

## § 33. Онтогенез животных. Эмбриональное развитие организмов

- **Вспомните**, чем заканчивается процесс оплодотворения у животных.
- **Как вы думаете?** Какие факторы играют определяющую роль в развитии организмов после процесса оплодотворения?
- **Вы узнаете**, что онтогенез включает два этапа — эмбриональное и постэмбриональное развитие, что эмбриональное развитие у всех позвоночных протекает с одинаковыми стадиями.

**Онтогенез животных.** Индивидуальное развитие организма в биологии называется онтогенезом.

**Онтогенез (индивидуальное развитие организма) животных** — совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований, происходящих в организме животного от момента его зарождения (образования зиготы) до смерти.

В процессе онтогенеза происходит поэтапная реализация наследственной информации в определенных условиях среды. Окружающая среда может оказывать существенное влияние на развитие организма на разных стадиях онтогенеза. Онтогенез включает два этапа развития: эмбриональный (эмбриогенез) и постэмбриональный.

**Эмбриональное развитие организмов.** *Эмбриональный этап (эмбриогенез)* (от греч. *embryon* — зародыш, *genesis* — развитие) — зародышевое развитие организма от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек. В течение данного этапа происходит преобразование зиготы в многоклеточный организм, который у животных выходит в окружающую среду либо из яйца, либо из организма матери. У растений зародыш развивается в семени и эмбриогенез завершается до момента его прорастания. В зависимости от характера протекающих процессов при развитии зародыша эмбриогенез у животных разделяют на три стадии: дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез (образование тканей и органов).

Рассмотрим более подробно процессы, протекающие на разных стадиях эмбриогенеза у животных на примере ланцетника (примитивного морского животного).

**Дробление.** Процесс дробления заключается в серии последовательных делений зиготы. Образующиеся при этом поколения клеток носят название *бластомеров*.



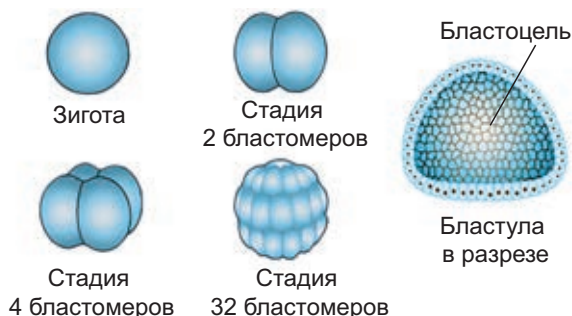


Рис. 53. Образование бластулы на стадии дробления

Между делениями не происходит роста образующихся бластомеров, вследствие чего каждое новое поколение представлено более мелкими клетками. В процессе дробления суммарный объем зародыша почти не изменяется, а размеры составляющих его клеток уменьшаются. Эта особенность клеточных делений зиготы и определила появ-

ление термина «дробление». Когда бластомеров становится много, они смещаются к периферии, образуя однослойную стенку — *бластодерму*. Появляющаяся при этом внутри зародыша полость заполняется жидкостью и становится первичной полостью тела — *бластоцелью*. Стадия дробления завершается образованием многоклеточного однослойного зародыша с первичной полостью тела, получившего название *бластула* (от греч. *blastós* — росток) (рис. 53). По размерам бластула не намного крупнее зиготы.

У разных видов животных яйцеклетки различаются по количеству и характеру распределения в цитоплазме запасных питательных веществ (желтка). Это в значительной степени определяет характер дробления зиготы и может влиять на строение бластулы. В типичном случае (например, у ланцетника) бластула представляет собой полый шар. У земноводных бластула имеет очень небольшую полость, а у членистоногих бластоцель может полностью отсутствовать.

**Гастрюляция.** Стадия гастрюляции (от греч. *gastér* — желудок) представляет собой процесс перемещения эмбрионального материала с образованием двух или трех зародышевых листков. Она может заканчиваться на стадии двухслойного или трехслойного зародыша — *гастрюлы*.



Гастрюляция может осуществляться разными способами и зависит от строения бластулы. У животных с однослойной бластулой (например ланцетник) происходит впячивание бластодермы в первичную полость, которая при этом почти полностью исчезает. Шаровидная бластула превращается в двухслойный чашевидный зародыш. Внешний слой клеток называется *эктодермой* (от греч. *ektós* — снаружи, *dérma* — кожа) — наружный зародышевый листок, а внутренний слой — *энтодермой*

(от греч. *entós* — внутри, *dérma* — кожа) — внутренний зародышевый листок (рис. 54). Образовавшаяся внутри зародыша полость называется *гастроцелью* (первичной кишкой), а вход в нее — *бластопором* (первичным ртом).

На стадии образования двух зародышевых листков заканчивается эмбриональное развитие кишечнополостных, поэтому их называют двухслойными животными. У всех остальных животных между наружным и внутренним зародышевыми листками закладывается средний зародышевый листок — *мезодерма* (от греч. *mésos* — средний, *dérma* — кожа). У хордовых животных энтодерма с двух сторон первичной кишки образует карманоподобные выпячивания в бластоцель. Затем они отделяются от первичной кишки, разрастаются между экто- и энтодермой, образуя мезодерму. Полость внутри выпячиваний представляет собой вторичную полость тела (*целом*). Таких животных называют трехслойными и вторичнополостными.

Стадия гисто- и органогенеза. Образованием трех зародышевых листков (экто-, энто- и мезодермы) завершается этап гастрюляции. С этого момента начинаются процессы гисто- и органогенеза. Появляются морфологические и биохимические различия между клетками, что в дальнейшем приводит к формированию тканей и органов.

Начальным процессом, протекающим при гисто- и органогенезе, является *нейруляция* — образование нейрулы (рис. 55). *Нейрула* — стадия зародыша с комплексом осевых органов (нервная трубка, хорда, пищеварительная трубка), в которой далее активно происходит формирование всех остальных тканей и органов из зародышевых листков.

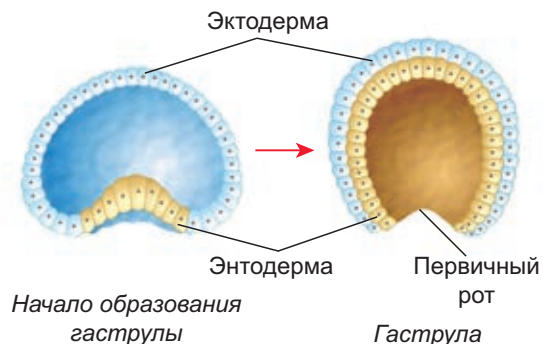


Рис. 54. Образование двухслойной гастрюлы

У всех остальных животных между наружным и внутренним зародышевыми листками закладывается средний зародышевый листок — *мезодерма* (от греч. *mésos* — средний, *dérma* — кожа). У хордовых животных энтодерма с двух сторон первичной кишки образует карманоподобные выпячивания в бластоцель. Затем они отделяются от первичной кишки, разрастаются между экто- и энтодермой, образуя мезодерму. Полость внутри выпячиваний представляет собой вторичную полость тела (*целом*). Таких животных называют трехслойными и вторичнополостными.

Стадия гисто- и органогенеза. Образованием трех зародышевых листков (экто-, энто- и мезодермы) завершается этап гастрюляции. С этого момента начинаются процессы гисто- и органогенеза. Появляются морфологические и биохимические различия между клетками, что в дальнейшем приводит к формированию тканей и органов.

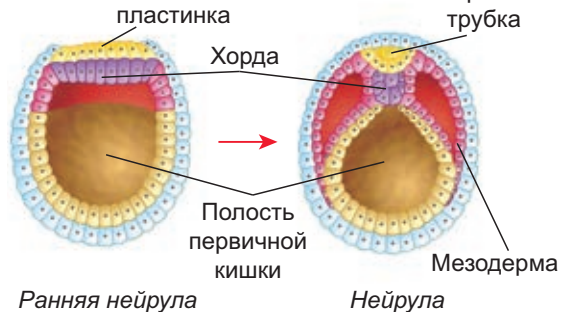


Рис. 55. Образование нейрулы на стадии гисто- и органогенеза

Из каждого зародышевого листка под влиянием клеток других листков развивается строго определенный комплекс тканей и органов (табл. 18).

Таблица 18. Дифференциация зародышевых листков на ткани и органы у хордовых

| Эктодерма   | Энтодерма   | Мезодерма   |
|---|---|---|
| <p><i>Нервная система:</i> полая нервная трубка, спинной мозг, головной мозг</p> <p><i>Органы чувств:</i> орган зрения, орган слуха, орган обоняния</p> <p><i>Покровная система:</i> эпидермис кожи, волосы, ногти, перья, когти, рога, копыта, молочные, сальные и потовые железы</p> <p>Эмаль зубов</p> | <p><i>Хорда</i> (у позвоночных впоследствии заменяется позвоночником)</p> <p><i>Пищеварительная система:</i> эпителий желудка, эпителий кишечника, печень, поджелудочная железа</p> <p><i>Дыхательная система:</i> жабры, легкие, эпителий трахеи и бронхов</p> <p><i>Эндокринные железы:</i> щитовидная железа, паращитовидные железы</p> <p>Плавательный пузырь</p> | <p><i>Опорно-двигательный аппарат:</i> мышцы, кости, хрящи, связки, сухожилия</p> <p><i>Кровеносная система:</i> кровь, сердце, артерии, вены, капилляры</p> <p><i>Лимфатическая система:</i> лимфа, лимфатические узлы, протоки, сосуды, капилляры</p> <p><i>Выделительная система:</i> почки, мочеточники, мочевой пузырь</p> <p><i>Половая система:</i> половые железы, половые органы</p> <p>Дентин зубов</p> <p>Дерма кожи</p> |

Если у зародыша ротовое отверстие образуется на месте первичного рта (бластопора), то этих животных называют *первичноротыми* (черви, моллюски, членистоногие). Если же бластопор становится анальным отверстием, а настоящий рот прорывается в противоположном месте, то таких животных называют *вторичноротыми* (иглокожие, хордовые).

Наземные позвоночные животные (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие), зародыш которых содержит оболочку *амнион*, создающую заполненную жидкостью полость, в которой он развивается, называются *амниотами*. У водных позвоночных (костные рыбы, земноводные) амнион отсутствует, поэтому их называют *анамниотами* (*анамниями*).

Зародыш развивается как целостная система. Формирование строго определенных частей тела в нем достигается взаимодействием между клетками. В то же время внешние факторы среды (пестициды, радиоактивность, ультрафиолетовое излучение) могут существенно влиять на гисто- и органогенез зародыша.



■ **Повторим главное.** Онтогенез животных включает два этапа развития: эмбриональный и постэмбриональный. На эмбриональном этапе выделяют три стадии: дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез. Дробление завершается образованием однослойного зародыша — бластулы. Стенка бластулы — бластодерма окружает первичную полость тела (бластоцель). В результате гастрюляции образуется двухслойный или трехслойный зародыш — гастрюла. Наружный зародышевый листок называется эктодермой, внутренний — энтодермой, между ними находится мезодерма. Гастрюла у трехслойных животных имеет первичный рот — бластопор, полость первичной кишки — гастроцель и вторичную полость тела — целом. Начальным процессом, протекающим при гисто- и органогенезе, является нейруляция — образование нейрулы. Нейрула — стадия зародыша с комплексом осевых органов (нервная трубка, хорда, пищеварительная трубка), в которой активно происходит формирование всех остальных тканей и органов из зародышевых листков.



### ? Проверим знания

**Ключевые вопросы.** 1. Дайте определение понятия «онтогенез». Какие этапы он включает? 2. Назовите стадии эмбриогенеза и название зародыша на этих стадиях. 3. Охарактеризуйте стадию дробления и строение бластулы.

**Сложные вопросы.** 1. Животные каких систематических групп относятся к первичноротым, а какие — к вторичноротым? Почему? Приведите по три примера из каждой группы животных. 2. Анализируя таблицу 18, установите соответствие между структурами зародыша (головной мозг, печень, орган зрения, волосы, дентин зубов, ногти, кости скелета, сердце, эмаль зубов, легкие, эпидермис кожи) и зародышевыми листками (эктодерма, энтодерма, мезодерма).



## § 34. Постэмбриональное развитие организмов

- **Вспомните**, как протекает эмбриональное развитие организмов. Чем заканчивается данный этап онтогенеза?
- **Как вы думаете?** Почему при общем сходстве эмбрионального развития у позвоночных животных постэмбриональное развитие протекает по-разному у разных систематических групп?
- **Вы узнаете**, что после рождения или выхода из яичевых оболочек развитие организмов может быть прямым или непрямым, что непрямое развитие может протекать с неполным или полным превращением.