

БИОЛОГИЯ
Эталоны ответов 2 (очного) этапа
11 класс

1 задание (15 баллов)

В процессе онтогенеза животные повторяют формы, пройденные их предками или их видом, то есть онтогенез – это краткое отражение филогенеза (биогенетический закон Геккеля-Мюллера). Зародыши разных классов на начальных этапах эмбриогенеза сходны (закон Бэра).

Вопросы:

1. Какие особенности филогенеза можно выделить в развитии сердца у человека?
2. Какие особенности филогенеза можно выделить в развитии артериальных жаберных дуг у человека?
3. В чем особенности кровообращения у человека в процессе эмбриогенеза?
4. К чему приводит сохранение эмбриональных структур после рождения?
5. Приведите примеры.

Ответы:

1. Сердце закладывается в виде недифференцированной брюшной аорты (ланцетник) и становится последовательно двухкамерным (рыбы), трехкамерным (земноводные и рептилии) и четырехкамерным (птицы и млекопитающие) **(1 балл)**. Межжелудочковая перегородка в четырехкамерном сердце является новообразованием, что указывает на развитие сердца в направлении, характерном только для млекопитающих **(1 балл)**.
2. На ранних этапах эмбриогенеза у всех позвоночных животных закладывается шесть пар артериальных жаберных дуг. Первые две пары рано редуцируются, а остальные формируют сосуды двух кругов кровообращения: 3 пара – сонные артерии, 4 пара – дуги аорты, 5 пара – редуцируется у наземных позвоночных, 6 пара – легочные артерии **(2 балла)**.
3. В эмбриогенезе сосуды малого круга не функционируют, так как легкие находятся в состоянии коллапса, что повышает сопротивление сосудов и препятствует притоку крови **(3 балла)**. Кровь, насыщенная кислородом, поступает через плаценту по пупочным венам и попадает в сосуды большого круга кровообращения, несущие кровь в правое предсердие **(2 балла)**. В сердце происходит сброс части крови из правого предсердия в левое предсердие через овальное окно **(1 балл)**. Из правого желудочка артериальная кровь поступает в легочную артерию, из которой кровь сбрасывается в аорту через артериальный проток за счет разницы давлений **(3 балла)**.

4. Сохранение эмбриональных структур у человека после рождения приводит к формированию пороков развития сердца и кровеносных сосудов (**1 балл**).
5. Примеры дефектов сердца: двух- или трехкамерное сердце, дефекты межпредсердной и межжелудочковой перегородки. Примеры дефектов сосудов: две дуги аорты, артериальный проток, транспозиция сосудов (**1 балл**).

2 задание (15 баллов)

Для каждого вида организмов характерным признаком является определенное число хромосом в клетках. Постоянное число хромосом в клетках организма обеспечивается тончайшими механизмами митоза и мейоза. Однако в некоторых случаях механизмы расхождения хромосом при митозе и мейозе нарушаются, что может сопровождаться неравномерным распределением их в дочерних клетках. В результате таких нарушений возникают клетки с измененным числом хромосом, что относят к геномным мутациям. Такие мутации называются анеуплоидия. При этом формируются организмы, у которых одна или несколько хромосом нормального набора клетки отсутствуют или представлены дополнительно (в избытке). Явление, которое приводит к формированию организма с лишней хромосомой, называется трисомия. Примером трисомии у человека является синдром Дауна (15 баллов).

Вопросы:

1. Что является причиной геномных мутаций?
2. Какие процессы в клетке нарушаются при формировании синдрома Дауна у человека?
3. Опишите механизм регулярной, мозаичной и транслокационной формы синдрома Дауна.

Ответы:

1. Причинами нарушения нормального расхождения хромосом могут быть: изменение состояния веретена деления, потеря полярности делящейся клетки, увеличение вязкости цитоплазмы (**1 балл**).
2. Анеуплоидия может возникать в результате неправильного расхождения хромосом 21 пары во время первого и второго деления мейоза, митоза или первого деления зиготы (**2 балл**).
3. Регулярная форма синдрома Дауна является следствием наличия лишней хромосомы в женской или мужской половой клетке. При слиянии таких гамет во время оплодотворения с гаметой, имеющей нормальный гаплоидный набор хромосом, формируются трисомные зиготы (46 хромосом + лишняя 21 хромосома). Из такой зиготы будет развиваться организм, в котором каждая клетка несет лишнюю 21 хромосому (**3 балла**).
4. Мозаичная форма синдрома Дауна является следствием неправильного расхождения хромосом при митозе в соматических клетках. Мутантная

клетка при делении может дать целый клон мутантных клеток. В результате возникают мозаики - особи, у которых определенная часть клеток организма будет нести мутацию. Неправильное расхождение хромосом может произойти при первом же клеточном делении зиготы или позднее, что и определяет степень мозаицизма. Фенотипическое отклонение от нормы в случаях мозаицизма зависит от доли клеток с мутациями, а это зависит от стадии развития организма, на которой произошло неправильное расхождение хромосом (**4 балла**).

5. Транслокационная форма синдрома Дауна является следствием структурной перестройки 21 хромосомы. Синдром связан с центрическим слиянием 14 и 21 хромосом (14/21). Один из родителей в этом случае несёт сбалансированную Робертсоновскую транслокацию (14/21). Такая транслокация не проявляется в фенотипе носителей, но в результате мейоза после конъюгации хромосом у них формируется $\frac{1}{4}$ гамет с двумя хромосомами 21 - одной нормальной и одной транслоцированной на хромосому 14 (14/21,21). После слияния при оплодотворении таких гамет с нормальной гаметой зигота будет нести три хромосомы 21: $21/14,21 + 14,21 = 21/14,14,21,21$, что обуславливает развитие заболевания (**5 балла**).

3 задание (10 баллов)

Известно, что клетки иммунной системы принимают участие в восстановительных процессах организма. В научно-исследовательской лаборатории проводили эксперименты на мышах - гибридах (СВА x С57BL/6) F1. У взрослых мышей – гибридов F1 удаляли $\frac{2}{3}$ печени. К 14 суткам после операции масса органа восстанавливалась (10 баллов).

Вопросы:

1. Какие процессы лежат в основе восстановления массы органа?
2. Приведите доказательства участия клеток иммунной системы в этом процессе?
3. Как можно доказать, что факторы лимфоцитов влияют на процессы восстановления печени?

Ответы:

- 1) В основе процесса восстановления массы органа лежат процессы пролиферации клеток (деления клеток) и их гипертрофия (увеличение объема клеток) (**2 балла**).
- 2) У подопытных мышей можно выделить лимфоциты и ввести их интактным животным, а затем изучить количество делящихся клеток в печени интактных животных. В норме в печени мало делящихся клеток. Лимфоциты подопытных мышей будут стимулировать процесс митоза в клетках печени интактных мышей (**4 балла**).

- 3) Лимфоциты подопытных животных можно поместить в культуральную среду. Через некоторое время лимфоциты извлечь, а культуральную среду ввести интактным животным и изучить процесс митоза в клетках печени интактных животных. Количество делящихся клеток увеличится. Таким образом можно доказать, что факторы лимфоцитов подопытных животных стимулируют деление клеток печени (**4 балла**).

4 задание (10 баллов)

Морфогенез – это возникновение в процессе развития формы органа, формы организма, формирование внутренней и внешней конфигурации организма при эмбриональном развитии. Образование формы (морфогенез) складывается из многих отдельных молекулярных, клеточных событий и соответственно предполагает контроль со стороны множества генов (10 баллов).

Вопросы:

1. Какие конкретные клеточные и системные механизмы определяют рост и формообразование (морфогенез) при эмбриональном развитии.
2. Что является первопричиной дифференцировки клеток?
3. Какие клетки организма человека обладают равнонаследственностью?
4. Какой механизм морфогенеза обеспечивает формирование осевых органов? Опишите этот механизм.

Ответы:

1. К этим механизмам относятся: 1) деление (пролиферация) клеток; 2) дифференцировка клеток; 3) морфогенетическое перемещение клеток; 4) эмбриональная индукция; 5) сортировка и адгезия (слипание) клеток; 6) межклеточные взаимодействия; 7) запрограммированная гибель клеток (**2 балла**).
2. Первопричина дифференцировки клеток – это появление различий в спектре активных генов. Это определяет различие в наборе белков в разных клетках и, в конечном итоге, все особенности дифференцирующихся клеток (**2 балла**).
3. Такой способностью обладают: яйцеклетка, зигота и первые бластомеры при делении зиготы (**2 балла**).
4. Этот механизм называется *первичная эмбриональная индукция*. Участок хордомезадермы получил название *первичный эмбриональный индуктор*, а эктодерма, воспринимающая воздействие и отвечающая формированием осевых органов, представляла *индуцируемую ткань*. Хорда и окружающая ее мезодерма (хордомезодерма) влияет на лежащую над ней эктодерму во время гаструляции. Эта индукция приводит в конечном итоге к формированию центральной нервной системы (**4 балла**).