

Вопрос 34**3**

В биологии развития один из самых используемых модельных организмов – обыкновенная шпорцевая лягушка (*Xenopus laevis*). Ученые Тартуского университета кафедры генетики и дарвинизма провели опыт, в котором использовали эмбриона данной лягушки на стадии 32 клеток. В ходе опыта в одну из 32 клеток вкололи мРНК, которая кодирует белок под названием активин. В контрольном опыте в ту же клетку ввели физиологический раствор. Место клетки, в которую ввели мРНК, было заранее известно и при нормальных условиях она является основой для развития живота. У исследуемого эмбриона, однако, развилось две головы. Внизу слева изображен нормальный головастик, справа – головастик, над которым провели вышеописанную манипуляцию (рисунок 26). Стрелкой указана «вторая голова», которая развилась у измененного головастика.

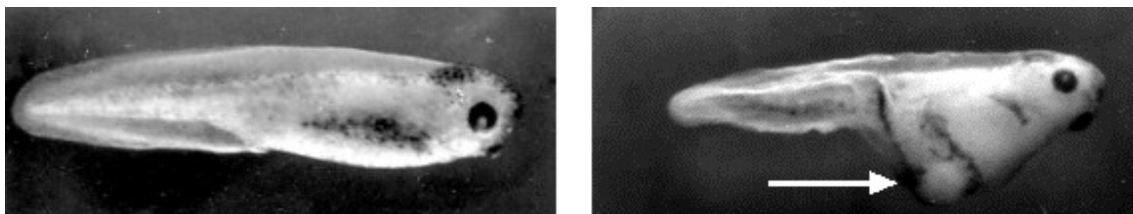


Рисунок 26. Эксперимент с эмбрионом *Xenopus laevis*.

Что может оказаться самой вероятной причиной такого развития?

- A. Эмбрион на стадии 32 клеток очень восприимчив к различным воздействиям окружающей среды. Причина отклонения в развитии эмбриона – механическое повреждение, которым обусловлены нарушения в регуляции генов
- B. Все клетки эмбриона лягушки на стадии 32 клеток почти полностью детерминированы. Это означает, что развитие клеток уже запрограммировано. У данного эмбриона должна быть изначально какая-то генетическая мутация, которая привела к развитию двух голов
- C. У данного вида при попадании «чужой» мРНК одной клетки в другие запускаются сложные защитные реакции, которые ведут полному устранению «чужой» мРНК. В результате этих реакций выделяются в большом количестве свободный радикалы, которые, в свою очередь повреждают свою ДНК. Вероятно мутации ДНК привели к ненормальному развитию второй головы.
- D. Рибосомы лягушки синтезировали соответствующий белок с мРНК активина, который в свою очередь действовал дальше как транскрипционный фактор и повлиял на экспрессию других генов. В результате произошло развитие второй головы.
- E. На рибосомах клеток лягушки синтезировался соответствующий белок с мРНК активина, который в свою очередь является для клетки крайне токсичным и из-за чего окислительное фосфорилирование белков в митохондриях клеток происходит отдельно от транспорта электронов. Это явление приводит к падению уровня АТФ в соответствующих клетках и в свою очередь индуцирует нейроэктодерму, а также развитие второй головы

Вопрос 35**2 + 4 = 6**

Способные к оплодотворению гаметы, как и любые другие клетки организма, прошли все стадии дифференцировки. Гаметы обладают таким геномом, который способен контролировать развитие эмбриона после оплодотворения. Не стоит забывать, что организм начинает успешно развиваться только в том случае, когда одна половина генома от отца, а вторая от матери.

I. часть

2

**Оплодотворяющая
яйцеклетка мыши**

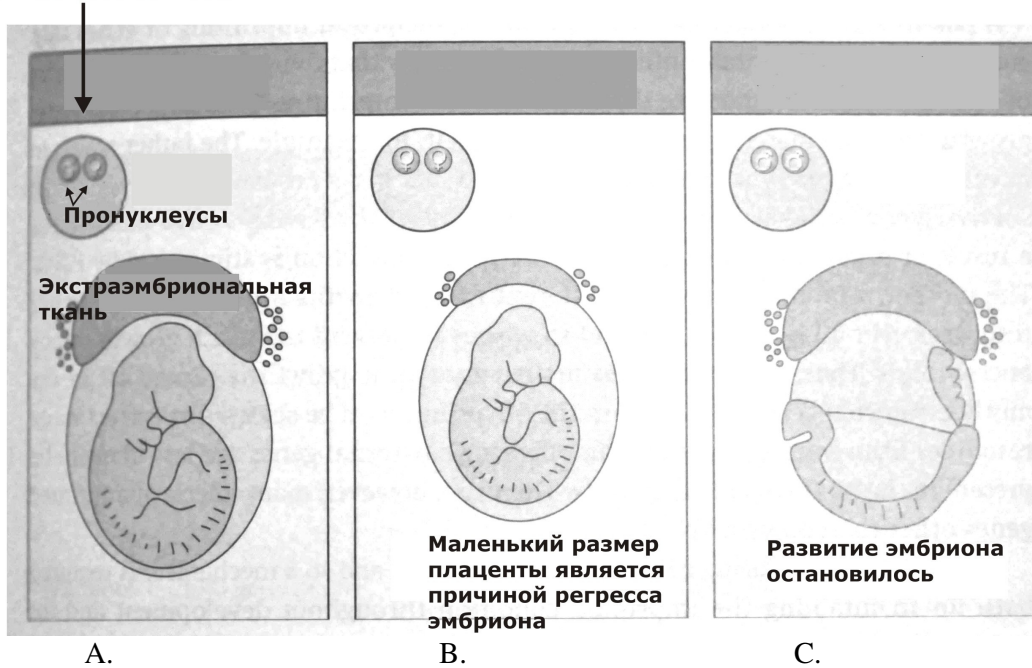


Рисунок 27. Три возможных сценария развития эмбриона.

Схемы А, В и С на рисунке 27 изображают три возможных сценария развития эмбриона:

- андрогенетическое оплодотворение: при оплодотворении яйцеклетки, перед кортикальной реакцией в яйцеклетку проникают 2 сперматозоида и по какой-то причине гаплоидное ядро яйцеклетки "выброшено", из-за чего в объединении гамет участвуют гаплоидные ядра сперматозоидов
- гиногенетическое оплодотворение: яйцеклетка оплодотворяется другой яйцеклеткой или полярным тельцем
- нормальное оплодотворение: гаплоидное ядро яйцеклетки соединяется с гаплоидным ядром сперматозоида

Какая панель (А, В и С) на рисунке отвечает билатеральному или нормальному (1), какая андрогенетическому (2), а какая гиногенетическому (3) оплодотворению?

A.	B.	C.

Эксперименты по клонированию показали, что определенные вещества в цитоплазме яйцеклетки способны перепрограммировать ядро диплоидной клетки, которое ввели в яйцеклетку без ядра. В конечном счете, полностью дифференцированная клетка способна вспомнить "забытую" информацию и начинает вести себя как оплодотворенная яйцеклетка перед первым делением. Таким образом было достигнуто искусственное оплодотворение яйцеклетки без ядра, где новым ядром яйцеклетки является перепрограммированное ядро диплоидной соматической клетки (так родилась I клонированная овца Долли).

Клонирование млекопитающих особенно усложняет тот факт, что некоторые гены яйцеклетки и сперматозоида могут быть активными или неактивными - они так сказать запрограммированы - происходит выборочный **импринтинг** генов.

Во время оогенеза и сперматогенеза происходит дифференцирование половых клеток. В ходе данного процесса устанавливается выборочная активация генов. Также формируется узор подавления (модификация или импринтинг) многих генов. Импринтинг - обратимый процесс, который зависит напрямую от связывания метиловых групп с CG основаниями ДНК.

У мышей известно около 70 узоров импринтинга генов, которые по-разному проявляются, в зависимости от того имеем ли мы дело с материнской или отцовской клеточной линией. Например инсулиноподобный фактор роста (IGF-2) играет важную роль в эмбриогенезе мышей. Ген IGF-2 - Igf2 - импринтированный, это значит, что в клетках активен только полученный от отца ген Igf2, в то время как полученный от матери ген Igf2 всегда импринтирован то есть находится в неактивном состоянии. Такая же выборочная активация происходит и с другими генами, в зависимости от того, получены ли они от отца или матери. Например импринтинг гена, находящегося на 7-ой хромосоме у мышей, происходит наоборот. Ген H19 находится в неактивном состоянии на отцовской хромосоме, и активен на материнской хромосоме - это означает, что считка информации и экспрессия может произойти только у генов на материнской хромосоме. Такие узоры импринтинга могут быть обусловлены различными обстоятельствами.

Какие утверждения верны?

1. Выборочная активация генов (инактивирован материнский или отцовский ген) зависит от благосостояния организма - при плохих условиях окружающей среды импринтинг связан с метилированием генов на материнских хромосомах, при хороших условиях инактивируются гены на отцовских хромосомах
2. Материнские и отцовские гены импринтированы по-разному, что оказывает прямое влияние на жизнеспособность гиногенетических и партеногенетических эмбрионов по сравнению с нормально оплодотворенными зиготами.
3. Узор импринтинга соматической клетки зависит от возраста организма
4. Узор генов у отца и матери одинаков, но активацию или подавление гена обуславливает связывание CH₃ - групп с CG основаниями
5. Импринтинг на ранних стадиях эмбриогенеза обратим (например инактивация X хромосомы в женском организме), что сопровождается выборочной активацией генов
6. Ненормальный узор импринтинга в развитии гиногенетических или партеногенетических эмбрионов имеет определяющее значение, поэтому эмбрионы не могут нормально развиваться.

7. Образование пузырьного заноса в ходе андрогенеза является обратимым процессом и это не связано с механизмами формирования андрогенеза или метилированием генов

Ответ:

A. 1, 3, 7

B. 2, 4

C. 2, 4, 5, 6

D. 2, 5, 7

E. 1, 4, 5, 7

F. 3, 5, 6