

### III. Физиология

#### Вопрос 15

3

Какое утверждение о гормоне инсулин, образующемся в поджелудочной железе, не верно?

- A. Под воздействием инсулина увеличивается попадание глюкозы в сердечную мышцу, поперечно-полосатые мышцы, гладкие мышцы, жировые клетки и клетки печени.
- B. Инсулин не влияет на попадание глюкозы в эпителиальные клетки почечного канальца в почках и на попадание глюкозы в нервные клетки головного мозга.
- C. Инсулин увеличивает попадание глюкозы в клетку через активацию находящихся в клеточной мембране рецепторов.
- D. Под воздействием инсулина увеличивается синтез жирных кислот в жировых клетках.
- E. Под воздействием инсулина нормальный рост тканей и заживление ран замедляются, поскольку ухудшается транспорт аминокислот в клетку и внутриклеточный синтез белка.

#### Вопрос 16

2

Внимательно прочитай следующие утверждения.

1. При температуре 37°C нормальное значение pH человеческой артериальной крови будет в промежутке 7,37- 7,43
2. Когда в плазму крови попадают ионы водорода, то кровь становится более кислой и pH крови начинает возрастать.
3. Когда в плазму крови попадают ионы водорода, то кровь становится более кислой и pH крови начинает падать.
4. Кислоты - это вещества отдающие ионы водорода и основания - это вещества связывающие ионы водорода
5. Кислоты - это вещества связывающие ионы водорода в растворе и основания - это вещества связывающие в растворе гидроксид-ионы.

Выбери правильный ответ.

- A. Правильными будут ответы 3 и 5
- B. Правильными будут ответы 1, 3, и 4
- C. Правильными будут ответы 1, 3 и 5
- D. Правильными будут ответы 1, 2 и 4

Е. Правильными будут ответы 1, 2 и 5

### Вопрос 17

2

На рисунке 14 изображена электрокардиограмма (ЭКГ) человека. Даны следующие утверждения.

1. Р зубец на кривой ЭКГ показывает образование возбуждения и его распространение в предсердиях
2. Т зубец показывает образование возбуждения и его распространение в предсердиях
3. QRS комплекс зубцов описывает образование возбуждения и его распространения в желудочках
4. Т зубец показывает, что сердечная мышца расслаблена
5. Р зубец показывает затихание возбуждения в миокарде сердечных желудочков
6. Электрокардиограмма показывает и измеряет частоту сокращений сердечной мышцы

Выбери правильный ответ:

- А. Правильными будут ответы 1, 3 и 6
- В. Правильными будут ответы 2, 3 и 6
- С. Правильными будут ответы 2, 3 и 5
- Д. Правильными будут ответы 1 и 3
- Е. Правильными будут ответы 1, 3, и 4

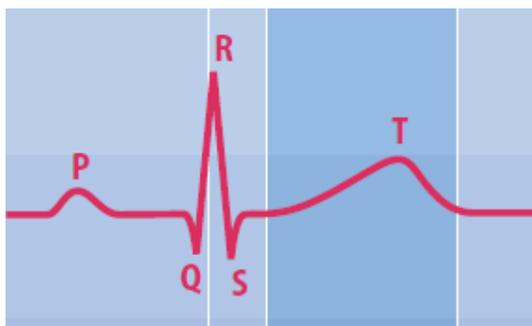


Рисунок 15. Электрокардиограмма

### Вопрос 18

4

Тетродоксин является очень ядовитым веществом, которое продуцируется бактериями принадлежащими к виду *Pseudoalteromonas tetraodonii*. Эти бактерии

можно найти в организме некоторых рыб и животных, обитающих в теплых морях. Тетродоксин блокирует быстро реагирующие  $\text{Na}^+$ -каналы, которые зависят от напряжения в мембране нервной клетки. В результате чего... Выбери правильный ответ.

- A. Нейрон становится невозбуждаемым, поскольку зависящие от напряжения в мембране быстро реагирующие  $\text{Na}^+$ -каналы не открываются и клеточная мембрана деполяризуется
- B. Нейрон становится сверхвозбуждаемым, поскольку зависящие от напряжения в мембране быстро реагирующие  $\text{Na}^+$ -каналы не открываются и клеточная мембрана гиперполяризуется
- C. Нейрон становится невозбуждаемым, поскольку зависящие от напряжения в мембране быстро реагирующие  $\text{Na}^+$ -каналы не открываются и клеточная мембрана теряет способность деполяризовываться
- D. Нейрон становится невозбуждаемым, поскольку зависящие от напряжения в мембране быстро реагирующие  $\text{Na}^+$ -каналы открываются спонтанно и клеточная мембрана гиперполяризуется
- E. Нейрон становится сверхвозбуждаемым, поскольку из-за блокирования зависящих от напряжения в мембране быстро реагирующих  $\text{Na}^+$ -каналов открываются  $\text{K}^+$  каналы, мембрана деполяризуется и потенциал активности падает

## Вопрос 19

4

Прочитай следующие утверждения.

1. При близорукости глазное яблоко человека в направлении оси зрения короче, чем у здоровых людей. Поэтому изображение полученное от объектов стоящих вдали проецируется за сетчатку глаза и человек видит эти объекты смутно.
2. При близорукости глазное яблоко человека в направлении оси зрения длиннее, чем у здоровых людей. Поэтому изображение полученное от объектов стоящих вдали проецируется перед сетчаткой глаза и человек видит эти объекты смутно.
3. При дальнозоркости глазное яблоко человека в направлении оси зрения короче, чем у здоровых людей. Поэтому изображение полученное от объектов стоящих вблизи проецируется за сетчатку глаза и человек видит объекты смутно.

4. При дальнозоркости глазное яблоко человека в направлении оси зрения длиннее, чем у здоровых людей. Поэтому изображение полученное от объектов стоящих вблизи проецируется перед сетчаткой глаза и человек видит объекты смутно.
5. Близорукость корректируется выпуклой линзой, а дальнозоркость вогнутой
6. Близорукость корректируется вогнутой линзой, а дальнозоркость выпуклой

Выбери правильный ответ.

- A. Правильными будут ответы 1, 4 и 6
- B. Правильными будут ответы 1, 4 и 5
- C. Правильными будут ответы 2, 3 и 5
- D. Правильными будут ответы 2, 3 и 6
- E. Правильным будет только ответ 6

#### Вопрос 20

4

При дыхании объем выдыхаемого воздуха ( $V_E$ ) состоит из двух частей: одна часть происходит из анатомического мертвого пространства ( $V_D$ ), вторая часть из альвеолярного пространства. Объем этих пространств можно примерно определить при функциональных исследованиях. В начале выдоха, воздух выходящий из дыхательных путей происходит из анатомического мертвого пространства, а в конце выдоха из альвеолярного пространства. Если разделить выдох на две фазы, померить в этих фазах выдыхаемого воздуха фракции дыхательных газов и объем выдоха, а также взяв в расчет то, что количество газа можно представить как произведение объема ( $V$ ) и фракции ( $F$ ), то для каждого дыхательного газа действует формула:

$$V_E \times F_E = V_D \times F_I + V_A \times F_A$$

$V_E$  – Экспираторный дыхательный объем

$F_E$  – Фракция газа в выдыхаемом воздухе

$V_D$  – Объем мертвого пространства

$F_I$  – Фракция газа во вдыхаемом воздухе

$V_A$  – Объем альвеолярного пространства

$F_A$  – Фракция газа в альвеолярном пространстве

После замены  $V_A$  на  $(V_E - V_D)$  и преобразований получаем формулу:

$$\frac{V_D}{V_E} = \frac{F_E - F_A}{F_I - F_A}$$

Используя вышеприведенное рассуждение и формулы, найдите какой процент составляет объем мертвого пространства от объема выдыхаемого воздуха. Возьми в расчет то, что с помощью газового анализа определяли в дыхательных газах фракцию  $\text{CO}_2$ .

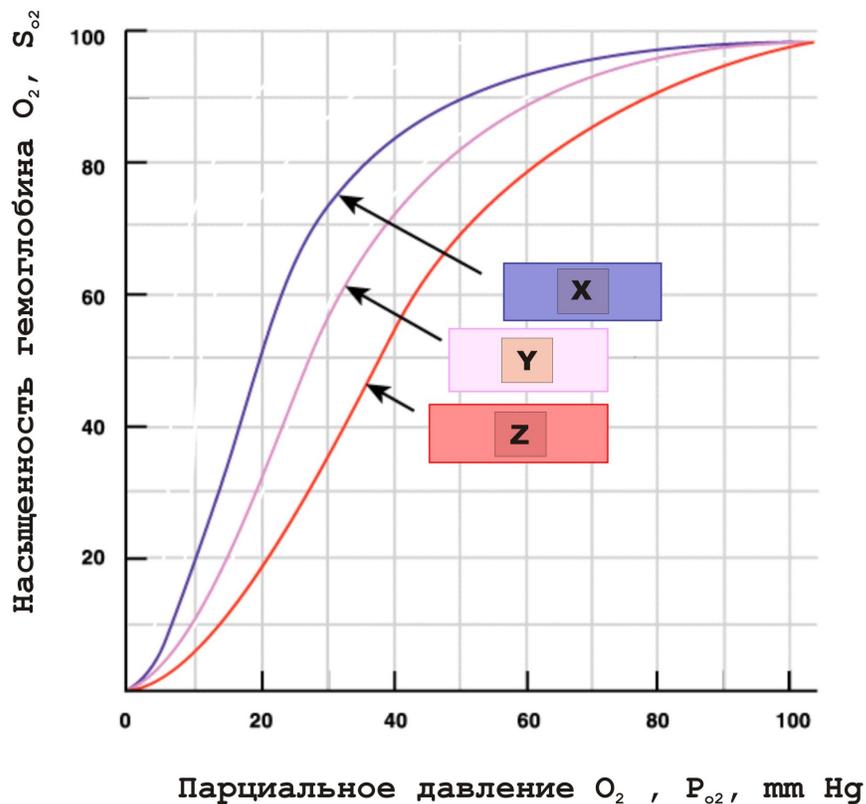
$F_{\text{ICO}_2} = 0$  мл/1мл газового раствора

$F_{\text{ACO}_2} = 0,056$  мл/1мл газового раствора

$F_{\text{ECO}_2} = 0,04$  мл/1мл газового раствора

**Вопрос 21**

**4**



**Рисунок 16.** Зависимость кривой связывания  $O_2$  гемоглобином от парциального давления  $CO_2$

На рисунке 16. изображены кривые связывания  $O_2$  гемоглобином при различном парциальном давлении  $CO_2$ . Какая из кривых, какому парциальному давлению отвечает?

Выбери правильный ответ:

- A. X –  $P_{CO_2} = 80$  mmHg; Y –  $P_{CO_2} = 20$  mmHg; Z –  $P_{CO_2} = 40$  mmHg
- B. X –  $P_{CO_2} = 40$  mmHg; Y –  $P_{CO_2} = 20$  mmHg; Z –  $P_{CO_2} = 80$  mmHg
- C. X –  $P_{CO_2} = 40$  mmHg; Y –  $P_{CO_2} = 80$  mmHg; Z –  $P_{CO_2} = 20$  mmHg
- D. X –  $P_{CO_2} = 20$  mmHg; Y –  $P_{CO_2} = 40$  mmHg; Z –  $P_{CO_2} = 80$  mmHg
- E. X –  $P_{CO_2} = 80$  mmHg; Y –  $P_{CO_2} = 40$  mmHg; Z –  $P_{CO_2} = 20$  mmHg

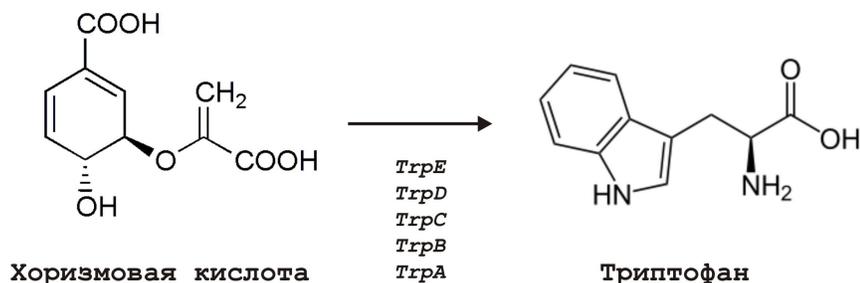
## V. Генетика

### Вопрос 22

6

Данный текст описывает регуляторные механизмы биосинтеза аминокислоты **триптофан** в бактерии. Прочитай текст внимательно, изучи рисунки и выбери из пяти вариантов А – Е в конце текста правильный вариант.

В биосинтезе триптофана из хоризмовой кислоты участвуют пять энзимов, которые кодируются пятью расположенными друг за другом генами (рисунок 17). Эти гены организованы в т.н. оперон, то есть, во время транскрипции РНК полимеразы синтезирует соответствующую этим генам мРНК так, что все пять генов находятся в одной и той же молекуле мРНК (рисунок 18). Поэтому с такой мРНК все пять энзимов биосинтеза триптофана синтезируются в равном количестве.



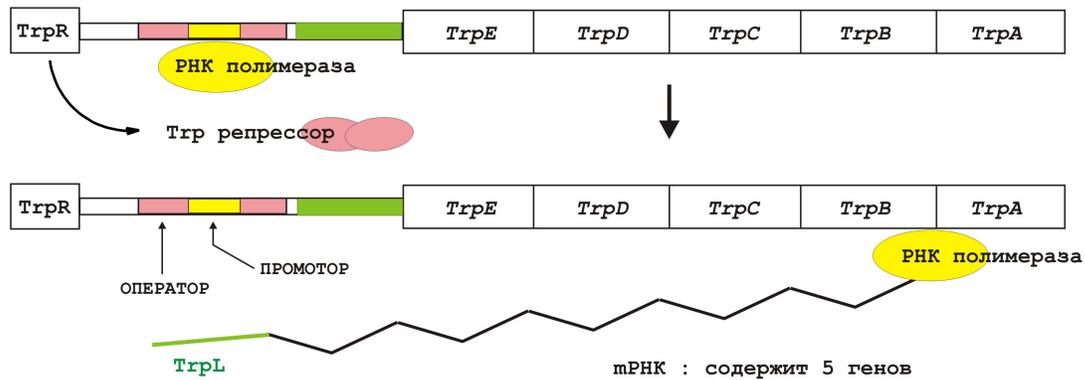
**Рисунок 17.** Хоризмовая кислота, как исходное вещество в биосинтезе триптофана и энзимы участвующие в биосинтезе триптофана из хоризмовой кислоты.

Экспрессия оперона триптофана *trp* (происходит ли синтез соответствующей мРНК с помощью РНК полимеразы или нет) регулируется 1) репрессией инициации (=начала) транскрипции 2) преждевременной терминацией транскрипции.

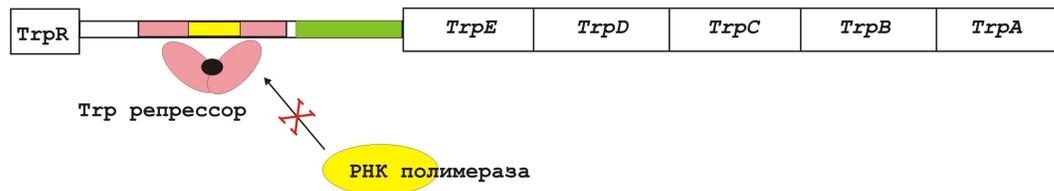
Случай 1 : полное подавление транскрипции *trp* оперона

Ген *trpR* находится неподалеку от оперона триптофана и кодирует репрессор этого оперона. Этот белок препятствует транскрипции *trp* оперона. При отсутствии триптофана (корепрессора) РНК полимеразы связывается с промоторным регионом и начинает транскрипцию *trp* генов (рисунок 18). При наличии триптофана в клетке, последний связывается с репрессорным белком и комплекс триптофан-репрессор связывается с промоторно-операторным регионом и препятствует связыванию РНК полимеразы с находящимся перед опероном промоторным регионом. Поэтому синтез мРНК не происходит и энзимы биосинтеза триптофана не синтезируются.

**А : отсутствие триптофана : синтез мРНК (транскрипция) происходит**



**В : триптофан есть : синтез мРНК не происходит**



**Рисунок 18.** Регуляция экспрессии пяти генов кодирующих энзимы биосинтеза триптофана на уровне транскрипции в зависимости от наличия триптофана в клетке. Желтым цветом обозначен находящийся перед опероном промоторный регион, куда садится в начале транскрипции РНК полимеразы. Розовым цветом обозначен операторный регион, куда садится *Trp* репрессор. Зеленая часть мРНК *trp* оперона обозначает т.н. лидерную последовательность, с которой не синтезируется ни один белок, но которая необходима для регуляции экспрессии оперона.

### Случай 2 : частичное подавление (аттенуация) транскрипции *trp* оперона

Если в клетке много триптофана, то в ней также много триптофанил-тРНК (*Trp*-tRNA<sup>Trp</sup>). И наоборот. Уровень триптофанил-тРНК в клетке влияет на транскрипцию *trp* оперона. Это возможно благодаря тому, что в бактерии синтез мРНК и трансляция с этой мРНК происходят одновременно: с мРНК, синтезируемой РНК полимеразой, сразу связываются рибосомы и начинают синтезировать белок с данной мРНК. Если *Trp*-tRNA<sup>Trp</sup> мало, то синтез с мРНК *trp* оперона медленный. Поэтому может образоваться особая мРНК структура – т.н. антитерминатор, который препятствует преждевременному окончанию синтеза мРНК. Если *Trp*-tRNA<sup>Trp</sup> много, то синтез белка наоборот быстрый и антитерминатор не формируется. Поэтому транскрипция *trp* оперона прекращается преждевременно (синтезируется только РНК длиной 140

нуклеотидов). Последовательность антитерминатора находится в мРНК *trp* оперона перед пятью генами и обозначается как *trpL* (т.н. лидерная последовательность, англ. *leader*).

Какое из следующих утверждений верно?

- A. Триптофан кодируется *trp* опероном с помощью пяти генов
- B. Если промоторный регион триптофана поставить перед каким-либо другим геном, то экспрессию данного гена можно было бы репрессировать продуктом гена *trpR*.
- C. Продукт гена *trpL* может на лидерной последовательности оперона связываться с Trp-tRNA<sup>Trp</sup> и тем самым терминировать транскрипцию с лидерной последовательности
- D. Путь биосинтеза триптофана обеспечивает производство триптофана в случае, когда в клетке триптофана нет, и репрессор-комплекс связывается с промоторным регионом
- E. С молекулы РНК длиной 140 нт возможно произвести белок, который помогает синтезу триптофана из хоризмовой кислоты

### Вопрос 23

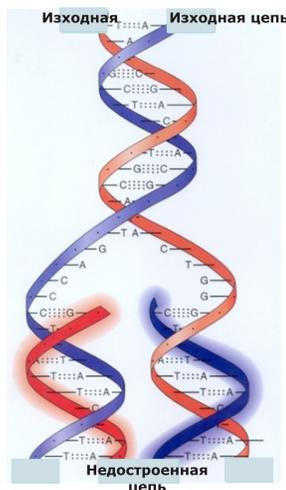
2

С какой вероятностью у родителей родится больной ребенок, если 1) имеем дело с х-сцепленной доминантной болезнью 2) мать является гетерозиготой по данному локусу 3) отец болеет данной болезнью?

- A. 1
- B. 1/2
- C. 3/4
- D. 1/3
- E. 0

**Вопрос 24****3**

Что характеризует изображенный на рисунке 19 процесс?



**Рисунок 19.** Важный для живых организмов биологический процесс

1. Является полуконсервативным
2. Синтезируется комплементарная цепочка РНК
3. Исправляются ошибки в цепочке ДНК
4. Реакцию осуществляет(ют) ДНК полимераза(ы)
5. Реакцию осуществляет РНК полимераза
6. Реакция останавливается когда рибосома достигает стоп-кодона
7. Происходит в направлении  $5' \rightarrow 3'$
8. Происходит в направлении  $3' \rightarrow 5'$
9. Эволюционно консервативен: происходит одинаково как у *Escherichia coli*, так и в клетках млекопитающих.
10. Происходит только в половых клетках
11. Происходит перед делением клеток
12. В ходе процесса образуются тРНК, мРНК и рРНК
13. Процесс начинается с области промотора гена, куда присоединяются транскрипционные факторы.

Варианты:

- A. 1, 4, 7, 9, 11
- B. 2, 5, 7, 12, 13
- C. 1, 3, 8, 9, 10
- D. 2, 6, 7, 12, 13
- E. 1, 4, 9, 10, 11

**Конец части А**