Д) метилирование аденина и цитозина.

9. Какое утверждение правильное?

- А) РНК-полимераза I синтезирует мРНК;
- Б) РНК-полимераза III синтезирует рРНК;
- В) РНК-полимераза II синтезирует тРНК;
- Г) ДНК-зависимая РНК-полимераза.

10. Выберите описания свойств мРНК, поступающей из ядра в цитоплазму:

- А) является полным транскриптом соответствующих генов;
- Б) имеет более короткую полинуклеотидную цепь, чем первичный транскрипт гена;
- В) синтезируется комплиментарно с ориджина;
- Г) состоит из двух комплиментарных цепей.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Ген состоит из 3-х одинаковых смысловых (экзоны) и 4-х одинаковых несмысловых (интроны) участков, причем интроны состоят из 120 нуклеотидов каждый, а весь ген имеет 1470 нуклеотидов. Сколько кодонов будет иметь про-мРНК, каждый экзон, мРНК и белок, закодированный в этом гене?

Задача 2. Известно, что индукторы (например, субстраты) усиливают процесс транскрипции. Более того, транскрипция генов рРНК и тРНК несколько опережает транскрипцию с участков ДНК, содержащих информацию о структуре специфических белков. Каков механизм действия индукторов? В чем биологический смысл опережающей активации генов рРНК и тРНК?

Задача 3. В химиотерапии опухолей широко используется антибиотик дауномицин, который является интеркалятором и внедряется между основаниями ДНК, и аналог фолиевой кислоты – метотрексат, ингибирующий синтез нуклеотидов. Активность каких процессов снижается при использовании этих препаратов? При ответе:

- а) укажите различие в механизме действия этих лекарств на синтез ДНК;
- б) изобразите схему процесса, скорость которого в первую очередь снижается при применении обоих препаратов;
- в) опишите последствия воздействия данных лекарств на организм больного.

Задача 4. В парафолликулярных клетках щитовидной железы в ходе транскрипции гена кальцитонина и последующих ковалентных модификаций образуется мРНК, участвующая в синтезе гормона кальцитонина. В головном мозге из того же первичного транскрипта после посттранскрипционных модификаций формируется мРНК, участвующая в синтезе белка, отвечающего за вкусовое восприятие. Каким образом из одного и того же первичного транскрипта возможно образование разных «зрелых» мРНК?

Задача 5. К врачу обратился больной СПИДом. Известно, что вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) является РНК-содержащим и повреждает Т-лимфоциты, интегрируясь в их геном:

- а) какое направление будет иметь поток генетической информации в ВИЧ-инфицированных клетках?
- б) какой фермент вирусов участвует в их интеграции в геном Т-лимфоцитов?
- в) какое направление передачи генетической информации является универсальным для всех клеток?

Задача 6. Какое минимальное число нуклеотидных пар содержится в гене, кодирующем панкреатиную рибонуклеазу (124 аминокислоты)? Почему число нуклеотидных пар может оказаться гораздо больше, чем в вашем ответе? С чем связана такая неопределенность?

Задача 7. В эксперименте была проведена модификация гистонов путем ферментативного присоединения фосфатных групп. При фосфорилировании гистонов наблюдали увеличение скорости ДНК-зависимого синтеза РНК. Объясните причины данного повышения скорости процесса.

Задача 8. При старении организма между гистонами и ДНК образуются ковалентные связи. Как появление прочных связей между ДНК и гистонами влияет на функции ДНК? Для ответа на вопрос:

а) перечислите особенности строения гистонов и характер их взаимодействия с ДНК в норме;

б) укажите функции этих белков в формировании третичной структуры ДНК, участие в регуляции репликации и транскрипции.

Задача 9. В клетке имеется несколько десятков разных т-РНК и несколько десятков тысяч мРНК. Чем объясняется такое различие в количестве разных типов нуклеиновых кислот? Для ответа на этот вопрос:

а) объясните, как это различие связано с функциями молекул в клетках эукариотов;

б) иллюстрируйте объяснение схемами, отражающими участие этих молекул в реализации генетической информации.

Тема 6. Синтез белка, его регуляция и молекулярные механизмы изменчивости

Цель – изучить основные этапы биосинтеза белка и его регуляции, роль молекулярных механизмов генетической изменчивости в эволюционном развитии и возникновение наследственной патологии. Уметь интерпретировать информацию о биосинтезе белка для объяснения адаптации организма к изменяющимся условиям среды

Задание 1. Дополните схему «Виды переноса генетической информации в клетках».



Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Основные компоненты белоксинтезирующей системы, их функции в процессе трансляции».

Необходимые компоненты	Функции
Аминокислоты	
т-РНК	
Аминоацил-тРНК-синтетаза	
м-РНК	
Рибосомы	
АТФ, ГТФ	
Белковые факторы инициации, элонгации, терминации	
Ионы магния	

Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Свойства генетического кода».

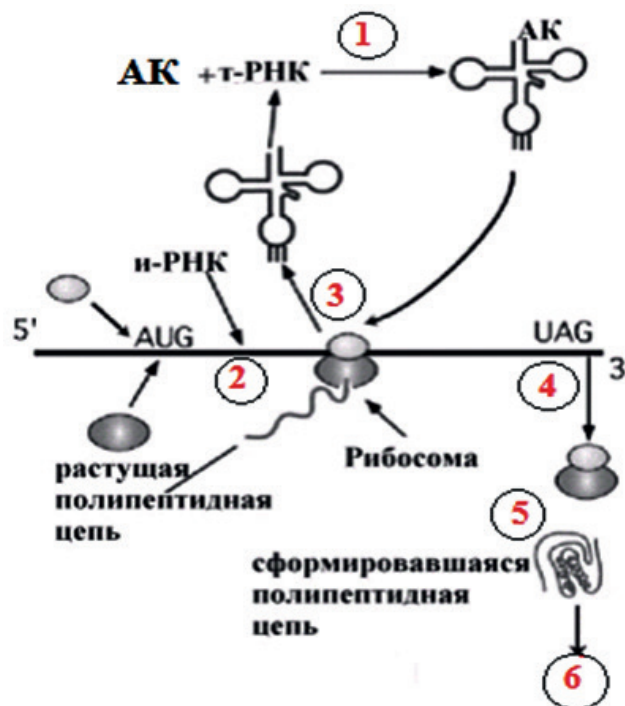
Свойство	Описание, функция
Триплетность и наличие терминирующих кодонов	
Специфичность	
Вырожденность	
Универсальность	
Однонаправленность	
Коллинеарность	

Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Сравнительная характеристика процессов транскрипции и трансляции».

Признак	Транскрипция	Трансляция
Субстраты		
Источники энергии		
Ферменты		
Кофакторы		
Направление синтеза новых цепей		
Локализация в клетке		
Характеристика продукта		

Задание 2. Механизмы реализации генетической информации в клетке многоэтапны. На схеме изображены основные этапы экспрессии генов. Подберите пары «буква – цифра».

- А) терминация
- Б) рекогниция
- В) инициация
- Г) секреция
- Д) формирование пространственной структуры
- Е) элонгация

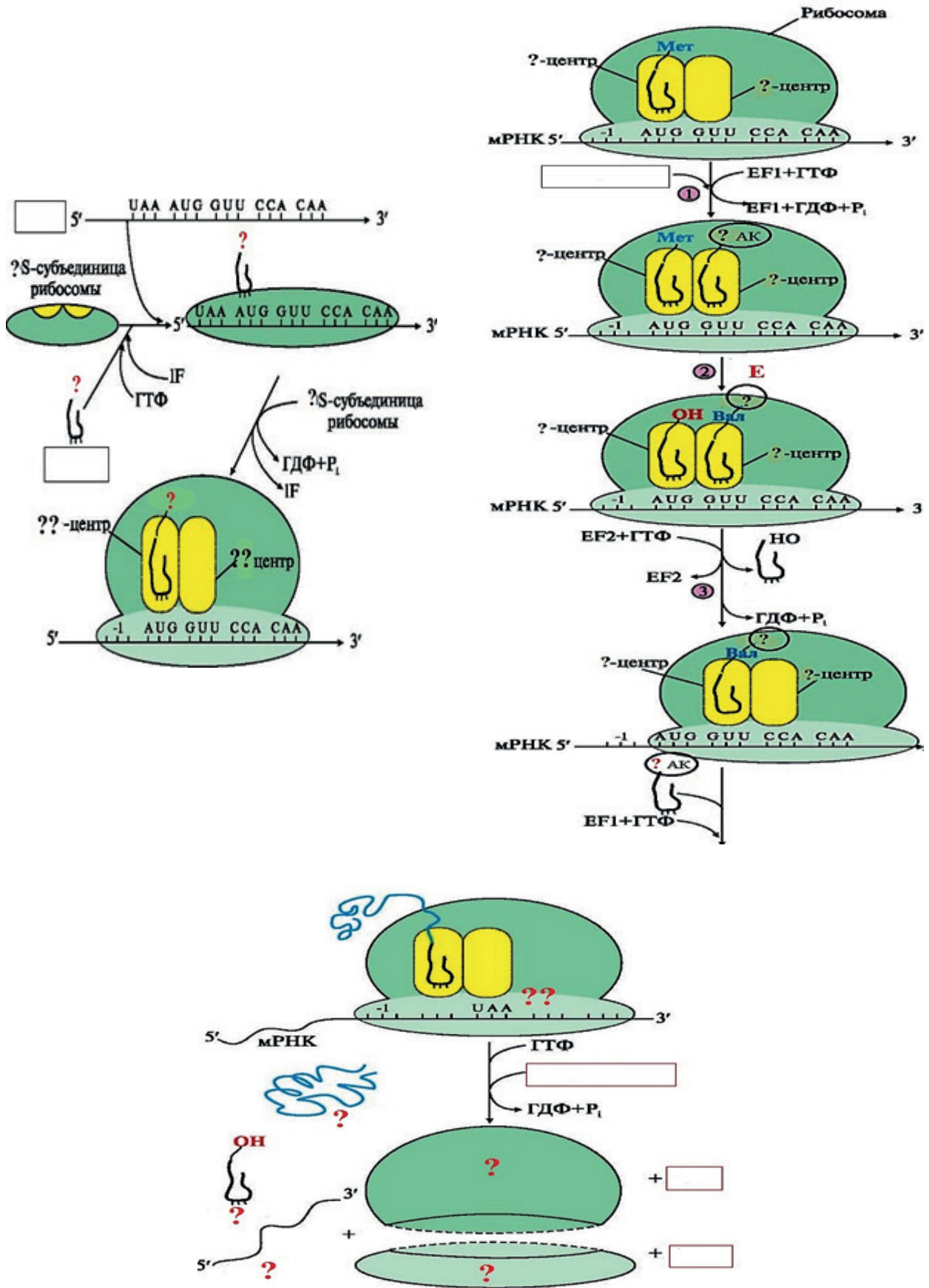


Задание 3.

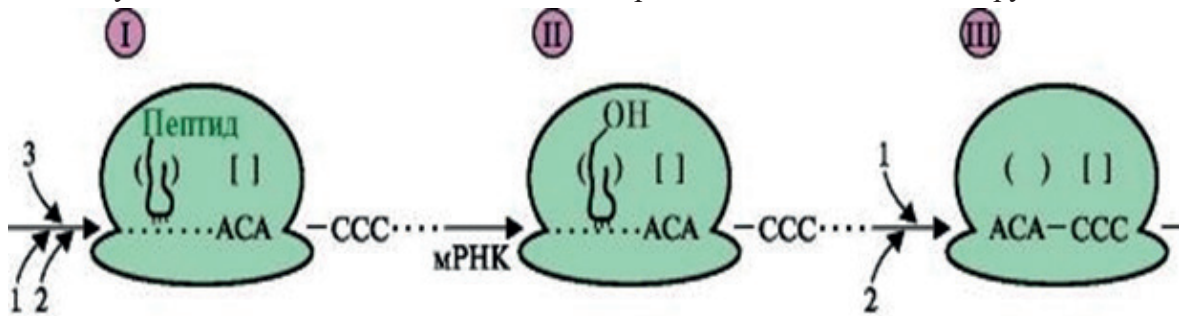
На рисунке изображена последовательность процесса репарации в случае образования димера тимина в структуре ДНК. Расставьте в последовательности, обозначенной на рисунке, следующие ферменты: ДНК-лигаза; Нуклеаза; ДНК-β-полимераза.



Задание 4. Дополните схемы и опишите стадии трансляции.



Задание 5. Дополните схему события на рибосоме на стадии включения в растущую полипептидную цепь аминокислоты, занимающей третье положение в синтезируемом пептиде.



К компонентам, обозначенным цифрами, подберите соответствующие буквы:

- А) ГТФ;
- Б) H_3PO_4 ;
- В) факторы элонгации;
- Г) ГДФ;
- Д) Тре-Трнк;

а) какая нуклеиновая кислота участвует в пептидилтрансферазной реакции и за счет какой энергии происходит образование новой пептидной связи на стадии II?

б) как называется стадия элонгации, в ходе которой рибосома перемещается по мРНК на один кодон, как это показано на схеме III?

Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Функции структурных компонентов оперона».

Структурный компонент оперона	Функция
Структурные гены	
Оператор	
Промотор	
Ген-регулятор	

Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Лекарственные препараты – ингибиторы матричных биосинтезов».

Препарат	Механизм действия
1. Доксорубицин	
2. Рифамицин	
3. Мелфалан	
4. Эритромицин	
5. Винбластин	
6. Тетрациклин	

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Выберите положения, правильно характеризующие функциональные участки рибосомы, подобрав соответствующие пары:

- | | |
|--|--|
| А. В начале процесса трансляции с ним связывается иницирующая мет-т-РНКмет. | 1. М-центр-центр-связывания м-РНК. |
| Б. Он образован участком 18 S р-РНК. | 2. П-центр-пептидильный центр. |
| В. Он катализирует перенос пептидила из состава пептидил-т-РНК на поступающую в А центр очередную т-РНК. | 3. А-центр-аминоацильный центр. |
| Г. Место связывания очередной т-РНК | 4. ПТФ-центр-пептидилтрансферазный центр |

2. Установите соответствие:

- | | |
|---|-------------------|
| А. Участок ДНК, к которому присоединяется белок-репрессор. | 1. Промотор. |
| Б. Совокупность структурных генов, кодирующих функционально взаимосвязанные белки | 2. Оператор. |
| В. Участок ДНК, в структуре которого закодирована информация о белке-репрессоре. | 3. Ген-регулятор. |
| Г. Участок ДНК, к которому присоединяется РНК-полимераза. | 4. Оперон |

3. Выберите положения, правильно и последовательно отражающие события в Lac-опероне при высоких концентрациях лактозы (аллолактозы):

- А) лактоза (аллолактоза) связывается с белком репрессором;
- Б) РНК не способна присоединяться к промотору;
- В) комплекс лактозы (аллолактозы) с белком-репрессором не присоединяется к оператору;
- Г) не синтезируются ферменты, структура которых закодирована в генах данного оперона;
- Д) белок-репрессор присоединяется к оператору;
- Е) РНК-полимераза транскрибирует структурные гены;
- Ж) синтезируются ферменты, закодированные в структурных генах данного оперона.

4. Выберите положения, правильно характеризующие отдельные участки Лас-оперона, подбрав соответствующие пары:

- | | |
|--|---------------------|
| А) белок, конформация которого меняется под влиянием лактозы (аллолактозы); | 1. Ген-регулятор. |
| Б) определенная нуклеотидная последовательность, способная связываться с белком-репрессором; | 2. Белок-репрессор. |
| В) участок ДНК, который при повышении концентрации лактозы в среде присоединяет РНК-полимеразу; | 3. Оператор. |
| Г) совокупность структурных генов, кодирующих функционально взаимосвязанные белки, и регуляторная зона, определяющая частоту транскрипции структурных генов; | 4. Промотор. |
| Д) участок ДНК, в структуре которого закодирована информация о белке-репрессоре | 5. Оперон. |

5. Энтеротоксин *Corynebacterium diphtheriae* вызывает развитие болезни в связи с тем, что он:

- А) ингибирует транслокацию;
- Б) катализируют АДР-рибозилирование EF-2 в клетках млекопитающих;
- В) вызывает разрывы в структуре ДНК;
- Г) ингибирует пептидилтрансферазную активность.

6. В этапе инициации трансляции принимают участие:

- А) субъединицы рибосом;
- Б) факторы инициации;
- В) Мет-тРНК;
- Г) Вал-тРНКвал;
- Д) мяРНК.

7. В ходе посттрансляционной достройки полипептидные цепи могут:

- А) образовывать олигомеры;
- Б) подвергаться частичному протеолизу;
- В) фосфорилироваться;
- Г) присоединять простетические группы;
- Д) удлиняться на несколько аминокислот.

8. Выберите характеристики оперона:

- А) участок молекулы РНК;
- Б) содержит зону, контролирующую транскрипцию структурных генов;
- В) содержит праймер, с которого начинается синтез РНК;
- Г) участок молекулы ДНК;
- Д) содержит информацию о группе функционально взаимосвязанных белков.

9. Установите соответствие.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| А) противоопухолевые антибиотики; | 1. Блокируют синтез РНК и белка у микроорганизмов. |
| Б) антибактериальные антибиотики; | 2. Нарушают стадию транслокации рибосом в клетках эукариотов. |
| В) интерфероны; | 3. Взаимодействуют с ДНК и нарушают ее матричную функцию. |
| Г) дифтерийный токсин; | |
| Д) α -аманитин. | |

10. Установите правильный порядок событий. Регуляция синтеза холестерина осуществляется следующим образом:

- А) снижается скорость транскрипции гена, кодирующего структуру регуляторного фермента синтеза холестерина;
- Б) холестерол в клетках гепатоцитов связывается с белком-рецептором;
- В) присоединение комплекса холестерол-рецептор изменяет конформацию ДНК;
- Г) комплекс холестерол-рецептор связывается с участком сайленсера на молекуле ДНК;
- Д) комплекс холестерол-рецептор проходит в ядро.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. У человека, больного цистонурией (повышенное содержание в моче аминокислот), с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты на и-РНК: ЦУУ, ГУУ, ЦУГ, ГУГ, УЦГ, ГУЦ, АУА. У здорового человека в моче обнаруживаются аланин, серин, глутаминовая кислота и глицин.

Выделение каких аминокислот с мочой характерно для больных цистонурией? Напишите триплеты, соответствующие аминокислотам, имеющимся в моче здорового человека.

Задача 2. Фрагмент молекулы м-РНК имеет последовательность нуклеотидов: УУАЦУ-ГГЦЦАГЦУАЦГУЦ. Сколько тиминовых нуклеотидов содержит участок гена, с которого шла транскрипция данной м-РНК? Сколько аминокислот закодировано в данном участке и-РНК?

Задача 3. Фрагмент белка имеет последовательность аминокислот: Тре-Про-Изолей-Тре-Сер-Вал-Вал. Сколько кодонов необходимо для кодирования этого участка? Сколько нуклеотидов содержит участок гена, соответствующий этому фрагменту белка?

Задача 4. В настоящее время известно много редких форм гемоглобина, у которых в результате мутаций произошло замещение той или иной аминокислоты в α -цепи.

В α -цепи нормального гемоглобина А пятая и шестая аминокислоты представлены аланином. У гемоглобина Торонто пятая аминокислота аланин замещена аспарагином, у гемоглобина Париж шестая аминокислота аланин заменена аспарагином. Определите участок ДНК, кодирующий пятую и шестую аминокислоты α -цепи, для нормального гемоглобина А и для гемоглобинов Торонто и Париж.

Задача 5. Начальная часть одой цепи макромолекулы нормального гемоглобина человека имеет структуру Гис-Вал-Лей-Лей-Тре-Про-Глу-Глу. Какова структура соответствующей части гена гемоглобина? Представьте в виде схемы этапы трансляции и транскрипции.

Задача 6. В процессе синтеза на рибосоме образуется нефункционирующий предшественник белка. Посттрансляционная модификация заключается в удалении части молекулы, химической модификации радикалов определенных аминокислот, образовании олигомеров.

а) приведите примеры белков, активирующихся внеклеточно за счет избирательного протеолиза;

б) приведите примеры активации белков через диссоциацию олигомера;

в) приведите примеры белков, которые активируются через обратимую химическую модификацию.

Задача 7. Ответить на вопрос: специалист по химии белка сказал молекулярному генетику, что он нашел новый мутантный гемоглобин, в котором аспарат замещает лизин. Молекулярный генетик удивился и попросил проверить результат:

а) почему молекулярный генетик удивился и выразил сомнения в возможности такой аминокислотной замены?

б) какая аминокислотная замена показалась бы молекулярному генетику приемлемой?

Задача 8. Некоторые мутации гена гемоглобина оказывают влияние на все три гемоглобина – A1, A2, F, тогда как другие только на один из них. Почему?

Задача 9. Для транспорта жиров в крови присутствуют надмолекулярные структуры – липопротеины. Некоторые из липопротеинов содержат белки, называемые апоВ-48 и апоВ-100. Известно, что синтез обоих апоВ-белков кодирует один ген, но масса белков отличается примерно в 2 раза (апоВ-48 – 241 кДа, апоВ-100 – 512 кДа). Предположите причину такого различия.

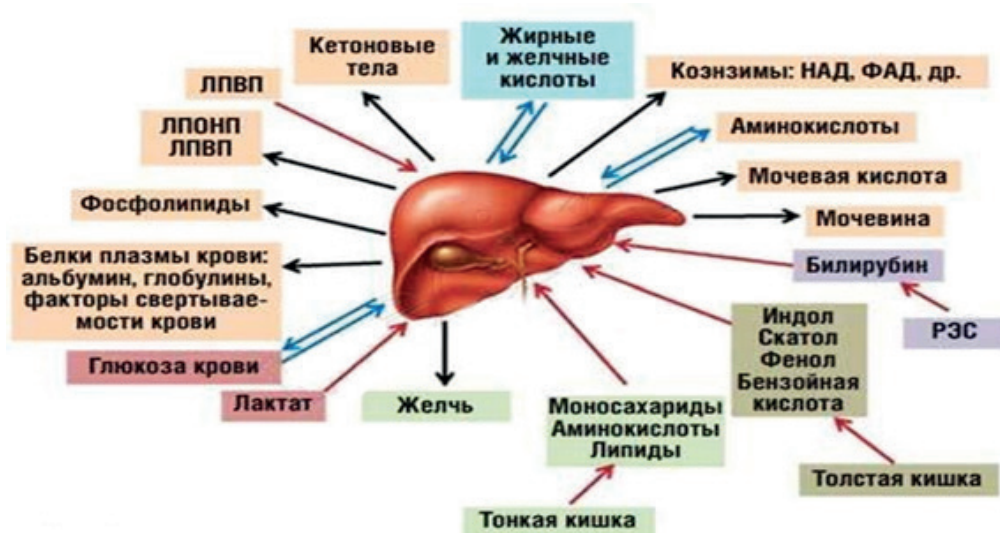
Задача 10. Митохондриальная ДНК кодирует 13 ферментов, участвующих в биологическом окислении. При синдроме MELAS у пациентов обнаруживается накопление в крови молочной кислоты, энцефалопатия и инсультподобные эпизоды. Оказалось, что причиной заболевания является мутация в гене, кодирующем строение тРНК-Лей, связывающейся с лейцином. Объясните, какие этапы в синтезе митохондриальных ферментов будут нарушены при этой патологии по сравнению с нормой.

Раздел IV. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БИОХИМИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ

Тема 7. Биохимия печени

Цель – рассмотреть интеграционную (регуляторно-гомеостатическую), детоксикационную, экскреторную, депонирующую и другие функции печени в свете особенностей кровоснабжения и анатомо-физиологического положения ее в организме.

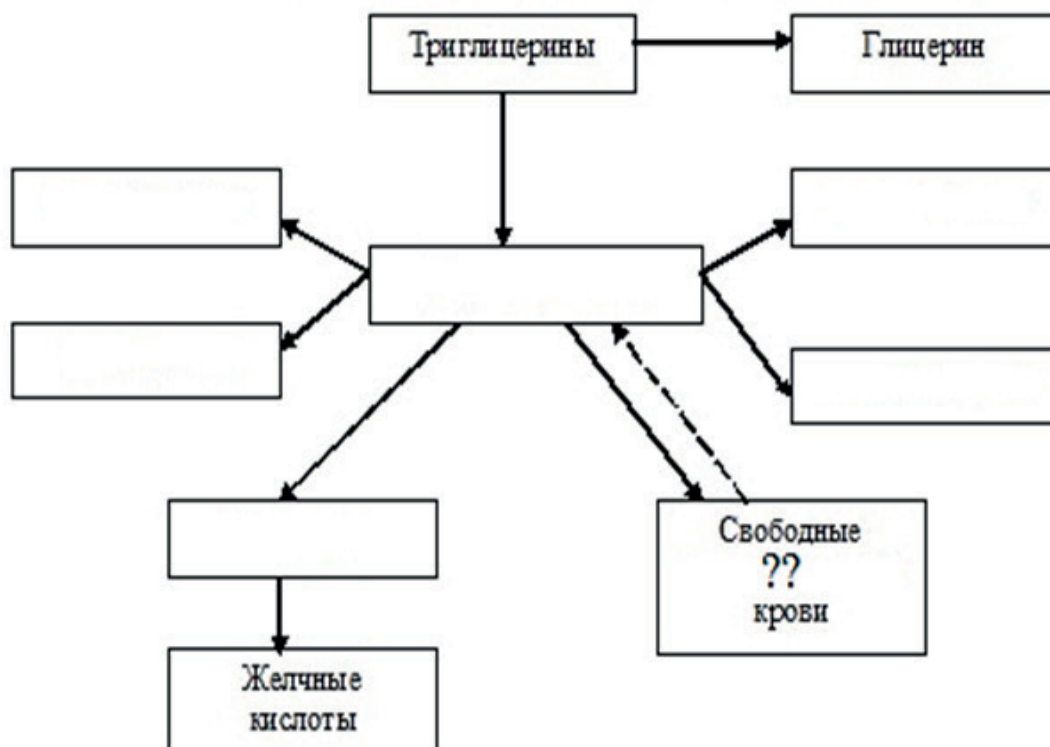
Задание 1. Печень – это крупный аэробный орган с очень активным метаболизмом, ее часто называют центральной биохимической лабораторией организма. Печень участвует в различных видах обмена веществ. Сгруппируйте указанные на схеме процессы по функциям и цифрами укажите на схеме.



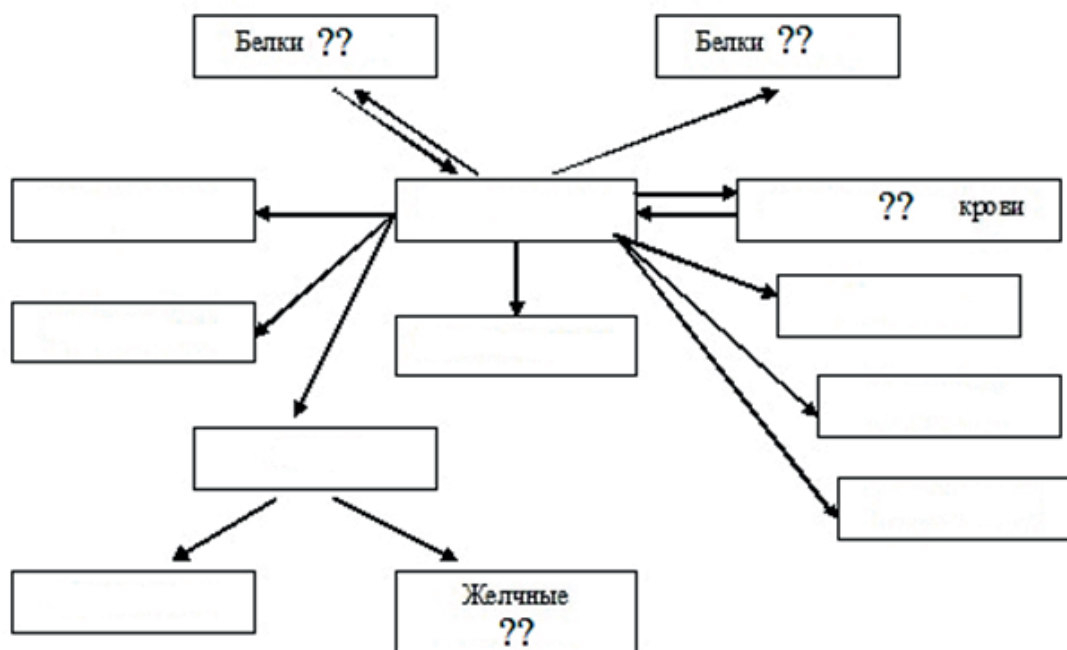
Задание 2. Дополните схему «Образование и использование ацетил-КоА в печени».



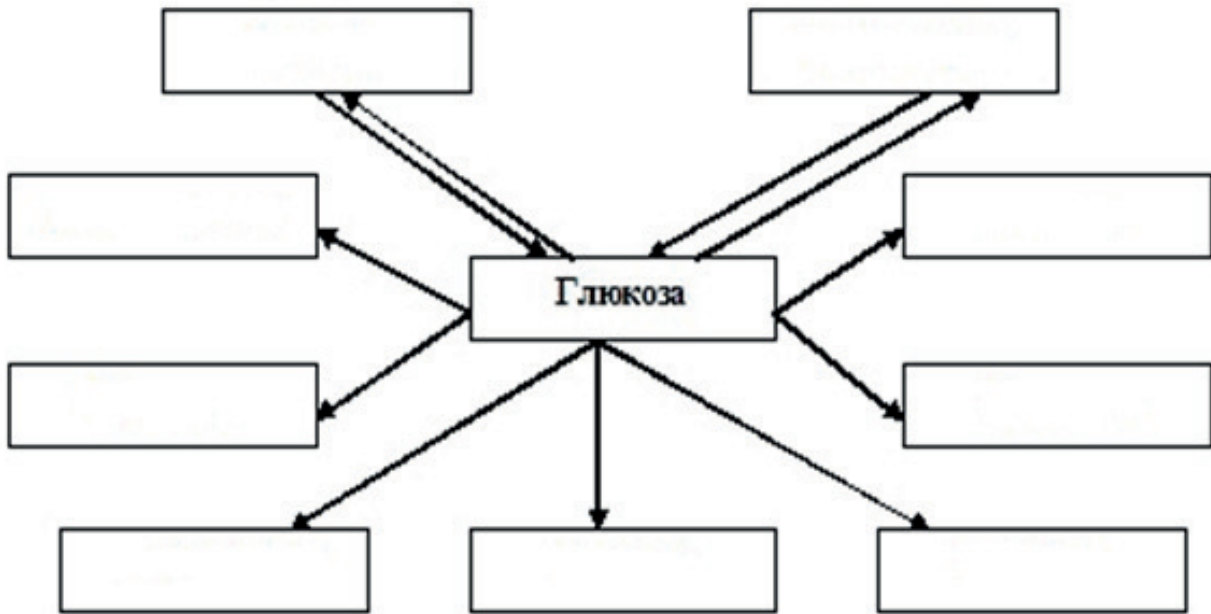
Задание 3. Дополните схему «Участие печени в липидном обмене».



Задание 4. Дополните схему «Участие печени в белковом обмене».



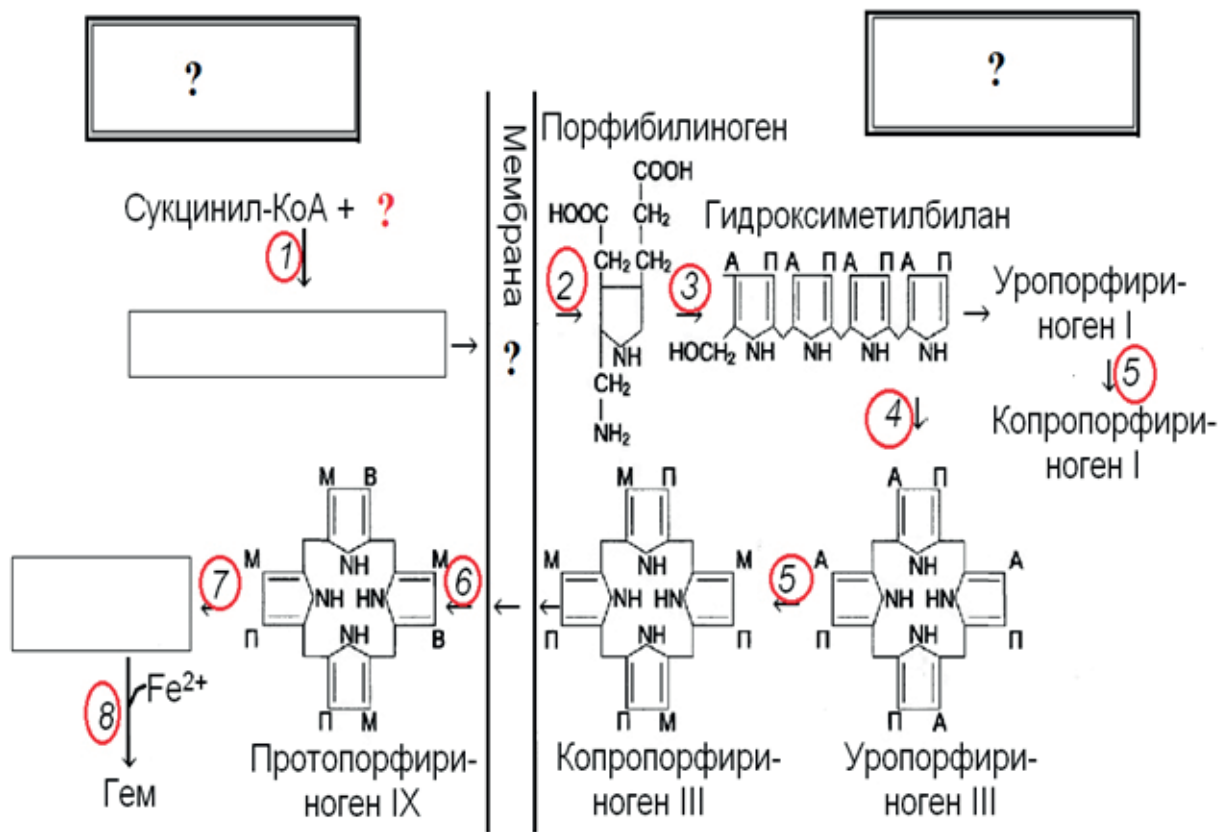
Задание 5. Дополните схему «Участие печени в углеводном обмене».



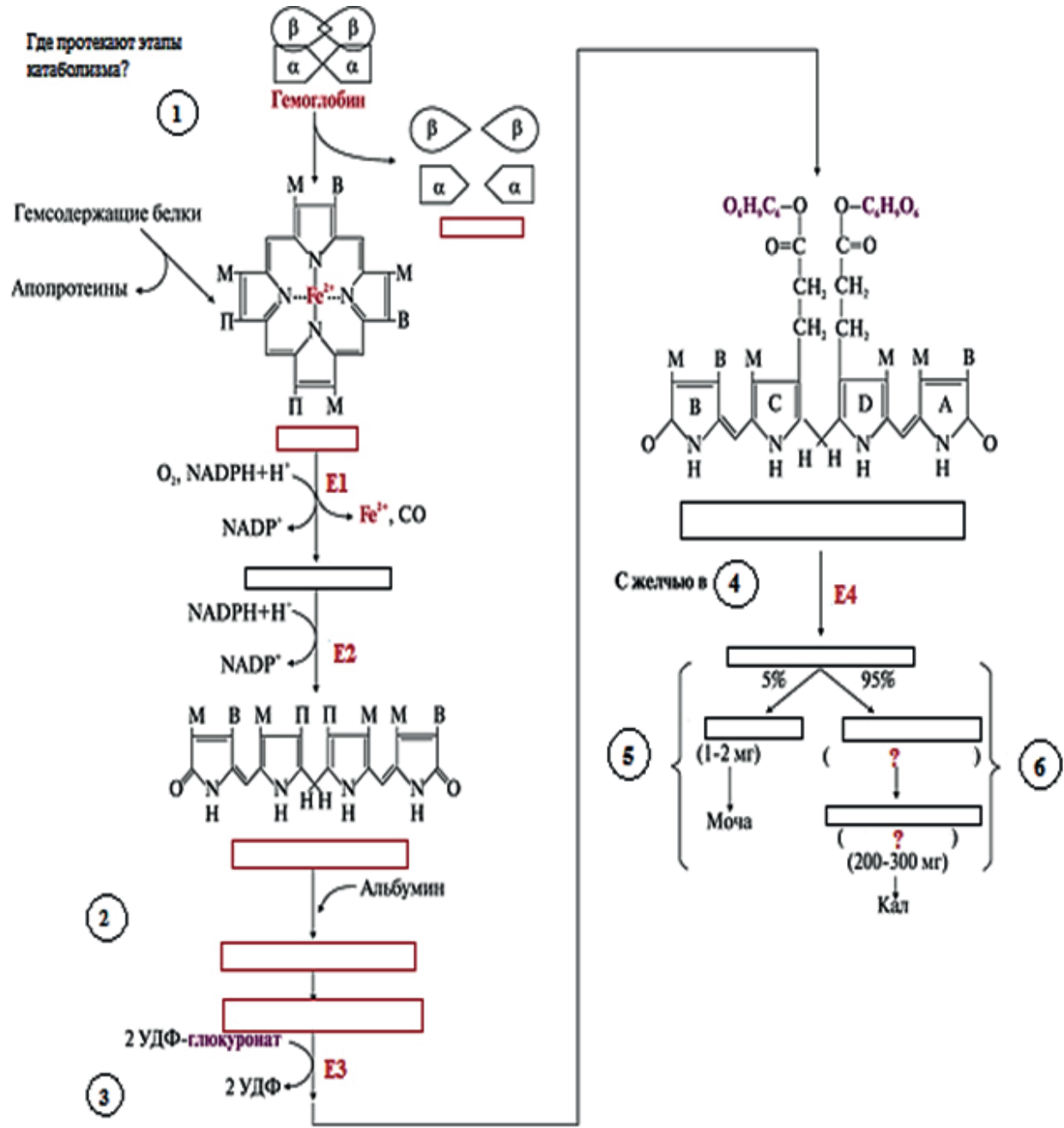
Заполните таблицу «Регуляция обмена гликогена в печени», используя материалы лекций и учебников.

Состояние	Изменение содержания (повышение ↑; снижение ↓)	Изменение скорости процессов в печени (повышение ↑; снижение ↓)
Постабсорбтивный период	<i>В крови</i>	
	Глюкагон	Синтез гликогена
	Инсулин	Распад гликогена
После приема углеводсодержащей пищи	<i>В крови:</i> Глюкагон Инсулин Глюкоза	
	<i>В печени</i>	
	цАМФ	Синтез гликогена
	Глк-6-Фосфат	Распад гликогена
Стресс	<i>В крови:</i> Адреналин	
	<i>В печени:</i>	
	цАМФ	Синтез гликогена
	Ca ²⁺ -кальмодулин	Распад гликогена

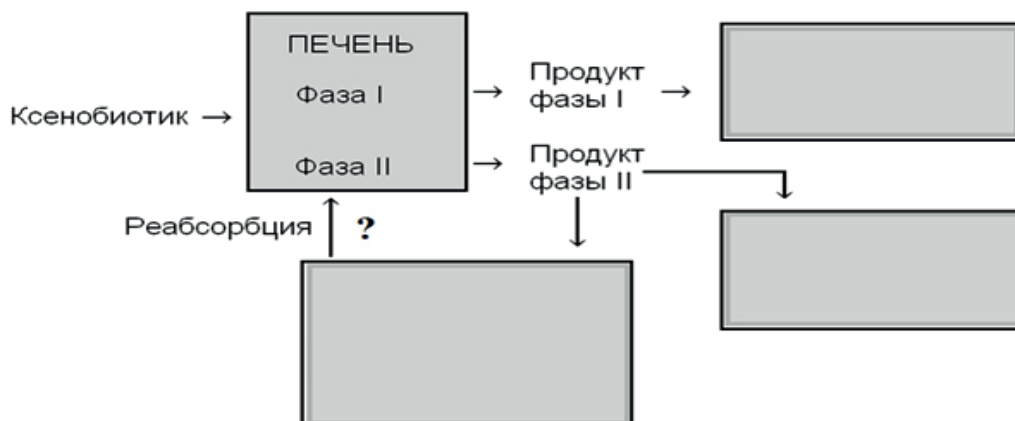
Задание 6. Дополните схему «Этапы биосинтеза гема»: укажите место локализации процесса, промежуточные метаболиты, ферменты, обозначенные цифрами, какой витамин необходим для синтеза.



Задание 7. Дополните схему «Основные этапы катаболизма гема»: укажите этапы, промежуточные продукты, ферменты. Буквами обозначены заместители в пиррольных кольцах: М – метил; В – винил; П – остатки пропионовой кислоты; А – ацетил.



Задание 8. Дополните схему «Общая схема биотрансформации ксенобиотиков в печени». Охарактеризуйте фазы I и II; укажите дальнейшие пути продуктов реакций I и II фаз трансформации.



Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников «Основные виды конъюгации».

Фермент	Метаболит, используемый для конъюгации	Активная форма
Глутатионтрансферазы		
УДФ-люкуронилтрансферазы		
Сульфотрансферазы		
Ацетилтрансферазы		
Метилтрансферазы		

Задание 9. Заполните пропуски, используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы:

Субстраты цитохрома P_{450} делят на две группы: _____ и _____.

К индукторам синтеза цитохрома P_{450} относятся _____. Длительное применение этих препаратов приводит к _____.

Заполните таблицу, используя материалы лекций и учебников.

Показатели	Синдромы			
	гепатоцеллюлярная недостаточность	мезенхимально-воспалительный	цитолитический	холестаз
Основные причины				
АСТ, АЛТ				
Щелочная фосфатаза				
5'-нуклеотидаза				
Билирубин				
Протромбиновый индекс (время)				
Альбумин				

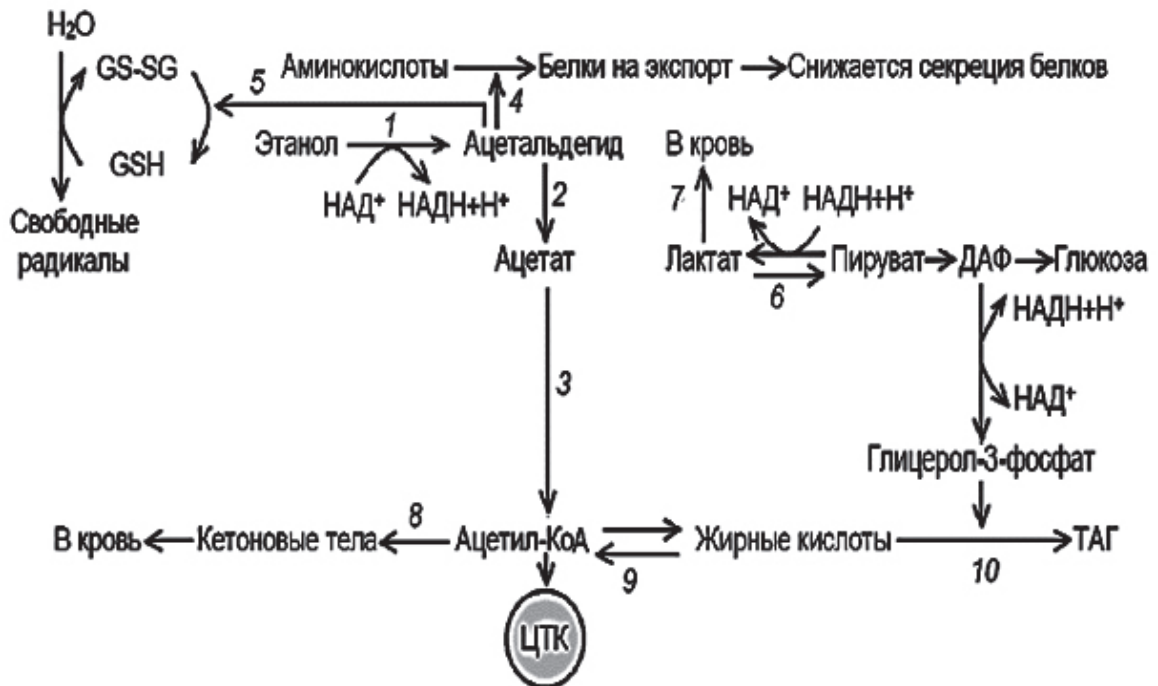
Заполните таблицу «Диагностическое значение билирубина при желтухе», используя материалы лекций и учебников.

Виды желтухи	Содержание билирубина	
	«прямой»	«непрямой»
Гемолитическая желтуха		
Гепатит вирусный		
Гепатит алкогольного генеза		
Обтурационная желтуха		

Заполните таблицу «Биохимическая характеристика желтух», используя материалы лекций и учебников.

Показатель	Типы желтух		
	гемолитическая	печеночная	обструктивная
Окраска кожных покровов			
Неконъюгированный билирубин			
Конъюгированный билирубин			
Билирубин в моче			
Уробилиноген в моче			
Стеркобилин в кале			
Органоспецифические ферменты			

Задание 10. Изучите схему «Метаболизм этанола в печени». Поясните процессы, указанные на схеме цифрами.



ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. У пациентки с постоянной гипогликемией анализ крови после введения адреналина существенно не изменился. Врач предположил нарушения в печени. Об изменении какой функции печени может идти речь?

- А) гликогендепонирующей;
- Б) холестеринобразующей;
- В) кетогенной;
- Г) гликолитической;
- Д) экскреторной.

2. Классифицируйте ферменты печени по выполняемым функциям:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| А) аминотрансферазы; | 1. Секреторные ферменты печени |
| Б) холинэстераза; | 2. Индикаторные ферменты печени |
| В) глутаматдегидрогеназа; | 3. Экскреторные ферменты печени |
| Г) сорбитолдегидрогеназа; | 4. Ферменты холестатического синдрома |
| Д) лактатдегидрогеназа; | |
| Е) орнитинкарбамоилтрансфераза; | |
| Ж) лейцинаминопептидаза; | |
| З) щелочная фосфатаза; | |
| И) лецитинхолестерол-ацилтрансфераза; | |
| К) Липопротеинлипаза. | |

3. Выберите утверждение, которое нарушает последовательность событий. Распад гликогена в печени включает:

- А) расщепление α -1,4-гликозидных связей с образованием глюкозо-1-фосфата;
- Б) превращение глюкозо-1-фосфата в глюкозо-6-фосфат;
- В) повышение уровня цАМФ в клетке и активацию гликогенфосфорилазы;
- Г) расщепление гликозидной связи в точке ветвления с образованием свободной глюкозы;
- Д) превращение глюкозо-6-фосфата в свободную глюкозу и ее выход в кровь.

4. Выберите правильные ответы. Субстратами цитохрома P₄₅₀ могут быть:

- А) эндогенные гидрофильные вещества;
- Б) гидрофобные ксенобиотики;
- В) экзогенные гидрофобные вещества;
- Г) лекарства;
- Д) эндогенные гидрофобные вещества.

5. Неконъюгированная гипербилирубинемия наблюдается при:

- А) гемолизе;
- Б) холестазае;
- В) синдроме Жильбера
- Г) синдроме Криглера – Найяра;
- Д) неонатальной желтухе.

6. Виды конъюгаций лекарственных веществ. Найти верное утверждение:

- А) в результате метаболизма лекарственных веществ может произойти инактивация лекарства;

Б) биотрансформация лекарственного вещества может произойти повышение активности лекарства;

В) под действием монооксигеназ образуются реакционноспособные группы – OH, NH₂ и др.;

Г) чувствительность к лекарственным средствам не меняется с возрастом.

7. Найдите соответствия:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Повышается концентрация при гемолитической желтухе. | А) билирубин; |
| 2. В составе желчи секретирована в кишечник. | Б) билирубинглюкоронид; |
| 3. В норме в небольшом количестве содержится в моче | В) уробилиноген; |
| | Г) стеркобилиноген; |
| | Д) уробилин |

8. Определение какого из названных ферментов является специфическим индикатором поражения паренхимы печени?

- А) щелочной фосфатазы;
- Б) аспаратаминотрансферазы;
- В) лактатдегидрогеназы;
- Г) фруктозо-1-фосфатальдозы.

9. У мальчика 4-х лет после перенесенного тяжелого вирусного гепатита наблюдается рвота, потеря сознания, судороги, гипераммониемия. Нарушением какого биохимического процесса вызвано это патологическое состояние?

- А) угнетением ферментов трансаминирования;
- Б) нарушением обезвреживания биогенных аминов;
- В) усилением гниения белков в кишечнике;
- Г) активацией декарбоксилирования аминокислот;
- Д) нарушением обезвреживания аммиака в печени.

10. У больного установлено повышение в плазме крови содержания конъюгированного (прямого) билирубина при одновременном повышении неконъюгированного (непрямого) и резком снижении в кале стеркобилиногена. Какой вид желтухи можно предполагать?

- А) обтурационную;
- Б) паренхиматозную (печеночную);
- В) гемолитическую;
- Г) желтуху новорожденных;
- Д) болезнь Жильбера.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Острые заболевания печени, как правило, не сопровождаются отеками мягких тканей. Отеки как клинический признак появляются через некоторое время после перехода острой фазы заболевания в хроническую:

а) какие изменения состава крови сопровождаются отеками и какое отношение к этому имеет печень?

б) почему отеки возникают (в сравнительно поздние сроки) после перехода острой фазы в хроническую?

Задача 2. В печени осуществляются все основные пути обмена углеводов: гликолиз, гликогенез, гликогенолиз, ПФП, глюконеогенез, взаимопревращения моносахаридов, включение углеводов в другие обмены. Скорость этих процессов регулируется через метаболический контроль или нейрогуморально:

а) какие из перечисленных процессов осуществляются в абсорбтивный, а какие – в пост-абсорбтивный период?

б) какие гормоны регулируют обмен углеводов в печени в абсорбтивный, а какие – в пострабсорбтивный период?

Задача 3. В конце 30-х годов в результате смелого эксперимента одного из практических врачей удалось впервые вернуть сознание больному, впавшему в состояние печеночной комы. В этом эксперименте кровь больного отводилась из организма, пропускалась через колонку с ионообменной смолой – катионитом и вновь возвращалась к больному. Объясните механизм достигнутого эффекта.

Задача 4. После анализа белкового состава сыворотки крови больного с невыясненной патологией желудочно-кишечного тракта были обнаружены следующие данные: общий белок – 58 г/л; альбумины – 48 %; альфа-1-глобулины – 6 %; альфа-2-глобулины – 10 %; бета-глобулины – 13 %; гамма-глобулины – 23 %. Какие возможные причины могли вызвать обнаруженные изменения белков сыворотки крови?

Задача 5. У новорожденного содержание билирубина в крови повышено (за счет непрямого билирубина), кал интенсивно окрашен (повышено количество стеркобилина). В моче билирубин не найден. О какой желтухе идет речь? Какой лекарственный препарат можно использовать для предотвращения этого заболевания и почему?

Задача 6. У больных с закупоркой общего желчного протока возникают геморрагии. Объясните почему?

Задача 7. У пациента в анамнезе перенесенный гепатит. При обследовании выявлено увеличение печени и изменение ее ультразвуковой структуры. Поставлен диагноз: жировая трансформация (инфильтрация) печени:

- а) о чем свидетельствует жировая трансформация печени?
- б) укажите механизм возникновения данной патологии?
- в) назовите общие метаболиты синтеза ТАГ и ГФЛ;
- г) почему липотропные факторы замедляют жировую трансформацию печени?
- д) какие вещества можно отнести к липотропным факторам?

Задача 8. У пациента с заболеванием печени отмечено снижение продуктов метаболизма стероидов в крови и моче. Свидетельствует ли это о нарушении функции надпочечников? Почему?

Задача 9. При безжелтушных формах гепатита высокочувствительным тестом является повышение в крови активности фермента γ -глутамил-транспептидазы (γ -ГТ), уровень которой возрастает в 10–15 раз по сравнению с нормой (30–50 МЕ/л). Объясните диагностическое значение этого фермента. Для этого:

а) назовите основные свойства ферментов, определение активности которых в крови больных используется для диагностики заболеваний;

- б) назовите систему, в работе которой участвует у-ГТ, объясните ее роль в организме;
 в) приведите примеры других ферментов, определение активности которых можно использовать для диагностики патологии печени.

Задача 10. У молодого человека после гриппа была замечена легкая желтуха. Результаты лабораторного анализа: гемоглобин – 110 г/л; в сыворотке общий билирубин – 60 мкмоль/л, не прямой билирубин – 56 мкмоль/л, щелочная фосфатаза – 74 Е/л (< 150 Е/л), АСТ – 35 Е/л (< 40 Е/л), в моче билирубин отсутствует. Нарушены ли функции печени? Предположите диагноз.

Тема 8. Биохимия крови

Цель – изучить химический состав, физико-химические свойства, биохимические и физиологические функции крови. Получить практические навыки определения и диагностический интерпретации показателей нарушения некоторых компонентов крови.

Заполните таблицу «Основные белки крови».

Белок	Класс белков	Место синтеза	Функция	Нормальное значение
Альбумины:				
α-глобулины				
β-глобулины				
γ-глобулины				
гаптоглобин				
церулоплазмин				
трансферрин				
Белки острой фазы: α1-Антитрипсин α1-Фетопротеин С-реактивный белок (СРБ)				
Белки-ингибиторы ферментов				

Заполните таблицу «Белки-ферменты плазмы крови», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Фермент	Класс ферментов крови	Место синтеза	Функция	Нормальные значения	Повышение показателей	Понижение показателей
Церулоплазмин						
Холинэстераза крови						
Липопротеин липаза крови						
Щелочная фосфатаза						
АСТ						
АЛТ						
ЛДГ I и II						
ЛДГ IV и V						
КФК-MB						
КФК-MM						

Заполните таблицу «Изменение содержания общего белка в сыворотке крови», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Состояние	Причина возникновения	Содержание по сравнению с нормой
Гипопротеинемия		
Гиперпротеинемия		
Диспротеинемия		
Парапротеинемия		

Заполните таблицу «Химический состав крови», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Низкомолекулярные азотсодержащие компоненты	Безазотистые органические компоненты	Электролитный состав крови

Задание 1. Проведите разбор карты «Биохимический анализ крови».

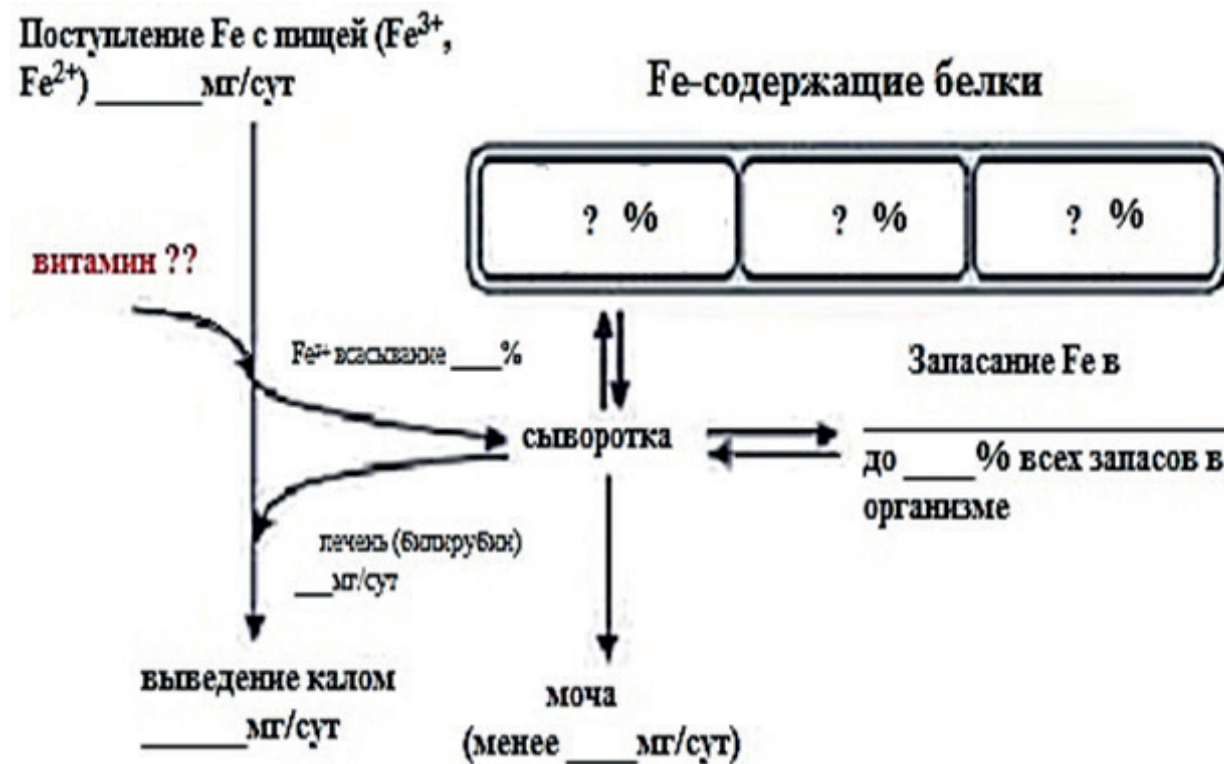
Биохимический анализ крови

№	Вид исследования	Результат	Единицы
1.	Глюкоза	10,4	ммоль/л
2.	Общий белок	41	г/л
3.	Альбумины	36 14,8	% г/л
4.	α 1-глобулины	4	%
5.	α 2-глобулины	10	%
6.	β -глобулины	16	%
7.	γ -глобулины	24	%
8.	Общий билирубин	18,8	ммоль/л
9.	Связанный билирубин	3,2	ммоль/л
10.	Общие липиды	11,4	г/л
11.	Общий холестерин	8,7	ммоль/л
12.	Триглицериды	4,72	ммоль/л
13.	ХС-ЛПНП	6,4	ммоль/л
14.	ХС-ЛПОНП	1,34	ммоль/л
15.	ХС-ЛПВП	1,01	ммоль/л
16.	АсАТ	-	ед/л ммоль/ч-л
17.	АлАТ	-	ед/л ммоль/ч
18.	Фибриноген	5,6	г/л

Определите биохимические показатели, которые выходят за пределы нормы, и объясните возможные причины этих отклонений. Занесите выявленные показатели, отклоняющиеся от нормы в таблицу и сделайте по ним лабораторное заключение.

Биохимические показатели	Выше или ниже нормы	Возможные причины отклонений

Задание 2. Дополните схему «Баланс железа в организме».



Заполните таблицу «Типы анемий и их характеристика», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

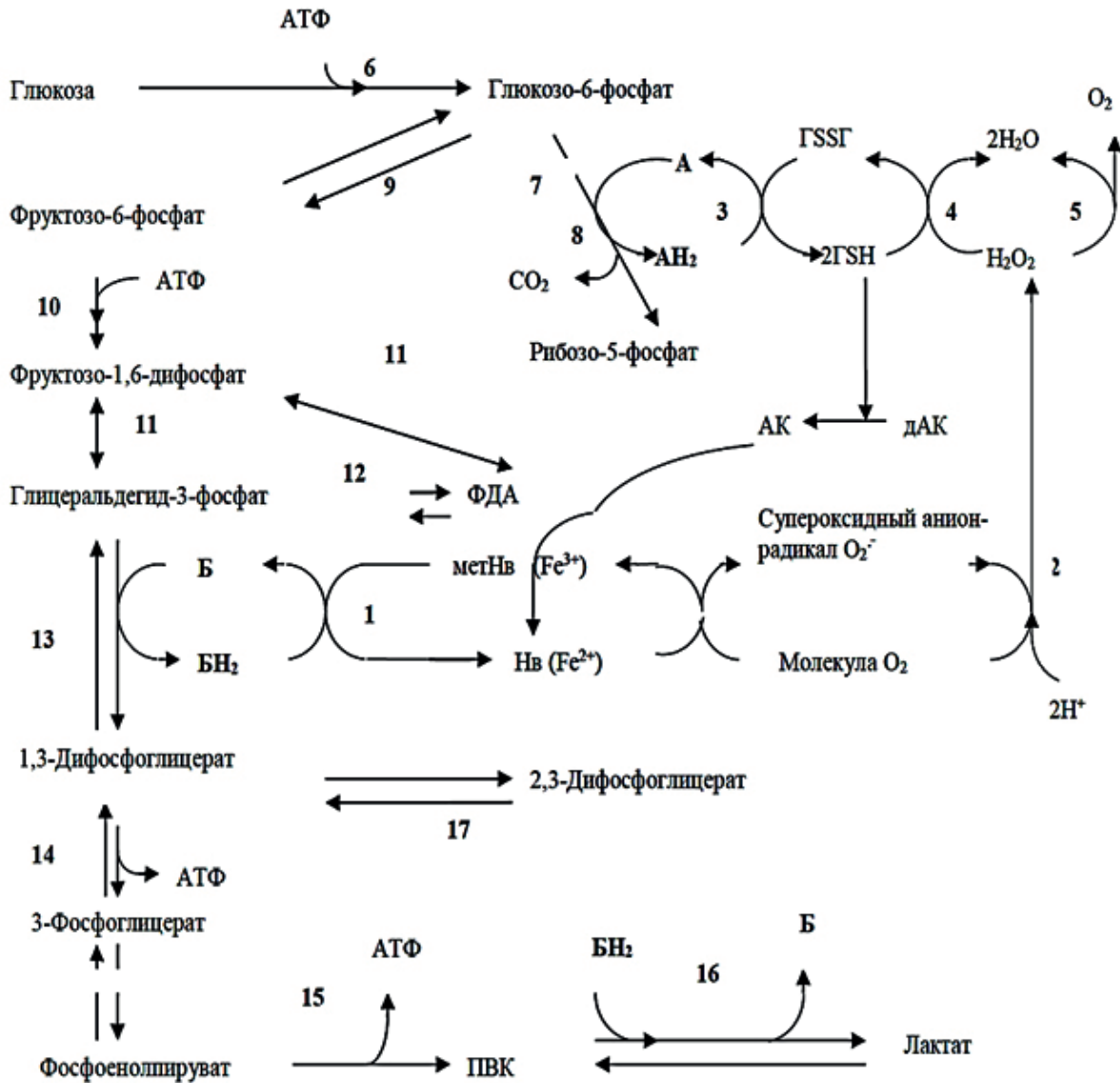
Анемия	Причина	Проявления
Макроцитарная		
Гемолитическая		
Железодефицитная		
Серповидно-клеточная		

Заполните таблицу «Факторы свертывания плазмы крови и их характеристика», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Фактор	Характеристика
I (фибриноген)	
II (протромбин)	
III (тромбопластин или тканевый фактор)	
IV (ионы Ca ²⁺)	
V (проакцелерин)	
VI (акцелерин)	
VII (проконвертин, антифибринолизин)	
VIII (антигемофильный глобулин А)	
IX (антигемофильный глобулин В, или Кристмас-фактор)	
X (фактор Стюарта – Пруэра, или фактор Коллера)	
XI (фактор Розенталя)	
XII (фактор Хагемана)	
XIII (фибриностабилизирующий фактор Лаки – Лоранда)	

Задание 3. В схеме метаболизма эритроцитов укажите:

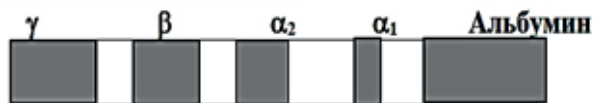
- А) ферменты, обозначенные цифрами 1, 2 и т. д.;
- Б) коферменты, обозначенные буквами А, Б;
- В) реакции, обеспечивающие эритроциты АТФ;
- Г) процесс, обеспечивающий эритроциты восстановленным НАДФ (НАДФН);
- Д) ферменты антиоксидантной защиты;
- Е) аллостерический регулятор, снижающий сродство гемоглобина к кислороду.



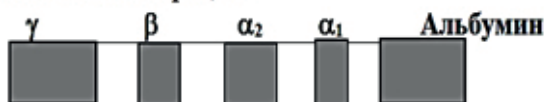
Метаболизм эритроцитов.
 АК – аскорбиновая кислота, ДАК – дегидроаскорбиновая кислота,
 А,Б – коферменты; АН₂, БН₂ – восстановленные коферменты.

Задание 4. Ознакомьтесь с нормальной протеинограммой сыворотки крови. Какие изменения протеинограммы характеризуют различные виды диспротеинемий?

Нормальная протеинограмма



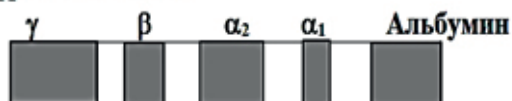
Воспалительный процесс



Цирротический тип



Нефротический тип



<i>Нормальная протеинограмма</i>	
Альбумин	53,9-62,1 отн. %
Глобулины:	
α_1	2,7-5,1 отн. %
α_2	7,4-10,2 отн. %
β	11,7-15,3 отн. %
γ	15,6 - 21,4 отн. %

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Остаточный азот кров составляют веществ. Выберите правильную комбинацию ответов:

- А) белки;
 - Б) холин;
 - В) билирубин;
 - Г) нуклеотиды;
 - Д) мочевины.
1. а, в, г, д;
 2. в, г, д;
 3. а, б, в;
 4. б, в, г, д.

2. К индикаторным ферментам плазмы относятся:

- А) лактатдегидрогеназа;
- Б) амилаза;
- В) липаза;
- Г) пепсин;
- Д) креатинфосфокиназа.

3. Причиной появления индикаторных ферментов в плазме крови является:

- А) естественный распад клеток в результате их старения;
- Б) синтез белков в клетках крови;

- В) разрушение клеток под действием иммунных комплексов;
- Г) синтез белков в печени;
- Д) поступление белков из ЖКТ.

4. Причиной «анемии хронических заболеваний» является:

- А) подавление активности ферропортина;
- Б) повышенное количество интерлейкина-6;
- В) избыточный синтез гепсидина;
- Г) мутация гена ферритина;
- Д) повышенный катаболизм трансферрина.

5. Для серповидноклеточной анемии характерны несколько из перечисленных признаков:

- А) происходит деформация клеток;
- Б) образуются веретенообразные структуры;
- В) отсутствует железо в составе гема;
- Г) наблюдается массовый гемолиз;
- Д) гемоглобин превращается в плохорастворимую форму.

6. У пациента повышена концентрация С-реактивного белка. Причиной этого может быть:

- А) мочекаменная болезнь;
- Б) железодефицитная анемия;
- В) гипертоническая болезнь;
- Г) ревматоидный артрит;
- Д) инфекционный процесс.

7. Гемоглобин способен присоединять:

- А) атомы водорода;
- Б) ионы цитрата;
- В) бифосфоглицерат;
- Г) ионы Cl^- ;
- Д) ионы водорода.

8. Активность аминолевулинатсинтазы ингибируется

- А) гемоглобином;
- Б) порфиринами;
- В) стероидными гормонами;
- Г) железом;
- Д) гемом.

9. Гем является простетической группой:

- А) ферритина;
- Б) миоглобина;
- В) каталазы;
- Г) цитохромов;
- Д) лактоферрина.

10. Выберите характеристики α -1-Антитрипсина:

- А) инактивирует трипсин в кровеносном русле;
- Б) является белком острой фазы;
- В) ингибирует протеиназы плазмы крови;
- Г) синтезируется в печени;
- Д) переносит ионы железа.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. В регуляции рН крови участвует ряд буферных систем (фосфатная, бикарбонатная, гемоглобиновая, белковая), а также почки и легкие. Расположите перечисленные буферные системы в порядке возрастания их буферной емкости:

- а) как изменится значение рН крови при крупозном воспалении легких?
- б) как на значение рН крови повлияет бег на 100 м?
- в) какие соединения снижают значение рН крови при сахарном диабете?

Задача 2. В диагностике многих заболеваний используются результаты определения активности ферментов в сыворотке крови. Тканевые ферменты поступают в кровь главным образом при патологиях, связанных с разрушением клеток. Наиболее важно диагностическое определение органоспецифических ферментов, в частности изоформ. Поражение какого органа можно предположить при условии:

- а) в сыворотке крови возросло содержание ЛДГ4 и ЛДГ5;
- б) в сыворотке крови возросло содержание ЛДГ1;
- в) в сыворотке крови возросло содержание ЛДГ3.

Задача 3. При недостаточности инсулина в крови людей обнаруживается повышенное содержание гликозилированных белков. Почему это происходит?

Задача 4. Рабочий-маляр продолжительное время использовал в работе свинцовые белила и обратил внимание на ухудшение состояния здоровья: слабость, вялость, сонливость, красный цвет мочи. В крови пациента были обнаружены δ -аминолевулиновая кислота и протопорфирин IX и отмечено снижение уровня НВ. Объясните причины симптомов, появившихся у рабочего. Известно, что свинец является ингибитором 5-аминолевулинатдегидратазы и феррохелатазы. Для ответа:

- а) напишите схему метаболического пути, в котором участвуют эти ферменты;
- б) укажите пути использования конечного продукта этого процесса;
- в) обоснуйте причины развития гипохромного состояния у мужчины, представив схему ДЦ;
- г) отметьте ферментные мембранные комплексы ДЦ, синтез которых снижается при отравлении свинцом.

Задача 5. Больной 20 лет жалуется на общую слабость, головокружение, быструю утомляемость. Результаты обследования: гемоглобин 80 г/л, микроскопически -эритроциты серповидной формы:

- а) какое заболевание можно заподозрить?
- б) молекулярный механизм его развития.
- в) какие виды гемоглобина можно обнаружить у больного?

Задача 6. У пациента повышена чувствительность к свету, анемия, моча красного цвета. Отмечается дефект уroporphириноген III-косинтазы.

- а) как называется эта патология?
- б) молекулярный механизм ее развития;
- в) причина появления фотодерматитов.

Задача 7. Отметьте содержание каких фракций ЛДГ повышается при застое крови в большом круге кровообращения?

Задача 8. Скорая помощь доставила в клинику больную, потерявшую сознание на улице. При биохимическом анализе крови выявлено: концентрация кетоновых тел 6,8 ммоль/л, концентрация мочевины 7,5 ммоль/л, увеличена концентрация С-пептида, содержание кальция 2,2 ммоль/л, глюкоза крови 2,5 ммоль/л. Что привело к потере сознания пациентки?

Задача 9. В сыворотке крови женщины 75 лет уровень триглицеридов 2,5 ммоль/л, глюкозы 8,5 ммоль/л, ХС-ЛПВП 1,5 ммоль/л. Ваш комментарий.

Задача 10. При анализе крови у больного остаточный азот составил 48 ммоль/л, мочевины – 15,3 ммоль/л. О заболевании какого органа свидетельствуют результаты этого анализа?

Тема 9. Обмен воды и минеральных веществ, функциональная биохимия почек, химический состав мочи

Цель – рассмотреть роль воды и минеральных веществ в структурной организации биомолекул, органелл, клеток, органов и тканей. Роль почек в регуляции водно-солевого обмена и диагностическое значение определения органических и неорганических компонентов мочи.

Заполните таблицу «Макро- и микроэлементы, их функции в организме человека».

№	Элементы	Функция	Повышение концентрации элемента	Понижение концентрации элемента
<i>Макроэлементы</i>				
1	Натрий			
2	Калий			
3	Магний			
4	Кальций			
5	Хлориды			
6	Фосфор			
7	Бикарбонаты			
8	Сера			
<i>Микроэлементы</i>				
1	Молибден			
2	Марганец			
3	Кобальт			
4	Цинк			
5	Селен			
6	Йод			
7	Железо			
8	Медь			
9	Фтор			

Заполните таблицу «Состав суточной мочи здорового взрослого человека», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Компоненты	Количество	Компоненты	Количество
Мочевина		Фосфаты	
Мочевая кислота		Натрий	
Креатинин		Калий	
Аминокислоты		Кальций	
Органические кислоты		Аммонийные соли	
Амилаза (диастаза)		Хлориды	
Индиан		Диурез (вода)	
Витамин С		pH	

Зарисовать схему «Образование и механизм действия ренин-ангиотензиновой системы». Изучите схему регуляции синтеза и секреции альдостерона с участием системы ренин-ангиотензин (рисунок 1) и подберите недостающие компоненты, обозначенные на следующей схеме цифрами.

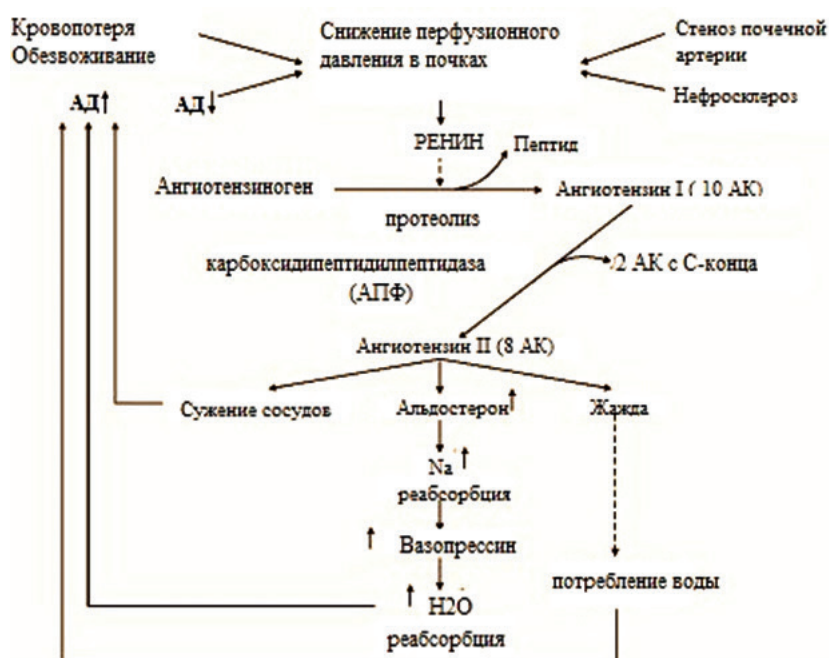


Рисунок 1 – Система ренин-ангиотензин-альдостерон

АПФ – ангиотензинпревращающий фермент (или карбоксипептидил-дипептидаза):

- уменьшение объема жидкости и снижение артериального давления активируют систему ренин-ангиотензин-альдостерон;
- ангиотензин II вызывает кратковременное сужение сосудов и повышение кровяного давления;
- альдостерон стимулирует задержку натрия, вследствие чего происходит высвобождение вазопрессина и усиливается реабсорбция воды;
- ангиотензин II вызывает также чувство жажды, что способствует увеличению жидкости в организме

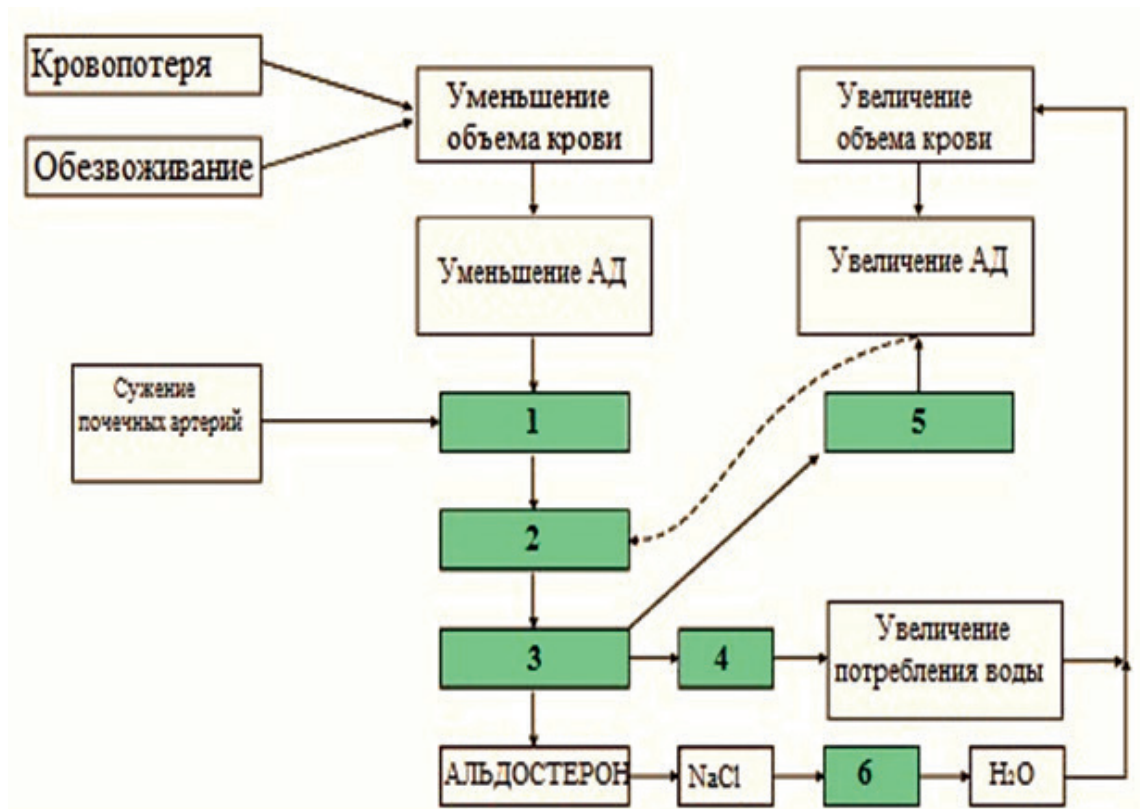


Схема регуляции водно-солевого гомеостаза

Заполните таблицу «Характеристика гормонов, регулирующих водно-солевой обмен», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Гормон	Место синтеза	Стимулы	Механизм действия	Органы-мишени	Эффект действия
АДГ					
Альдостерон					
ПНФ					

Заполните таблицу «Нормальные и патологические компоненты мочи», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы

Нормальные компоненты мочи	Патологические компоненты мочи
Органические вещества:	
Неорганические (минеральные) вещества:	

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Вода участвует во всех перечисленных физиологических процессах, кроме:

- А) гидролиза питательных веществ в ЖКТ;
- Б) растворения органических и минеральных веществ;
- В) создания гидратной оболочки и формирования пространственного строения макромолекул;
- Г) экскреции продуктов метаболизма;
- Д) создания онкотического давления.

2. Найдите соответствие:

- | | |
|---------------------|---|
| А) мочевины; | 1. Содержится в моче взрослых в норме |
| Б) креатин; | 2. Появляется при патологии |
| В) глюкоза; | 3. Определяется в моче грудных детей |
| Г) альбумин; | 4. Появляется при большой физической нагрузке |
| Д) Ca^{2+} | |
| Е) Уробилин | |
| Ж) Креатинин | |

3. Определите, при какой патологии обмена веществ наблюдаются состояния:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| А) протеинурия | 1. Гломерулонефрит |
| Б) глюкозурия | 2. Сахарный диабет |
| В) кетонурия | 3. Порфирия |
| Г) порфиринурия | 4. Интенсивная мышечная нагрузка |
| Д) креатинурия | 5. Миопатия |
| Е) гематурия и гемоглобинурия | |

4. Во вторичной моче практически отсутствуют (находятся в очень малых количествах):

- А) хлориды;
- Б) креатинин;
- В) ацетоновые тела;
- Г) аминокислоты;
- Д) мочевины;

5. Для регуляции кислотно-основного баланса в почках активируется:

- А) выведение оксалатов;
- Б) выведение аммонийных солей;
- В) выведение бикарбонатов;
- Г) выведение хлоридов;
- Д) глутаминаза.

6. Какие камни образуются в кислой моче?

- А) оксалатные;
- Б) фосфатные;
- В) цитратные;
- Г) уратные;
- Д) карбонатные.

7. Ложная протеинурия наблюдается при патологии:

- А) почек;
- Б) надпочечников;
- В) мочевыводящих путей;
- Г) капсулы Боумена – Шумлянского.

8. Для ангиотензиногена характерно:

- А) синтезируется в процессе трансляции;
- Б) подвергается действию протеолитического фермента;
- В) не образуется при поражении печени;
- Г) превращается под действием ренина в ангиотензин I;
- Д) стимулирует секрецию альдостерона.

9. Для предсердного натрийуретического фактора нехарактерно:

- А) связывание с рецептором, обладающим каталитической активностью;
- Б) активация протеинкиназы G;
- В) стимуляция секреции альдостерона;
- Г) увеличение экскреции воды;
- Д) расширение сосудов.

10. Механизм действия альдостерона:

- А) задержка воды в организме;
- Б) увеличение почечной реабсорбции натрия;
- В) увеличение почечной экскреции калия;
- Г) увеличение содержания натрия в клетках;
- Д) сужение сосудов.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Подберите пару симптомов из обеих колонок, характерных для диабета:

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| А) D мочи = 1,02 | 1. Суточный диурез 2 л. |
| Б) D мочи = 1,022 | 2. Суточный диурез 6 л. |
| В) D мочи = 1,20 | 3. Суточный диурез 1 л. |
| Г) D мочи = 1,5 | 4. Суточный диурез 20 л. |

Какие лабораторные исследования необходимо провести для уточнения диагноза?

Задача 2. Подберите пару симптомов из обеих колонок, характерных для диабета:

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| А) глюкозурия – нет | 1. Гликемия 5,5 ммоль/л |
| Б) глюкозурия – 1 % | 2. Гликемия 8,0 ммоль/л |
| В) глюкозурия – следы | 3. Гликемия 15,0 ммоль/л |

Задача 3. Подберите параметры анализа мочи из обеих колонок, характерные для механической желтухи, ответ обоснуйте:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| А) моча цвета пива | 1. Урохром |
| Б) моча соломенно-желтая | 2. Уробилин (истинный) |
| В) моча красного цвета | 3. Стеркобилиноген |
| Г) светло-желтая моча | 4. Билирубин |

Задача 4. В обычных условиях неизбежная суточная потеря воды взрослым человеком составляет около 2500 мл. Сколько воды теряется:

- а) с выдыхаемым воздухом;

- б) с мочой;
- в) через кожу в виде пота?

Задача 5. В эпителиоцитах дистального отдела нефрона у человека и животных отмечается высокая активность фермента глутаминазы. Фермент катализирует реакцию гидролитического расщепления глутамина до глутамата и аммиака.

- а) напишите реакцию, катализируемую глутаминазой;
- б) нейтрализуйте полученный аммиак в почках;
- в) объясните роль глутамина.

Задача 6. Назовите патологии, при которых в моче обнаруживаются в значительных количествах следующие соединения:

- а) глюкоза, ацетоацетат, ацетон, β -гидроксибутират;
- б) фенилпиروвиноградная кислота, фенилуксусная кислота и фенилмолочная кислота;
- в) альбумин.

Задача 7. В почках образуется протеаза, запускающая в крови каскад реакций, завершающийся образованием соединения, регулирующего кровяное давление. Секреция данной протеазы в кровь возникает в ответ на снижение кровенаполнения приносящей клубочковой артериолы и повышение концентрации ионов натрия в дистальном отделе нефрона:

- а) назовите протеазу, место синтеза в почках;
- б) напишите каскад реакций, запускаемый почечной протеазой;
- в) какой гормон образуется в коре надпочечников в ответ на взаимодействие их клеток с конечным продуктом вышеописанного каскада реакций.

Задача 8. Увеличение реабсорбции воды в клетках собирательных канальцев почек происходит при взаимодействии гормона вазопрессина с рецепторами V₂, расположенными на мембранах этих клеток. Активация протеинкиназы А ускоряет фосфорилирование ряда белков. Это приводит к увеличению числа белков аквапоринов 2, которые осуществляют транспорт воды (реабсорбцию). В результате этого увеличивается проницаемость мембран клеток для воды. Объясните участие трансмембранных систем передачи сигналов в регуляции сорбции воды в почках. Для этого ответьте на вопросы:

- а) какая система осуществляет трансдукцию сигнала вазопрессина? Приведите схему данной системы и опишите ее активацию;
- б) как протеинкиназа А, которая активируется антидиуретическим гормоном (АДГ), может увеличивать экспрессию гена аквапорина 2? Представьте соответствующую схему;
- в) к какому типу относится рецептор V₂? Какие еще типы рецепторов вы знаете?

Задача 9. У больного уремия. Наблюдаются судороги, потеря сознания. Как изменится уровень остаточного азота? Креатинина в крови? В моче?

Задача 10. У больного в крови содержится мочевиная кислота в концентрации 1 ммоль/л; содержание креатинина в сыворотке крови 130 мкмоль/л. Какое заболевание можно предположить у данного больного?

Задача 11. У больного при обследовании обнаружены гипертензия, пониженная концентрация калия в крови. Активность ренина снижена, уровень альдостерона в плазме крови выше нормы. При компьютерной томографии обнаружили опухоль левого надпочечника. Можно ли больному рекомендовать для лечения гипертонии препараты – ингибиторы ангиотензин превращающего фермента (АПФ)?

Тема 10. Биохимия соединительной ткани

Цель – изучить особенности состава, строения и обмена соединительной ткани как основы структурно-функциональной организации органов и тканей организма. Уметь интерпретировать особенности биохимического состава и метаболизма соединительной ткани в норме и его возможные нарушения для последующего использования полученных знаний на клинических кафедрах.

Заполните таблицу «Строение основных гликозаминогликанов», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Гликозаминогликан	Дисахарид		Структурная формула дисахаридного фрагмента
	гексуриновая кислота	гексозамин	
Гепарансульфат			
Гиалуроновая кислота			
Дерматансульфат			
Кератансульфат			
Хондроитинсульфат			

Заполните таблицу «Сравнительная характеристика коллагена и эластина», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Показатель	Коллаген	Эластин
Функция		
Локализация		
Преобладающие аминокислоты		
Уникальные аминокислоты		
Пространственная структура		
Генетические разновидности		
Наличие углеводов		
Внутримолекулярные сшивки		
Наличие сигнального пептида в процессе биосинтеза		

Заполните таблицу «Характеристика синтеза и процессинга коллагена», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Стадии синтеза и процессинга коллагена	Место протекания синтеза
Синтез препроколлагена	
Гидролитическое отщепление сигнального пептида	
Гидроксилирование аминокислотных остатков пролина и лизина	
Гликозилирование аминокислотных остатков гидроксилизина	
Образование тройной спирали проколлагена	
Отщепление С- и N-концевых пептидных последовательностей	
Объединение молекул тропоколлагена	

Заполните таблицу «Сравнение некоторых биологических функций коллагена и эластина», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Белок	Роль в процессах заживления ран	Изменения, наступающие при старении
Коллаген		
Эластин		

Задание 1. Изобразите схему строения протеогликановых агрегатов. Укажите составные компоненты.

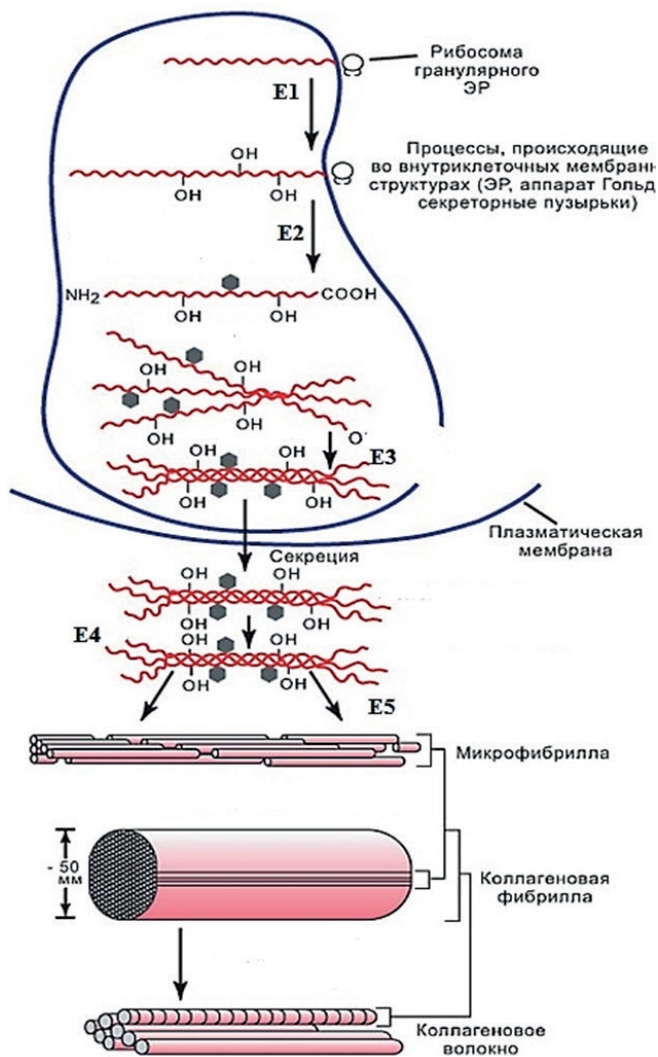
Задание 2. Составьте схему, иллюстрирующую механизм действия паратгормона.

Задание 3. Составьте схему, иллюстрирующую механизм действия кальцитонина.

Заполните таблицу «Роль гормонов в метаболизме костной ткани», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Гормон	Место синтеза	Химическая природа	Локализация рецепторов в клетках-мишенях	Механизм действия
Паратгормон				
Тиреокальцитонин				
Соматотропный гормон				
Глюкокортикоиды				
Эстрогены				
Тестостерон				

Задание 4. Дополните схему «Синтез и процессинг коллагена», указав основные этапы (внутриклеточный и внеклеточный), ферменты и витамины, необходимые для синтеза коллагена.



ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Восстановите последовательность событий. Биосинтез коллагена и образование коллагеновых волокон включают этапы:

- А) отщепление N- и C-концевых фрагментов
- Б) гидроксирование лизина и пролина;
- В) формирование коллагеновых волокон;
- Г) образование проколлагена;
- Д) синтез пептидных цепей препроколлагена.

2. Выберите один неправильный ответ. Для эластина характерно:

- А) является фибриллярным белком;
- Б) способен к обратимому растяжению;
- В) преобладает в крупных сухожилиях;
- Г) присутствует в стенках крупных сосудов;
- Д) не имеет определенной конформации.

3. Выберите правильные ответы. Для проявления активности лизилоксидазы необходимы:

- А) O_2 ;
- Б) Cu^{2+} ;
- В) витамин С;
- Г) витамин B_6 ;
- Д) витамин РР.

4. Выберите правильные ответы. Функции протеогликанов в организме:

- А) являются структурными компонентами межклеточного матрикса;
- Б) выполняют рессорную функцию в суставных хрящах;
- В) участвуют в поддержании тургора различных тканей;
- Г) способствуют созданию фильтрационного барьера в почках и легких;
- Д) играют роль молекулярного сита, препятствуют распространению патогенных микроорганизмов.

5. Укажите причины изменений, наступающих при старении:

- А) увеличивается соотношение: протеогликаны/волокна;
- Б) уменьшается количество связанной воды;
- В) уменьшается соотношение: протеогликаны/волокна;
- Г) увеличивается тургор тканей;
- Д) увеличивается количество связанной воды.

6. Фибронектин относят к адгезивным белкам, так как:

- А) фибронектин располагается внутри клеток;
- Б) фибронектин имеет несколько центров связывания с лигандами;
- В) является металлопротеином;
- Г) фибронектин не располагается в межклеточном пространстве.

7. Чем обусловлена высокая прочность коллагеновых волокон?

- А) взаимодействием протеогликанов с коллагеновыми фибриллами;

- Б) наличием большого количества водородных связей;
- В) множеством ковалентных связей между молекулами тропоколлагена;
- Г) образованием дисульфидных мостиков.

8. Установите соответствие:

- | | |
|-------------------------|---|
| А) коллаген; | 1. Является самым большим протеогликаном |
| Б) эластин; | 2. Первичная структура включает последовательность [Гли-Х-У] _n |
| В) фибронектин; | 3. Состоит из 2 полипептидных цепей, имеющих несколько доменов |
| Г) агрекан; | |
| Д) гиалуроновая кислота | |

9. Выберите правильные ответы. Основные структурные компоненты базальных мембран:

- А) коллаген IV типа;
- Б) коллаген II типа;
- В) ламинин;
- Г) нидоген;
- Д) гепарансульфатсодержащие протеогликаны.

10. Больная 36 лет, страдает коллагенозом. Увеличение содержания какого метаболита будет наиболее достоверно повышено в моче?

- А) оксипролина;
- Б) индикана;
- В) креатинина;
- Г) мочевины;
- Д) уробилиногена.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Коллаген – белок соединительной ткани, на который приходится более 25 % суммарного белка организма человека. Это полифункциональный белок. Известно около 12 типов коллагена.

1. Назовите витамин, участвующий в гидроксировании остатков пролина в проколлагене.
2. Какие производные аминокислот присутствуют в молекуле зрелого коллагена?
3. Почему нативный коллаген не растворим в воде, а после тепловой денатурации растворим?

Задача 2. Какой из этапов биосинтеза коллагена нарушается при цинге и почему?

Задача 3. Напишите реакцию биосинтеза коллагена, для которой необходим витамин С, укажите соответствующий фермент.

Задача 4. Перечислите компоненты, которые необходимы для проявления активности пролилгидроксилазы.

Задача 5. Родители шестимесячного мальчика обратились к педиатру с жалобами на беспокойное состояние ребенка, плохой аппетит, кровоточивость десен, кровянистые выделения из носа, отеки конечностей. При обследовании в моче были обнаружены эритроциты. Поставлен диагноз Синдром Меллера – Барлоу (авитаминоз С у детей). Почему недостаток витамина С приводит к возникновению заболевания с подобными симптомами?

Задача 6. Врач, назначая лечение больному ревматическим заболеванием, рекомендовал, в числе прочих аскорбиновую кислоту. Объясните это назначение.

Задача 7. При гиперпаратиреозе увеличивается в моче количество оксипролина и количество кальция. Объясните этот факт.

Задача 8. При каких патологических состояниях в межклеточном веществе соединительной ткани увеличивается количество кислых гликозаминогликанов? С генетическим дефектом, каких ферментов связано формирование этой группы наследственных заболеваний?

Задача 9. Какие изменения метаболизма соединительной ткани при старении приводят к снижению эластичности кожи и формированию морщин? Для этого перечислите: как меняются содержание воды, соотношение основное вещество/волокна, физико-химические свойства коллагена, снижение содержания каких компонентов происходит, какие волокна в дерме становятся преобладающими при старении.

Задача 10. Мукополисахаридозы – группа болезней, обусловленных недостатком ферментов, расщепляющих гликозаминогликаны. Пациенты с этими заболеваниями имеют низкий рост и деформацию грудной клетки, вследствие дефекта развития костного скелета. Объясните механизм наблюдаемых нарушений. Охарактеризуйте роль протеогликанов в развитии костной ткани.

Задача 11. Увеличение количества кальцитриола, например, при гипервитаминозе D₃, приводит к деструкции как минерального, так и органического компонентов костей. Катаболизм, какого белка соединительной ткани будет нарастать при этом состоянии? Концентрация, каких компонентов будет увеличиваться в моче?

Задача 12. Перечислите биохимические показатели, используемые в клинической практике в качестве критерия резорбции костной ткани.

Тема 11. Биохимия мышечной ткани

Цель – рассмотреть строение, обмен веществ, образование энергии и биохимические механизмы мышечного сокращения, особенности строения, обмена веществ.

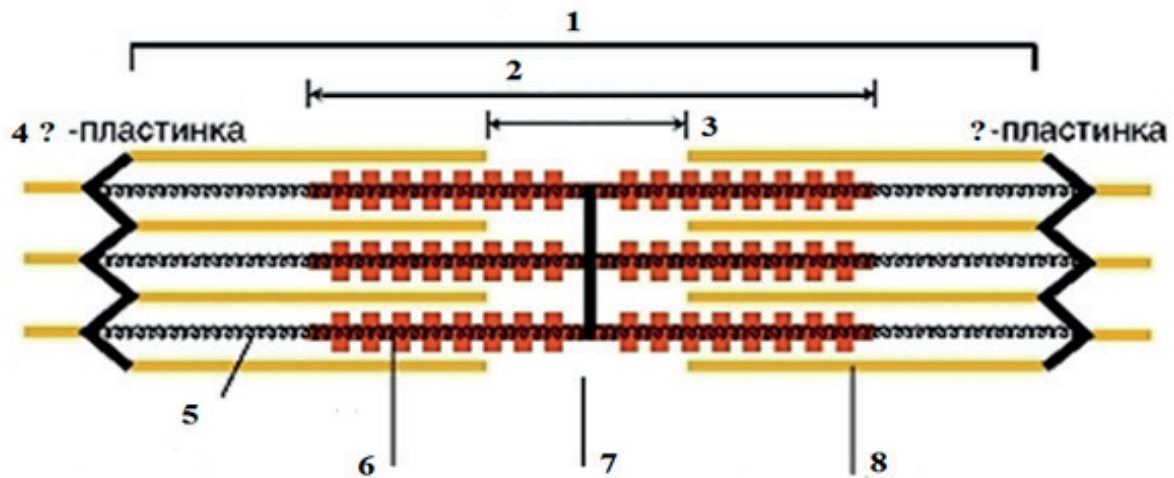
Заполните таблицу «Сравнительная характеристика актин-миозинового взаимодействия в поперечнополосатых и гладких мышцах», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Признаки	Поперечнополосатые мышцы	Гладкие мышцы
Белки мышечных филаментов		
Ингибитор взаимодействия F-актина с миозином		
Сокращение активируется		
Прямое действие Ca ²⁺		
Действие связанного с белком Ca ²⁺		

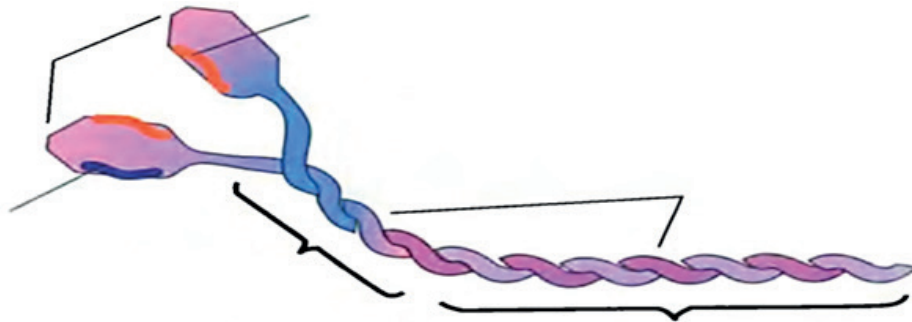
Заполните таблицу «Характеристика быстрых и медленных скелетных мышц», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Характеристика	Быстрая скелетная мышца	Медленная скелетная мышца
Цвет		
Активность миозиновой АТФазы		
Утилизация энергии		
Наличие миоглобина		
Частота сокращений		
Длительность сокращений		

Задание 1. На рисунке напишите названия основных элементов структуры саркомера.



Задание 2. Отметьте на рисунке структурные части миозина соответствующими цифрами.

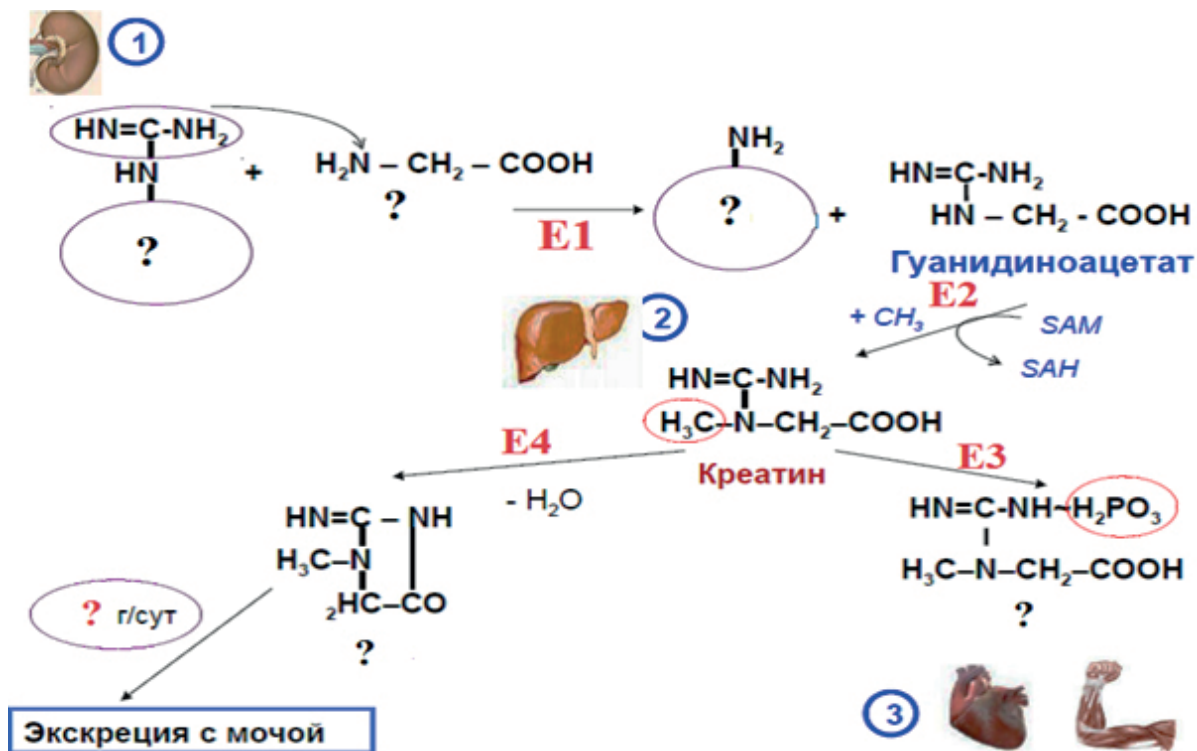


Укажите на рисунке места расщепления молекулы миозина трипсином и папаином.

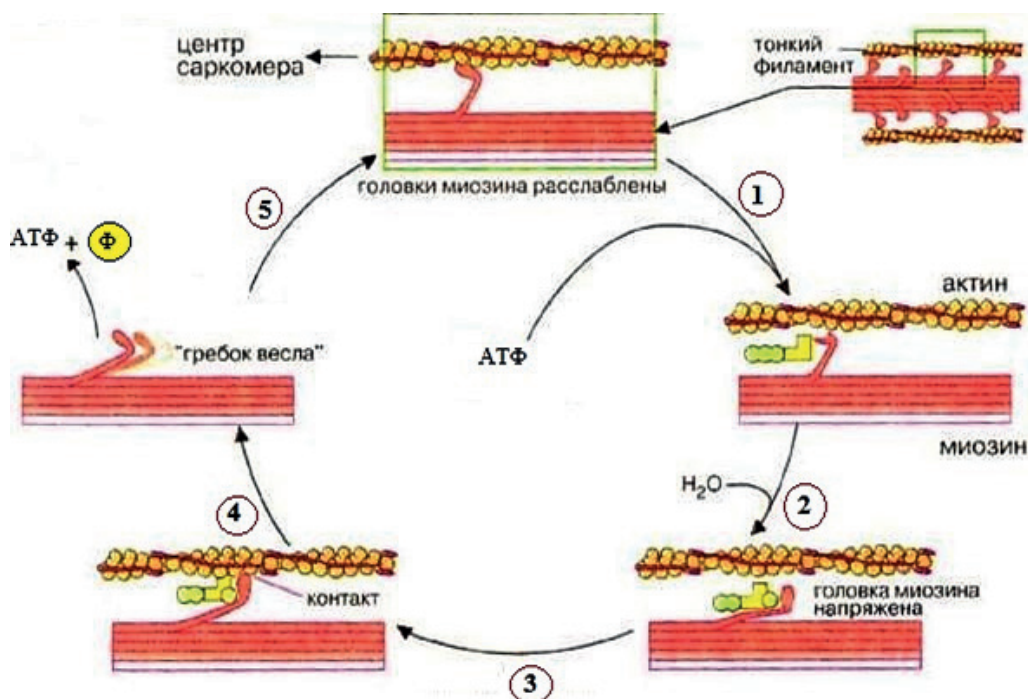
Задание 3. Перечислите основные источники энергии в мышцах. Какой из путей ресинтеза АТФ является самым быстрым? Отметьте его красным цветом.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

Задание 4. Дополните схему, отметив какие аминокислоты являются исходными для синтеза креатина. Назовите ферменты, необходимые для синтеза креатина из этих аминокислот.



Задание 5. Опишите механизм сокращения миофибрилл согласно указанным стадиям.



Заполните таблицу «Регуляция обмена гликогена в мышцах», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Состояние	Изменение содержания (↑↓)	Изменение скорости процессов в мышцах (↑↓)
Состояние покоя в постабсорбтивный период	В крови: инсулин	Транспорт глюкозы
Состояние покоя после приема углеводсодержащей пищи	В крови: инсулин	Транспорт глюкозы Синтез гликогена
Физические упражнения	В крови: адреналин	Синтез гликогена
	В мышцах: АМФ Ca ²⁺ -кальмодулин	Гликогенолиз Гликолиз

Задание 6. Мышечное сокращение – энергозависимый процесс, использующий в качестве источника энергии АТФ. Однако имеющихся запасов этого соединения в мышечной клетке (после её стимуляции) хватает не более чем на одну секунду:

- назовите энергоносители, используемые мышцами для регенерации АДФ до АТФ;
- напишите реакции цикла Кори, объясните его значение для организма;
- какое соединение поступает из мышц в кровь, а из неё в мочу при тяжелой физической работе?

Задание 7. Образование лактата – метаболический тупик. Организм прибегает к его образованию при дефиците кислорода (некоторые ткани) или отсутствии аэробных механизмов окисления субстратов (эритроциты). Однако лактат может участвовать в метаболизме снова, поступая из клеток в кровь, а из нее в клетки тех органов, где возможно его преобразование:

- а) как будет усваиваться лактат в миокарде?
- б) как будет усваиваться лактат в печени?
- в) как будет усваиваться лактат в красных мышцах?

Задание 8. Какую функцию выполняет белок дистрофин? Какое заболевание развивается при недостаточности этого белка? В чем причина нарушений и каковы их проявления?

Задание 9. Какой белок придает тропониновому комплексу чувствительность к катионам кальция? Каков механизм активации тропонинового комплекса при мышечном сокращении?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Азотистые экстрактивные вещества:

- А) карнозин;
- Б) холин;
- В) глутатион (глутаминилцистеилглицин);
- Г) креатин;
- Д) креатинин;
- Е) карнитин.

2. Выберите и расставьте в соответствующем порядке ферменты, при участии которых происходит мобилизация гликогена в мышцах:

- А) фосфорилаза активная;
- Б) протеинкиназа активная (димер C2);
- В) глюкозо-6-фосфатаза;
- Г) аденилатциклаза активная;
- Д) аденилатциклаза неактивная;
- Е) фосфорилаза неактивная;
- Ж) протеинкиназа неактивная (тетрамер R2-C2).

3. Установите соответствие:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| А) миофибрилярные белки; | 1. Миозин |
| Б) саркоплазматические белки; | 2. Миоглобин |
| В) белки стромы. | 3. Актин |
| | 4. Мышечные глобулины |
| | 5. Тропомиозин |

4. Релаксация мышц (возврат системы сокращения в исходное состояние) обеспечивается:

- А) необходимым количеством АТФ;
- Б) уменьшением концентрации ионов кальция в саркоплазме;
- В) увеличением содержания гликогена в мышцах;
- Г) мобилизацией жирных кислот на окисление;
- Д) ингибированием передачи ацетилхолина.

5. Утомление мышц связано с:

- А) отсутствием АТФ;
- Б) накоплением молочной кислоты;
- В) накоплением жирных кислот;
- Г) увеличением запаса гликогена;
- Д) увеличением продукции кетоновых тел.

6. Синтез креатинина происходит в:

- А) головном мозге;
- Б) легких;
- В) почках;
- Г) печени;
- Д) мышцах.

7. Больной 50 лет обратился в клинику с жалобами на общую слабость, потерю аппетита, аритмию. Наблюдается гипотония мышц, вялые параличи, послабления перистальтики кишечника. Причиной такого состояния может быть:

- А) гипокалиемия;
- Б) гипопроотеинемия;
- В) гиперкалиемия;
- Г) гипофосфатемия;
- Д) гипонатриемия.

8. Все утверждения относительно процесса расслабления мышц верны, кроме:

- А) снижение концентрации Ca^{2+} в саркоплазме ведёт к распаду комплексов I и II;
- Б) тропонин I подавляет взаимодействие миозиновой головки с F-актином;
- В) блокировка активных центров F-актина приводит к распаду актомиозина;
- Г) для процесса расслабления требуется энергия в виде ГТФ.

9. Все утверждения относительно сокращения гладких мышц верны, кроме:

- А) сокращения гладких мышц регулируются ионами Ca^{2+} опосредованно;
- Б) регуляторная легкая цепь миозина активирует связывание головки миозина с F-актином;
- В) ионы кальция соединяются с кальмодулином, вызывая в нем конформационные изменения;
- Г) регуляторная легкая цепь миозина ингибирует связывание головки миозина с F-актином.

10. Все утверждения относительно особенностей энергетического обмена в мышцах верны, кроме:

- А) источником АТФ служат процессы гликолиза, β -окисления, ЦТК и ЦПЭ;
- Б) ресинтез АТФ протекает по миокиназному (аденилаткиназному) пути;
- В) ресинтез АТФ протекает по креатинкиназному пути;
- Г) источником АТФ служат процессы гликолиза и пентозофосфатного пути.

11. Пептиды карнозин и анзерин, обнаружены в мышцах всех позвоночных и:

- А) обеспечивают высвобождение нейромедиатора;

- Б) обеспечивают увеличение амплитуды мышечного сокращения;
- В) обеспечивают связывание ацетилхолина с холинорецепторами;
- Г) тормозят высвобождение ионов кальция из концевых цистерн ретикулума;
- Д) синтезируются из β -аланина и гистидина.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. У больного с прогрессирующей мышечной дистрофией в сыворотке крови повышена концентрация креатина и понижена концентрация креатинина. Дайте объяснение этому?

Задача 2. Описано два типа заболеваний мышц. Один характеризуется дефектом фосфоорилазы, другой – фосфофруктокиназы. Какие общие симптомы характерны для этих заболеваний? Какие различия в обмене углеводов будут наблюдаться? Назначьте лечение.

Задача 3. Описано два типа заболеваний. Для одного характерен дефект фосфоорилазы мышц, для другого – печени. Назовите признаки этих заболеваний. Как изменится концентрация лактата в крови после физической нагрузки? Какова реакция больных на введение глюкагона?

Задача 4. При наследственном заболевании в результате дефекта ферментов, участвующих в синтезе карнитина, снижена его концентрация в скелетных мышцах. Как это скажется на способностях выполнять длительную физическую нагрузку и почему?

Задача 5. При длительных физических нагрузках запасы гликогена истощаются не только в работающих, но и в неработающих мышцах. Объясните механизм взаимосвязи обмена гликогена в этих тканях. Какой орган опосредует эту взаимосвязь?

Задача 6. Организм подвергся кратковременной, но сильной физической нагрузке. Какие соединения использовались в качестве основного энергосубстрата? Как изменилась продукция адреналина, АКТГ, ГКС, инсулина, глюкагона?

Задача 7. Известно, что АТФ и фосфокреатин служат источником энергии в мышцах. При сокращении скелетной мышцы в ней снижается концентрация фосфокреатина, тогда как концентрация АТФ остается практически постоянной. После предварительной обработки мышцы фтор-2,4-динитробензолом концентрация АТФ в ней быстро падает, тогда как концентрация фосфокреатина остается неизменной на протяжении серии сокращений. Дайте пояснения этому явлению.

Задача 8. В какой последовательности будут использоваться разные источники энергии в скелетной мускулатуре при беге, начиная с первых секунд мышечного сокращения и до завершения дистанции 5 км?

Задача 9. При длительном голодании белки скелетных мышц используются в качестве источника энергии. Перечислите, какие превращения должны произойти с этими белками и продуктами их распада в скелетных мышцах и в печени, прежде чем сердечная мышца и мозг смогут использовать энергию их распада.

Задача 10. Фармацевтическая промышленность выпускает анаболические стероиды – синтетические производные андрогенов, почти лишенных андрогенных свойств, но стимулирующих окислительное фосфорилирование, биосинтез белка. Целесообразно ли применение спортсменам для стимуляции развития мускулатуры?

Тема 12. Биохимия нервной ткани

Цель – рассмотреть строение, обмен веществ, образование энергии, молекулярные механизмы синаптической передачи и биохимические основы механизмов психической функции нервной системы.

Заполните таблицу «Липидный состав мозга человека», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Фракции липидов	Серое вещество	Белое вещество

Заполните таблицу «Химический состав мембран нервной ткани», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Мембрана	Липидные компоненты
<i>Нейрон</i>	
Плазматическая мембрана	
Дендриты	
Синаптическая мембрана	
Миелин	
<i>Глия</i>	
Плазматическая мембрана	
Олигодендроглия	
Астроциты	

Заполните таблицу «Функции белков и пептидов нервной системы», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Название белка/пептида	Выполняемая роль

Заполните таблицу «Соединения, влияющие на синаптическую передачу», используя материалы лекций, учебников и дополнительной литературы.

Медиатор	Строение, синтез	Инактивация	Рецептор, синапс	Функции
Норадреналин				
Дофамин				
Ацетилхолин				
ГАМК				
Серотонин				
Глицин				
Эндорфины, энкефалины				

Выполните задания:

1. Обведите синим липиды, которых больше в сером веществе головного мозга и красным те, которых больше в белом веществе.

Холестерин, сфингомиелин, цереброзиды, фосфатидилсерины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилхолины, ганглиозиды, плазмалогены.

2. Где потребление кислорода больше: в ткани головного мозга или в мышцах? Во сколько раз?

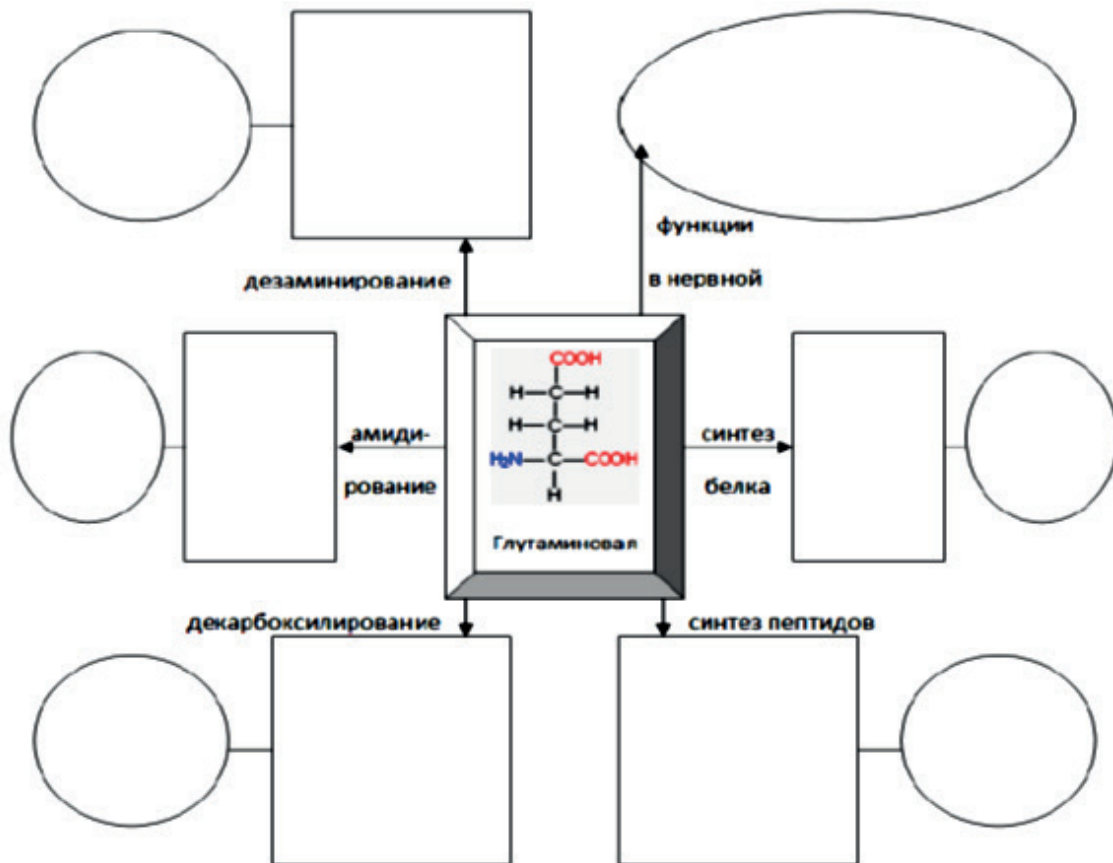
3. Что является основным субстратом тканевого дыхания в головном мозге?

4. Из какого вещества образуется в организме ацетилхолин? Назовите фермент, разрушающий ацетилхолин.

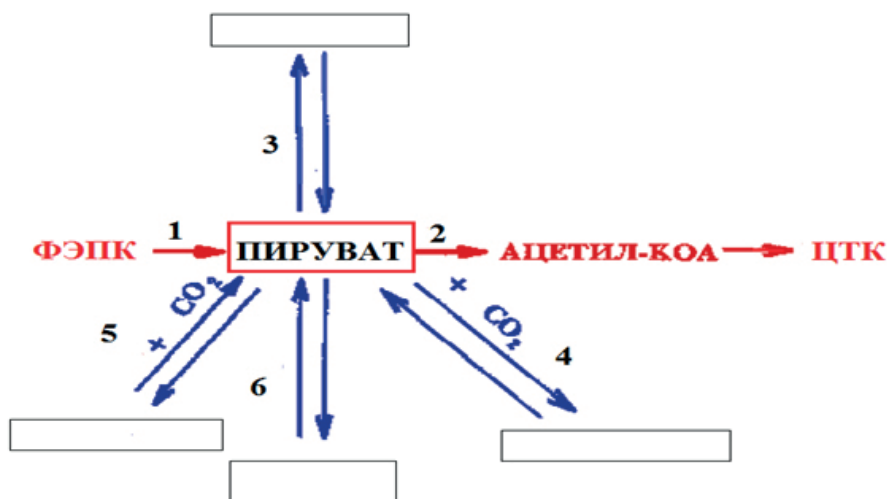
Задание 1. Дополните схему «Метаболизм глутаминовой кислоты в головном мозге»: укажите ферменты, метаболиты и витамины, необходимые для нормального протекания метаболизма.



Заполните схему «Роль глутаминовой кислоты в метаболизме нервной ткани»: в прямоугольники впишите структурные формулы и названия веществ, получающихся из глутамата в соответствующих процессах, а в овалы – их функции и функции глутамата.



Задание 2. Дополните схему «Пути метаболизма пирувата в головном мозге»: укажите ферменты, метаболиты.



Задание 3. Передача сигналов между нейронами осуществляется в синапсах с помощью сигнальных веществ, медиаторов. Ацетилхолин – один из таких медиаторов:

- напишите синтез ацетилхолина;
- что происходит в пресинаптической мембране при поступлении на нее потенциала действия?
- опишите структуру никотинового холинергического рецептора;
- какова роль ацетилхолинэстеразы?

Задание 4. В головном мозге отмечается высокая активность обмена аминокислот. Некоторые аминокислоты в нейронах используются в качестве нейромедиаторов, а другие являются исходным материалом для их синтеза:

- назовите аминокислоты, используемые в качестве нейромедиаторов;
- напишите ГАМК-шунт;
- напишите синтезы гистамина и серотонина.

Задание 5. В чем заключается адаптогенная роль янтарной кислоты? Какой стресс-лимитирующий фактор образуется в организме из янтарной кислоты? Написать химические реакции, приводящие к его образованию.

Задание 6. Токсическое действие аммиака на клетки мозга объясняется, в частности, нарушением образования нейромедиаторов. Синтез какого из известных Вам нейромедиаторов будет нарушен в первую очередь?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. При интенсивной нагрузке мозг обеспечивается энергией почти полностью за счет:

- анаэробного гликолиза;
- пентозофосфатного окисления глюкозы;
- аэробного распада глюкозы;
- катаболизма кетоновых тел;
- окисления жирных кислот.

2. Детоксикация аммиака в нервной ткани осуществляется путем:

- А) синтеза мочевины;
- Б) восстановительного аминирования α -кетоглутаровой кислоты;
- В) глутаминсинтезной реакции;
- Г) восстановительного аминирования α -кетоглутаровой кислоты и синтеза глутамина.

3. Содержание нейроспецифической энolahзы в коре больших полушарий головного мозга выше, чем в стволе головного мозга. Активность какого метаболического процесса преобладает в коре по сравнению со стволом головного мозга?

- А) гликолиза;
- Б) гликогенолиза;
- В) липолиза;
- Г) синтез гликогена;
- Д) синтез миелина.

4. У пациента с длительным эпилептическим приступом в очаге возбуждения вследствие распада биогенных аминов постоянно образуется аммиак, обезвреживание которого в головном мозге происходит при участии:

- А) глутаминовой кислоты;
- Б) мочевой кислоты;
- В) аминомасляной кислоты;
- Г) серина;
- Д) липоевой кислоты.

5. У больного с черепно-мозговой травмой наблюдаются эпилептиформные судорожные припадки, которые регулярно повторяются. Образование какого биогенного амина нарушено при этом состоянии?

- А) гистамина;
- Б) ГАМК;
- В) адреналина;
- Г) серотонина;
- Д) дофамина.

6. Глутаминовая кислота в мозговой ткани не принимает участие:

- А) в синтезе глутамина;
- Б) в образовании ключевого метаболита цикла трикарбоновых кислот – 2-оксоглутарата;
- В) в образовании медиатора тормозных процессов – гамма-аминомасляной кислоты;
- Г) в биосинтезе глутатиона;
- Д) в биосинтезе мочевины.

7. Критерии, предъявляемые к медиаторам: все перечисленные, за исключением:

- А) медиатор содержится в тех нейронах, где освобождается;
- Б) в нейронах, где хранится и освобождается медиатор, обеспечен его синтез и инактивация;
- В) при раздражении нейрона медиатор выделяется в синаптическую щель;
- Г) оказывает раздражение на постсинаптическую мембрану, вызывая специфический эффект;
- Д) по окончании сигнала – разрушается или захватывается пресинаптической мембраной.

8. Особенности нейропептидов:

- А) существование белков-предшественников с большой массой;
- Б) эффективны в чрезвычайно малых дозах;
- В) дистантность действия;
- Г) специфичность действия;
- Д) являются предшественниками медиаторов;
- Е) все перечисленное верно.

9. Основная функция ацетилхолина в центральной нервной системе:

- А) терморегуляция;
- Б) эмоциональная реакция страха;
- В) стимуляция сократительной активности мышц;
- Г) формирование эмоций;
- Д) в механизмах памяти и обучения.

10. Биологическая роль холестерина в миелине:

- А) является рецептором внешних сигналов;
- Б) отвечает за специфичность клеточной поверхности, распознавание клеток, их адгезию;
- В) блокирует перенос информации в мембране;
- Г) принимает участие в формировании потенциала действия;
- Д) оказывает специфическое действие на электрическую стабильность нервной ткани.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. В клинической практике барбитураты применяют в качестве снотворных средств. Опишите механизм действия с биохимической точки зрения.

Задача 2. Больной поступил в нервное отделение больницы с жалобами на прогрессирующую мышечную слабость большинства мышц, уменьшение мышечной массы. Какой анализ должен провести врач при биохимическом обследовании больного?

Задача 3. Общеизвестно применение аминокислоты глицин, как самостоятельного лекарственного средства. В то же время нарушения в функционировании нервной ткани сопровождаются повышенной концентрацией глицина в моче. Каково биохимическое обоснование применения глицина как фармацевтического препарата в неврологии?

Задача 4. Почему нервная ткань, и прежде всего, мозг используют именно глюкозу в качестве основного субстрата окисления? В то же время жирные кислоты – общепризнанный аккумулятор энергии – нервная ткань не использует. Как это объяснить, с учетом того обстоятельства, что нервная ткань характеризуется и очень нуждается в высоком уровне энергетического обмена?

Задача 5. АТФ – универсальный энергоемкий продукт. Учитывая, что нервная ткань характеризуется высоким уровнем энергетического обмена, можно было ожидать значительных запасов АТФ в нервной ткани. Однако запаса АТФ там нет. Почему? Каковы возможные пути использования АТФ?

Задача 6. Некоторые свободные аминокислоты и их производные обнаружены в нервной ткани в довольно высоких концентрациях. В чем причина этого феномена? Перечислите эти аминокислоты и охарактеризуйте их нейромедиаторные функции.

Задача 7. Широко обсуждается вопрос о пищевой добавке на основе глутаминовой кислоты – глутамате натрия, точки зрения различны:

1. Достаточно известен синдром «китайских ресторанов» – неврологические проявления в виде онемения, тошноты, головных болей.

2. Советские ученые в свое время разработали состав поливитамина «Глутамевит», содержащего глутамат, для адаптации к различным стрессам.

3. При нарушениях орнитинового цикла в качестве терапии применяют глутамат:

а) объясните такие разнонаправленные биологические эффекты глутаминовой кислоты с биохимической точки зрения;

б) вспомните значения глутамата для обмена аминокислот;

в) выразите свое мнение по этой проблеме.

Задача 8. При дефиците витамина В₆ у грудных детей, находившихся на искусственном вскармливании, описаны поражения нервной системы. Объясните биохимические механизмы развития патологии.

Задача 9. Объясните, почему при недостатке липоевой кислоты наблюдается поражение нервной системы.

Задача 10. Содержание нейроспецифической енолазы в коре больших полушарий головного мозга больше, чем в стволе головного мозга. Исходя из этих данных, активность какого метаболического процесса преобладает в коре головного мозга по сравнению со стволом головного мозга?

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Березов Т.Т.* Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1990.
2. *Северин Е.С.* Биологическая химия: учебник / Е.С. Северин, Т.Л. Алейникова и др. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 368 с.
3. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 784 с.
4. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина, А.Я. Николаева. 3 изд. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2005. – 441 с.
5. Биохимия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2008. – 384 с.
6. Биохимия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2011. – 624 с.
7. *Николаев А.Я.* Биологическая химия / А.Я. Николаев. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство». – 2004. – 566 с.
8. *Щербак И.Г.* Биологическая химия: учебник / И.Г. Щербак. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2005. – 480 с.

Дополнительная

1. *Страйер Л.* Биохимия: в 3 т. / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984.
2. *Лениджер А.* Основы биохимии: в 3 т. / А. Лениджер. – М.: Мир, 1985.
3. *Уайт А.* Основы биохимии / А. Уайт и др.: в 3 т. – М.: Мир, 1981.
4. *Марри Р.* Биохимия человека / Р. Марри и др. – М.: Мир, 1993.
5. *Строев Е.А.* Биологическая химия / Е.А. Строев. – М.: Высшая школа, 1986.
6. *Болдырев А.А.* Биологические мембраны и транспорт ионов / А.А. Болдырев. – М., 1985.
7. *Скулачев В.П.* Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии / В.П. Скулачев. – М.: Высшая школа, 1989.
8. *Мусил Я.* Современная биохимия в схемах / Я. Мусил, О. Новакова, К. Кунц. – М.: Мир, 1981.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебно-методические пособия

1. *Кучук Э.М.* Биологическое окисление / Э.М. Кучук. – Бишкек, 1997.
2. *Кучук Э.М.* Обмен веществ в организме: в 3 ч. / Э.М. Кучук. – Бишкек, 2001. Ч. 1, 2, 3.
3. *Кучук Э.М.* Методические разработки занятий по биохимии / Э.М. Кучук. – Бишкек, 1997.
4. *Кучук Э.М.* Молекулярные основы биохимических процессов в организме (ферменты – биокатализаторы клеточного генеза): учебное пособие. Ч. I. / Э.М. Кучук. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003.

5. *Кучук Э.М.* Молекулярные основы биохимических процессов в организме (ферменты. Кофакторная роль витаминов и микроэлементов): учебное пособие. Ч. II / Э.М. Кучук. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003.
6. *Кучук Э.М.* Биологическое окисление, энергетика клетки: учебно-методическое пособие. Ч. I. / Э.М. Кучук. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2016.
7. *Кучук Э.М.* Методические разработки лабораторно-практических занятий по биохимии: учебно-методическое пособие / Э.М. Кучук. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2007. – 120 с.
8. *Кучук Э.М.* Биохимия специализированных тканей: учебное пособие / Э.М. Кучук, Н.С. Матющенко, Дж.З. Закиров, Л.П. Горборукова. 2-е изд., испр. и доп. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 225 с.
9. *Кучук Э.М.* Молекулярные основы структурно-функциональной организации клеток и их регуляторных систем: учебное пособие / Э.М. Кучук, А.Э. Кучук. – Бишкек: КРСУ, 2018. – 152 с.

*Наталья Сергеевна Матющенко,
Инна Геннадьевна Ибраева*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие
для внеаудиторной самостоятельной работы студентов

Часть II

Редактор *Н.В. Шумкина*
Компьютерная верстка *А. Рахмановой*

Подписано в печать 18.06.2021
Печать офсетная. Формат 60 × 84 ¹/₈.
Объем 15,0 п. л. Тираж 150 экз. Заказ 31

Издательство КРСУ
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, 2а