



Ответы на задания заключительного этапа
Олимпиады школьников СГМУ им. В.И. Разумовского
по биологии
10-11 класс

Вопрос 1. Вставьте пропущенные термины в следующие предложения.

За каждый правильный ответ – 1 балл, макс = 20 баллов

Возможна замена термина его синонимом.

1. Формирование *клубня* происходит на верхушке подземного столона за счет деятельности верхушечной меристемы.
2. Листовые пластинки сложных листьев прикрепляются к *рахису*.
3. *Гетерохроматин* – спирализованные, плотно уложенные, интенсивно окрашиваемые участки интерфазных хромосом.
4. Теория *симбиогенеза* – это гипотеза происхождения митохондрий и хлоропластов от прокариотических клеток.
5. Компонентом окислительно-восстановительных ферментов является витамин *PP* (*никотиновая кислота*).
6. Появление трехпалости у современных лошадей – пример *атавизмов*.
7. На одном конце молекулы тРНК всегда находится нуклеотид *гуанин*, а на другом триплет нуклеотидов *ЦЦА*.
8. Рост полинуклеотидной цепи происходит в *пептидильном* центре рибосом.
9. Окисление аммиака, образующегося при гниении органических остатков, до солей азотной кислоты осуществляют *нитрифицирующие* бактерии.
10. Для плацентарных млекопитающих характерны *алецитальные* яйцеклетки.
11. У беспозвоночных, рыб, пресмыкающихся, птиц *неличиночный* (*яйцекладный*) тип развития.
12. Тип бластулы млекопитающих – *бластоциста*.
13. Первичный рот зародыша называется *бластопор*.
14. Позвоночные животные имеют внутренний скелет из костей, хрящей и *сухожилий*.
15. У растений наблюдаются *настии* – движения при действии ненаправленных раздражителей.
16. В стадию *зиготены* профазы I происходит конъюгация гомологичных хромосом и образование бивалентов.
17. Из зародышевого листка *энтодермы* образуется щитовидная железа.
18. Сходство в строении глаза у млекопитающих и головоногих моллюсков – пример *конвергенции*.
19. Кости тазового пояса кита – пример *рудиментарных* органов.
20. В состав ферментов, отщепляющих углерод от молекул органических веществ входит витамин *B1* (*тиамин*).

Вопрос 2. Что же делать со свиньей? 8 баллов

Идея о пересадке человеку донорских органов от животных витала в воздухе достаточно давно. Одним из потенциальных кандидатов в животные-доноры специалистами была выбрана свинья. Однако практическое воплощение теории успехов не имело – организм пациента приступал к отторжению нового органа практически с первых минут после пересадки. Так продолжалось до тех пор, пока не были изобретены технологии редактирования генома.

В январе 2022 года команда врачей из Медицинского центра университета Мэриленда провела операцию по пересадке свиного сердца человеку. Им оказался Дэвид Беннет (57 лет) и такое сердце проработало у него около 2-х месяцев, потом была проведена похожая операция Лоренсу Фосетту (58 лет). И снова новое сердце успешно проработало примерно 6 недель. К сожалению, оба пациента погибли, но их бесценный опыт будет учтен в дальнейшем при коррекции процедуры пересадки.

Как вы думаете, какие изменения в геноме свиньи необходимо произвести, чтобы сделать ее сердце пригодным для пересадки человеку. Назовите не менее 4-х изменений.

Как вы думаете, какие изменения в геноме свиньи необходимо произвести, чтобы сделать ее сердце пригодным для пересадки человеку. Назовите не менее 4-х изменений.

Ответ:

Необходимо произвести следующую коррекцию свиного генома:

1. Изменить набор генов, кодирующих белки на поверхности клеток свиньи, чтобы иммунная система человека не воспринимала их за чужие и не развивалось отторжение. Например, нужен ген поверхностного гликопротеина CD47, существенно снижающего риск отторжения.

2. В организме свиньи работают некоторые ферменты, отсутствующие у приматов и человека. Например, есть ферменты альфа-1,3-галактоза и бетта-1,4-N-ацетилгалактозаминилтрансфераза. Чтобы сделать трансплантат пригодным для использования, такие гены нужно выключить. Есть специальные линии свиней с выключенными одним или даже тремя подобными генами.

3. Блокировать ген роста для предотвращения изменений размера пересаженного сердца в пациенте в течение жизни.

4. Изъять из ДНК свиней последовательности нуклеотидов, принадлежащие свинным вирусам и встроенным в свиной геном, так как эти вирусы могут повредить человеку, попав к нему в организм вместе с пересаженным сердцем.



Источник: Высшая школа медицины Университета Мэриленда, NYU Langone Health

BBC

Вопрос 3. Решите задачу. 9 баллов

В одной из французских популяций частоты распространения аллелей групп крови системы АВ0 распределены следующим образом: аллель $I^A=30\%$, аллель $I^B=6\%$, а аллель $i^0=64\%$.

1. Посчитайте частоты (в %) всех возможных генотипов по данной группе крови в этой популяции.

2. Посчитайте частоты (в %) всех возможных фенотипов в этой популяции по группе крови системы АВ0.

3. Как вы думаете, с чем связана такая низкая частота встречаемости аллеля I^A (18%) в индийской популяции? Примите во внимание тот факт, что А-антиген похож по строению на антиген вируса черной оспы.

Population	Number	Allele Frequency		
		O	A	B
American	20,000	67	26	7
French	10,433	64	30	6
Japanese	29,799	55	28	17
African	1,538	57	22	21
Hindu	2,357	55	18	26

Ответ:

Пусть I^A будет p , аллель I^B будет q , аллель i^0 будет r .

Соответственно частоты аллелей будут: $p=0,3$, $q=0,06$, $r=0,64$.

Используем закон Харди-Вайнберга для 3-х неизвестных: $(p+q+r)^2=1$

Разворачиваем формулу: $(p+q+r)^2=1$, получаем: $p^2+q^2+r^2+2pq+2qr+2pr$

Подставляем значения частот аллелей:

$$0,3^2 + 0,06^2 + 0,64^2 + 2 \times 0,3 \times 0,06 + 2 \times 0,06 \times 0,64 + 2 \times 0,3 \times 0,64 = \\ = I^A I^A 0,09 + I^B I^B 0,0036 + i^0 i^0 0,4096 + I^A I^B 0,036 + I^B i^0 0,0768 + I^A i^0 0,384$$

1.	%	9	0,36	40,96	3,6	7,68	38,4
	генотипы	$I^A I^A$	$I^B I^B$	$i^0 i^0$	$I^A I^B$	$I^B i^0$	$I^A i^0$

2. Фенотипы: $I(0) = 0,4096 = 40,96\%$

$$II(A) = 0,09 + 0,384 = 0,474 = 47,4\%$$

$$III(B) = 0,0036 + 0,0768 = 0,0804 = 8,04\%$$

$$IV(AB) = 0,036 = 3,6\%$$

3. Низкая частота встречаемости аллеля I^A среди индусов объясняется тем, что люди со II(A) группой крови менее устойчивы к черной оспе.

Вопрос 4. Загадочный случай с синдромом Дауна. 12 баллов

У молодых здоровых родителей есть два здоровых ребенка: дочка (13 лет) и сын (10 лет). Их третий ребенок, годовалый сын, родился с синдромом Дауна. Семья обратилась к медицинским генетикам за объяснением причины появления ребенка с такой патологией. Было установлено, что кариотипы отца и здоровых детей нормальные, а у матери была обнаружена Робертсоновская транслокация, при которой происходит объединение двух хромосом из групп D и G в одну, каждая из них теряет короткое р-плечо. Кроме того, при такой транслокации нет изменения генетического баланса, поэтому человек с подобной мутацией имеет нормальный фенотип. Кариотип матери: 45, 14 14²¹ 21 0, где 45 – общее число хромосом в кариотипе, 14 и 21 – номера хромосом, с которыми произошла мутация),

Ответьте на вопросы:

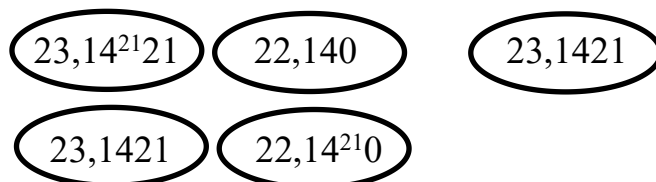
1. Напишите кариотипы родителей (указав число и номер хромосом, как в условии этой задачи), число и сочетание хромосом в гаметах, кариотипы детей, используя при написании привычную генетическую схему брака.
2. Определите теоретический риск рождения следующего больного ребенка.
3. К какому типу мутаций относится данная аномалия?
4. Как вы думаете, почему у носителей Робертсоновской транслокации не происходит нарушения генетического баланса?

Ответ:

1. Генетическая схема брака:

P: ♀ 45,1414²¹210 × ♂ 46,14142121

G:



F1: 46,1414²¹2121 45,1414210 46,14142121 45,1414²¹210

Синдром Дауна

летальная зигота

норма

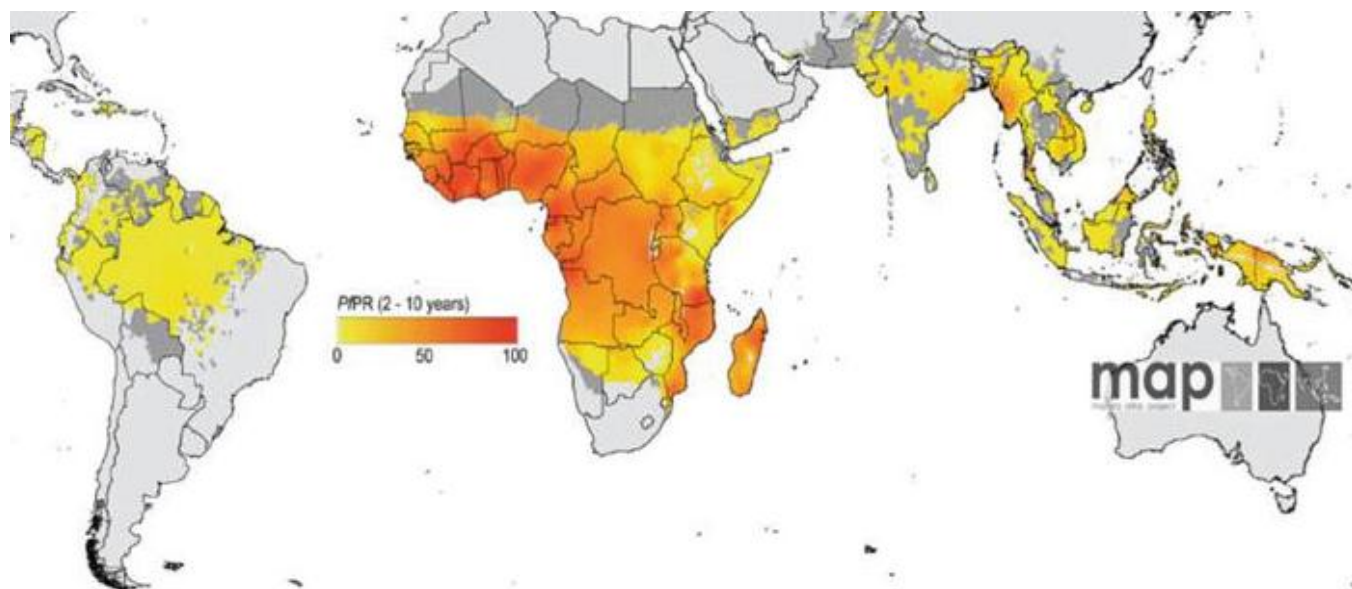
норма

при сбалансированной
транслокации

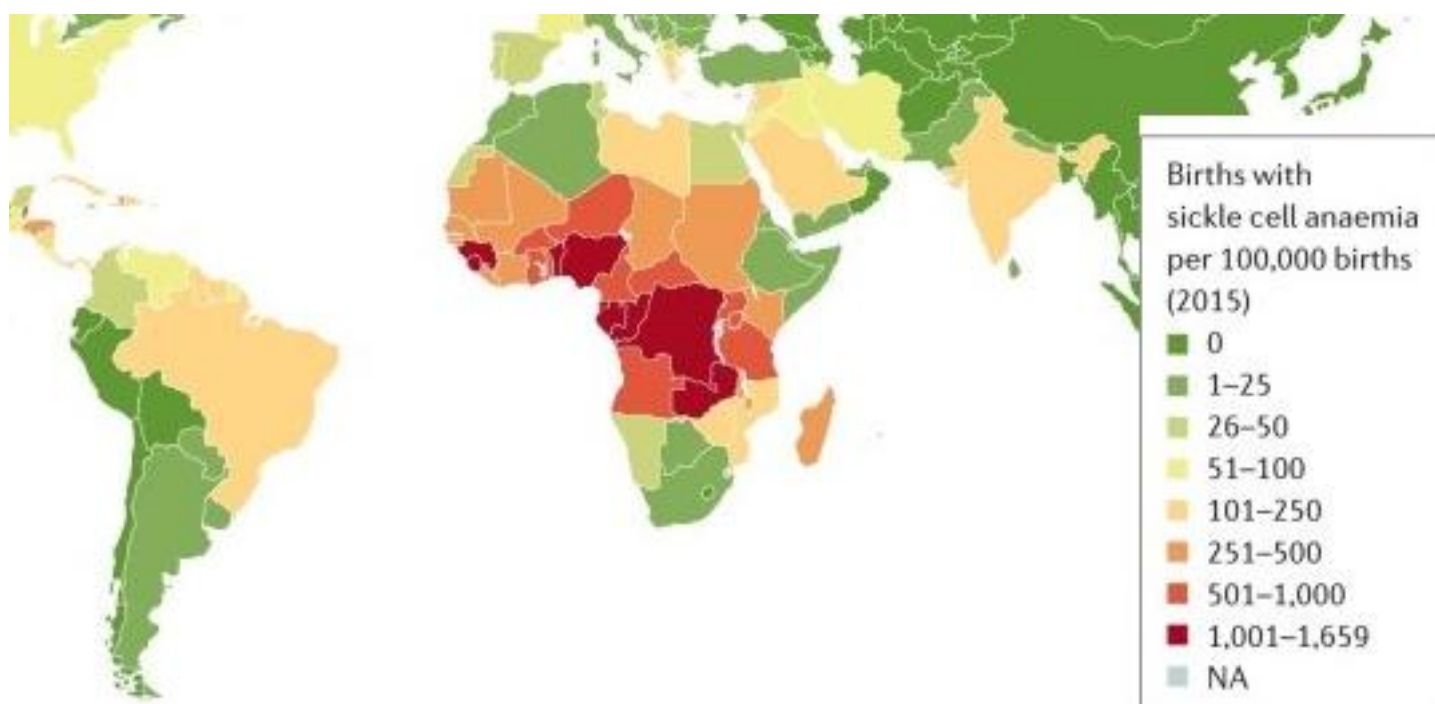
2. Риск рождения будет 33,(3) %
3. Транслокация это хромосомная мутация
4. В р-плече акроцентриков находится крайне мало генов, поэтому их утрата не сказывается на фенотипе.

Вопрос 5. Естественный отбор в действии. 8 баллов

Перед вами карта распространения малярийного плазмодия *Plasmodium falciparum*. Он вызывает наиболее опасный вид малярии – тропическую малярию, нередко приводящую к церебральным осложнениям и смерти заболевшего человека. Особенно тяжело переносят этот тип малярии маленькие дети.



А на этой карте показана частота встречаемости людей с серповидно-клеточной анемией. При данном аутосомно-рецессивном заболевании, у человека формируется аномальный гемоглобин HbS, из-за которого эритроциты принимают форму полумесяца, не могут нормально переносить кислород по мелким капиллярам и преждевременно разрушаются в печени.



Ответьте на вопросы:

1. Какие генотипы будут поддерживаться естественным отбором в очагах тропической малярии?

2. Какой вид естественного отбора будет поддерживать такую заведомо вредную мутацию? По какой причине это будет происходить?

3. Почему мутантная форма гена гемоглобина HbS не распространилась в других популяциях и поддерживается на низкой частоте?

4. Используя знания о жизненном цикле малярийного паразита, объясните, почему люди, содержащие аллель HbS менее тяжело переносят тропическую малярию.

Ответы:

1. В очагах тропической малярии отбором будут поддерживаться гетерозиготы HbA/HbS, так как у этих людей не все количество эритроцитов заполняется аномальным гемоглобином и на качестве жизни это особым образом не сказывается. Доминантные гомозиготы HbA/HbA болеют малярией тяжело и могут не выжить. Рецессивные гомозиготы HbS/HbS также могут не выжить, но по причине плохого снабжения тканей кислородом из-за аномалий формы эритроцитов.

2. Такую мутацию будет поддерживать движущая форма естественного отбора. Для него важнее сохранить большинство особей в популяции перед лицом реальной опасности – возможностью заболеть малярией.

3. Мутантная форма гена гемоглобина HbS не распространилась в других популяциях и поддерживается на низкой частоте, так как серповидноклеточная анемия опасная болезнь и в регионах, где нет тропической малярии, естественному отбору незачем поддерживать высокую частоту мутантного аллеля.

4. Так как аномальные эритроциты быстрее разрушаются в печени человека, часть паразитов не успевает завершить жизненный цикл (эритроцитарную шизогонию). Для *Pl. falciparum* необходимым условием развития в эритроците является возможность его остановки в мелких капиллярах головного мозга, но аномальные по форме эритроциты не могут выделять специальные белки, связывающие эритроцит с эндотелием сосудов.