

# Лекция 14. Онтогенез

Преподаватель: Конкина  
Лилиана Михайловна

- **Онтогенез** (от:  $\text{ov}$  — бытие и  $\gamma\acute{\epsilon}\nu\eta\sigma\eta$  — происхождение, рождение или  $\text{ontos}$ - существе и  $\text{genesis}$  – возникновение) — индивидуальное развитие организма от оплодотворения до смерти.
- **Онтогенез** начинается с оплодотворения (слияния сперматозоида и яйцеклетки). При этом образуется зигота, в которой объединяется наследственный материал отца и матери.
- **Онтогенезом**, или **индивидуальным развитием**, называют весь период жизни с момента образования половых клеток, их слияния и образования зиготы (при половом размножении) или отдельных групп клеток (при бесполом) до гибели организма.
- **Онтогенез** - совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований организма от его зарождения до конца жизни.

# ОНТОГЕНЕЗ

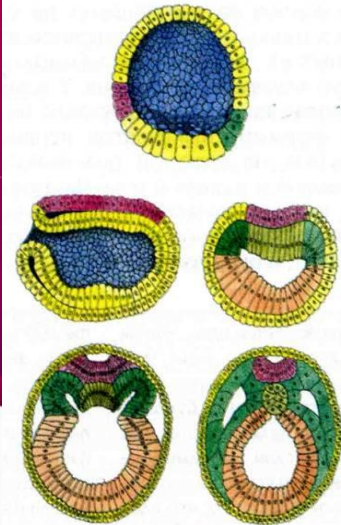
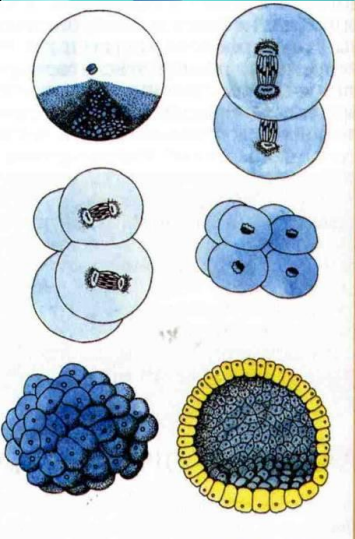
**Эмбриональный** – от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек

**Постэмбриональный** – от рождения или выхода из яйцевых оболочек до смерти организма



# Эмбриональный период развития

- Зародышевое развитие, имеющее у разных организмов различную продолжительность, является одним из важнейших этапов индивидуального развития.
- С момента образования и деления одной единственной клетки – зиготы – у всех организмов – до выхода из яйцевых оболочек или рождения продолжается зародышевый или эмбриональный период.
- В эмбриональном периоде происходит увеличение числа клеток, а затем их дифференцировка.
- Специализация клеток зародыша приводит к возникновению первых тканей и органов. В процессе эмбрионального развития ткани зародыша оказывают влияние друг на друга.



# Эмбриональный период развития

## Эмбриональное развитие

**Внутриутробное** – оканчивается рождением (большинство млекопитающих, в том числе человек)

**Вне тела матери** – оканчивается выходом из яйцевых оболочек (яйцекладущие и выметывающие икру животные, рыбы земноводные, иглокожие, моллюски, птицы, пресмыкающиеся и т.д.)

Многоклеточные животные имеют разный уровень сложности организации; могут развиваться в утробе и вне тела матери, но у преобладающего большинства эмбриональный период протекает сходным образом и состоит из трех периодов.

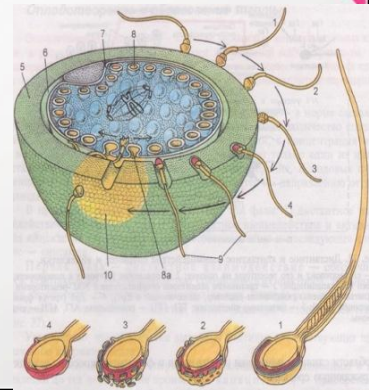
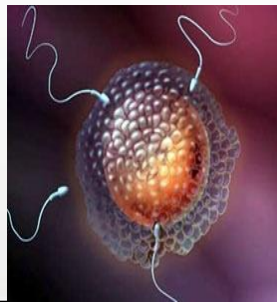
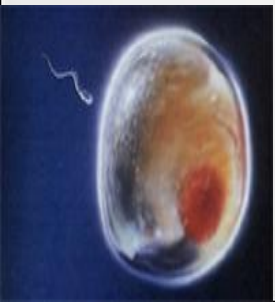
1. дробление

2. гаструляция

3. Первичный органогенез

# I. Дробление

- Развитие организма начинается с одноклеточной стадии, которая происходит с момента слияния сперматозоида и яйцеклетки (т.е. с момента оплодотворения).
- Возникшее при оплодотворении ядро, обычно уже через несколько минут начинает делиться, вместе с ним делиться и цитоплазма.
- **Дробление** - это процесс митотического деления зиготы, характеризующийся высокой скоростью и отсутствием стадии роста в жизненном цикле бластомеров.
- **Характер дробления** зависит от типа яйцеклетки.
- Клетки, небогатые желтком, делятся полностью (ланцетник, млекопитающие).
- Для богатых желтком клеток характерно неравномерное дробление, при котором дробится только часть цитоплазмы свободной от желтка (земноводные, и



# I. Дробление

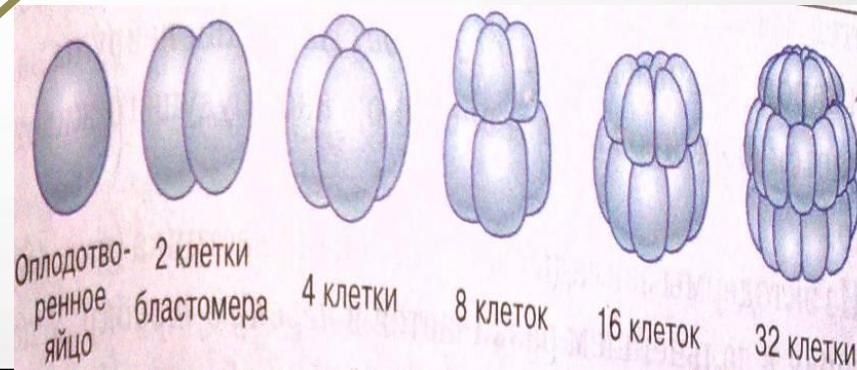
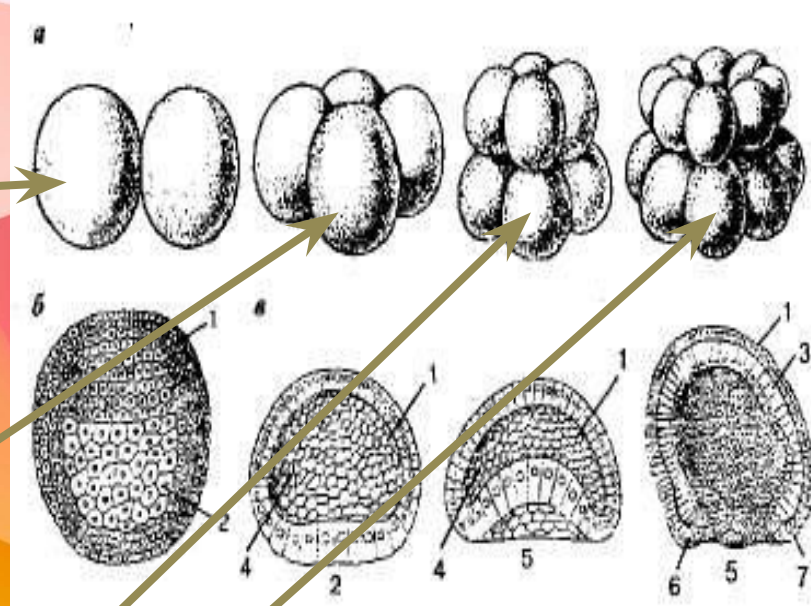
## Порядок деления

1. Образуется меридиональная борозда деления (стадия 2-х бластомеров)

2. Снова меридиональная, перпендикулярная первой (4 бластомера)

3. Широтная борозда деления (8 бластомеров)

4. Затем борозды чередуются



# I. Дробление

□ Образующиеся клетки, ещё сильно отличаются от клеток взрослого организма, называются **бластомерами** (от греч. blastos – зародыш, meros – часть).

□ При делении бластомеров размеры их не увеличиваются, поэтому процесс деления носит название **дробления**. **Образуется морула** – многоклеточный зародыш.

□ Дробление завершается образованием полого однослойного многоклеточного зародыша, состоящего из клеток бластомеров с первичной полостью (бластоцель) внутри – **бластулы**.



□ При дроблении клеток у всех животных – общий объем бластомеров на стадии бластулы не превышает объема зиготы.





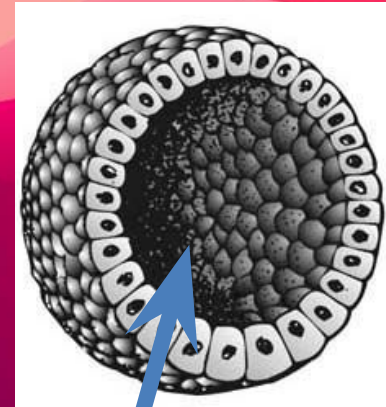
# I. Дробление



Зигота

бластомер

зародыш



Бластула

Первичная полость -  
бластоцель



БЛАСТУЛА

БЛАСТУЛА В РАЗРЕЗЕ

НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ  
ГАСТРУЛЫ

# Типы дробления

I. В зависимости от количества и распространения желтка в яйцеклетке выделяют следующие типы дробления:

1) полное и неполное.

- **Полным** называется дробление, при котором любая борозда проходит через весь зародыш. Такой тип дробления характерен для организмов с олиго- и мезолецитальными яйцеклетками (ланцетник, иглокожие, моллюски, амфибии, млекопитающие).

- При **неполном** дроблении из-за большого количества желтка (полилецитальная яйцеклетка) борозды не разделяют полностью зародыш, и большая часть желтка оказывается вне дробления (костистые рыбы, пресмыкающиеся, птицы).

# Типы дробления

1. В зависимости от количества и распространения желтка в яйцеклетке выделяют следующие типы дробления:

2) равномерное и неравномерное.

- **Равномерным** называется дробление, при котором формируются одинаковые по размеру бластомеры. Это характерно для организмов с равномерным распределением желтка в яйцеклетке (изолецитальной): морские ежи, ланцетник.

- У остальных видов животных со вторично изолецитальными (млекопитающие), с умеренно и резко телолецитальными яйцеклетками дробление **неравномерное**. Когда борозда дробления доходит до основной массы желтка, ее дальнейшее продвижение замедляется настолько, что *последующие клеточные деления начинаются на анимальном полюсе прежде, чем на вегетативном успевают закончиться первое дробление*. В результате помех делению клеток на вегетативном полюсе, создаваемых желтком, клетки вегетативного полушария оказываются гораздо крупнее, чем анимального.

# Типы дробления

I. В зависимости от количества и распространения желтка в яйцеклетке выделяют следующие типы дробления:

3) **синхронное и асинхронное.**

- При **синхронном** дроблении темпы деления клеток в разных частях зародыша одинаковы. Синхронно дробятся зиготы морского ежа, ланцетника, на ранних стадиях - амфибии.

- У большинства видов животных дробление **асинхронное.**

## Типы дробления

**II. В зависимости от формы и смещения бластомеров выделяют следующие типы дробления:**

1) **радиальное дробление** - присуще ланцетнику, амфибиям, иглокожим, круглоротым. При этом типе дробления бластомеры имеют правильную сферическую форму, располагаются точно один над другим, так что полярная ось яйцеклетки является осью симметрии формирующейся бластулы.

2) **спиральный тип дробления** - у моллюсков, кольчатых, реснитчатых червей. Во время цитотомии каждого дробления только что разделившиеся бластомеры поворачиваются вокруг оси веретена в противоположные стороны. При этом из-за наклонного положения веретена деления верхние клетки располагаются между нижними. Бластомеры различны по форме и размерам.

## Типы дробления

**II. В зависимости от формы и смещения бластомеров выделяют следующие типы дробления:**

**3) билатеральное дробление** - в этом случае также происходят движения бластомеров, но в интерфазе и таким образом, что не нарушается плоскость симметрии.

**4) анархическое дробление** - характеризуется тем, что бластомеры вначале располагаются неправильными цепочками, а затем образуют плотное скопление – морулу.

### Целобластула

### Стерробластула

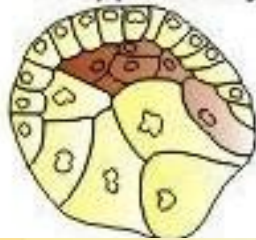
### Дискобластула



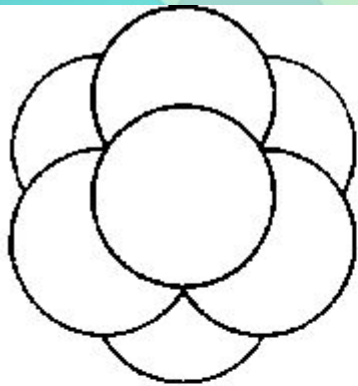
Равномерная



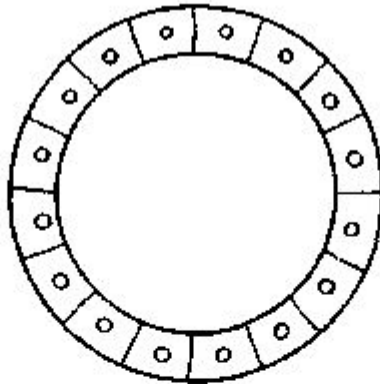
Неравномерная



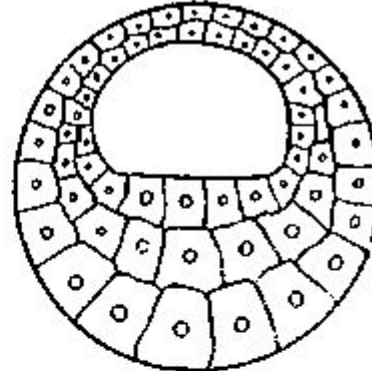
# Типы бластулы



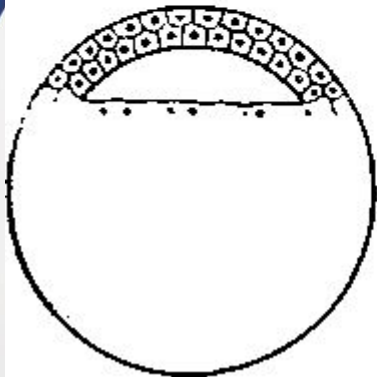
1



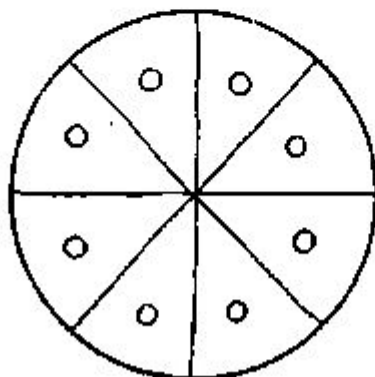
2



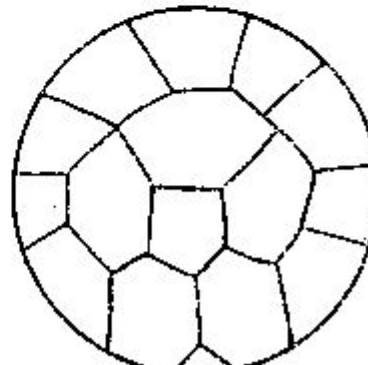
3



4



5



6



7

1 – морула; 2 – целобластула; 3 – амфибластула; 4 – дискобластула; 5 – стерробластула; 6 – перибластула; 7 – плакула.

## II. Гастрюляция

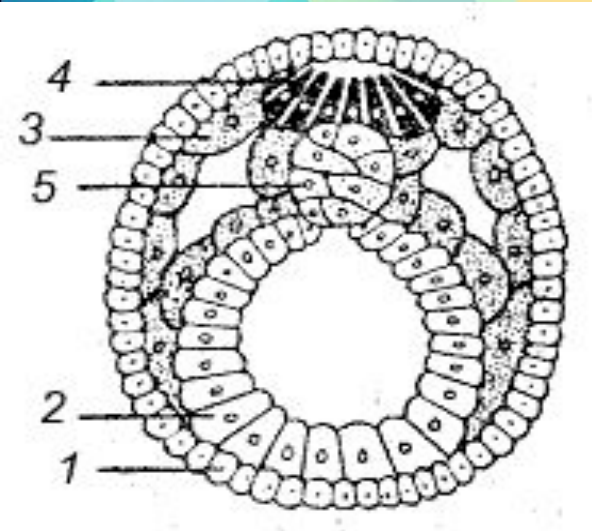
- **Гастрюляция** — это процесс образования зародышевых листков (экто-, мезо- и энтодерма). В случае двухслойных организмов образуется только экто- и энтодерма.
- **эктодермы** ( от греч. ectos – находящийся снаружи, derma – кожа);
- **энтодермы** ( от греч. entos – находящийся внутри, derma – кожа);
- **мезодерма** (от греч. mesos – средний, derma – кожа).
- **Гастрюляцией** — Это совокупность процессов, приводящих к образованию гастрюлы.

Сущность процесса гастрюляции заключается в перемещении клеточных масс. На этой стадии начинается использование генетической информации клеток зародыша, появляются первые признаки **дифференцировки**.



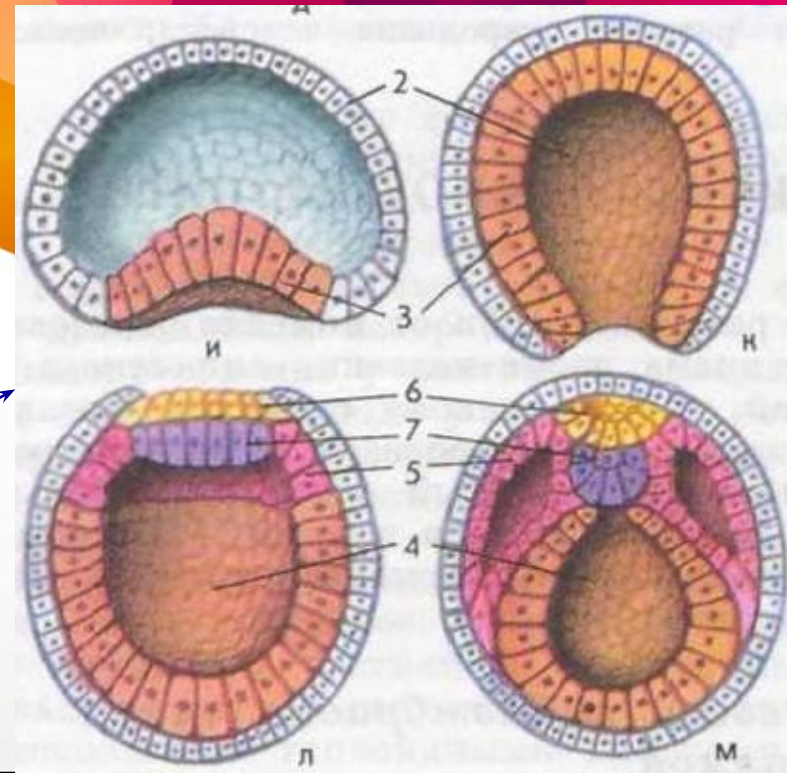
## II. Гастрюляция

У многоклеточных животных, кроме кишечнополостных, возникает третий зародышевый листок – *мезодерма*.



- 1 – эктодерма
- 2 – энтодерма
- 3 – мезодерма
- 4 – нервная пластинка
- 5 – хорда

- 2 – эктодерма;
- 3 – энтодерма;
- 5 – мезодерма;
- 6 – нервная пластинка;
- 7 – хорда;



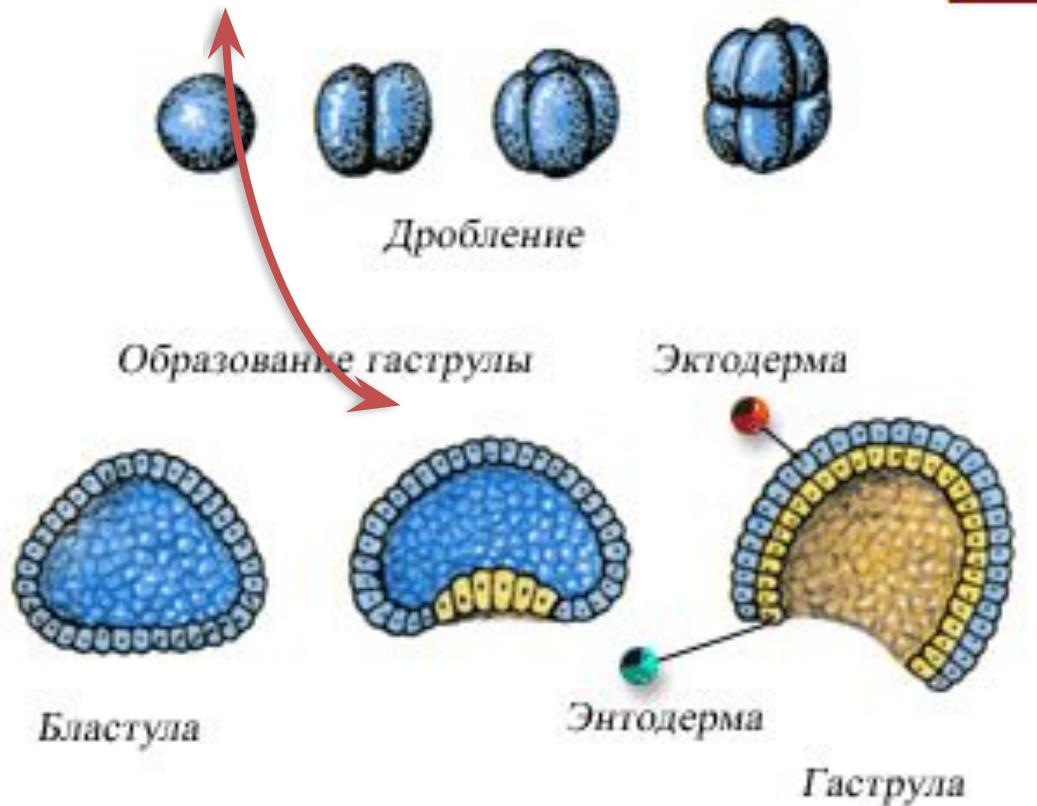
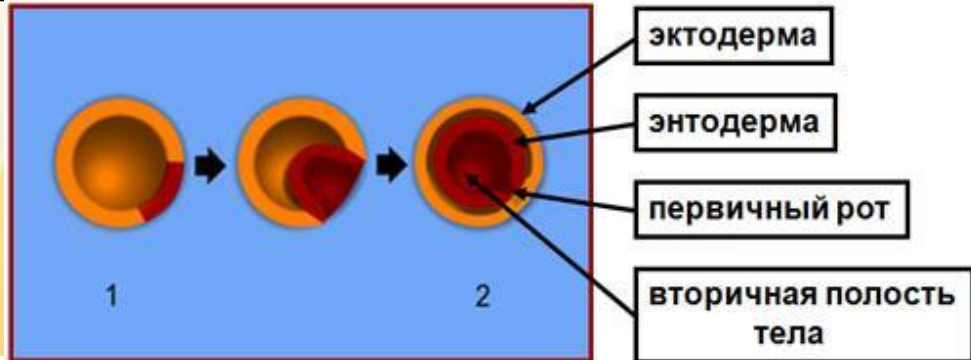
## II. Гастрюляция

- **Гастрюла** (от греч. Gaster – желудок) – зародыш, состоящий из двух зародышевых листков (эктодерма и энтодерма).
- Начало гастрюляции отмечается формированием впячивания на вегетативном полюсе бластулы и образованием первичной кишки (гастроцели).
- Впячивание постепенно углубляется и, наконец, формируется двухстенная чаша с широко зияющим отверстием (гастропором), ведущим в новообразованную полость зародыша.
- У **первичноротых** гастропор превращается в ротовое отверстие. У **вторичноротых** (хордовых) на месте первичного рта образуется анальное отверстие, а рот возникает в передней части



# II. Гастрюляция

1-слойный  
зародыш



2-слойный  
зародыш

### III Органогенез

Процесс формирования органов в эмбриональном развитии называют **органогенезом**.

**В органогенезе можно выделить две фазы:**

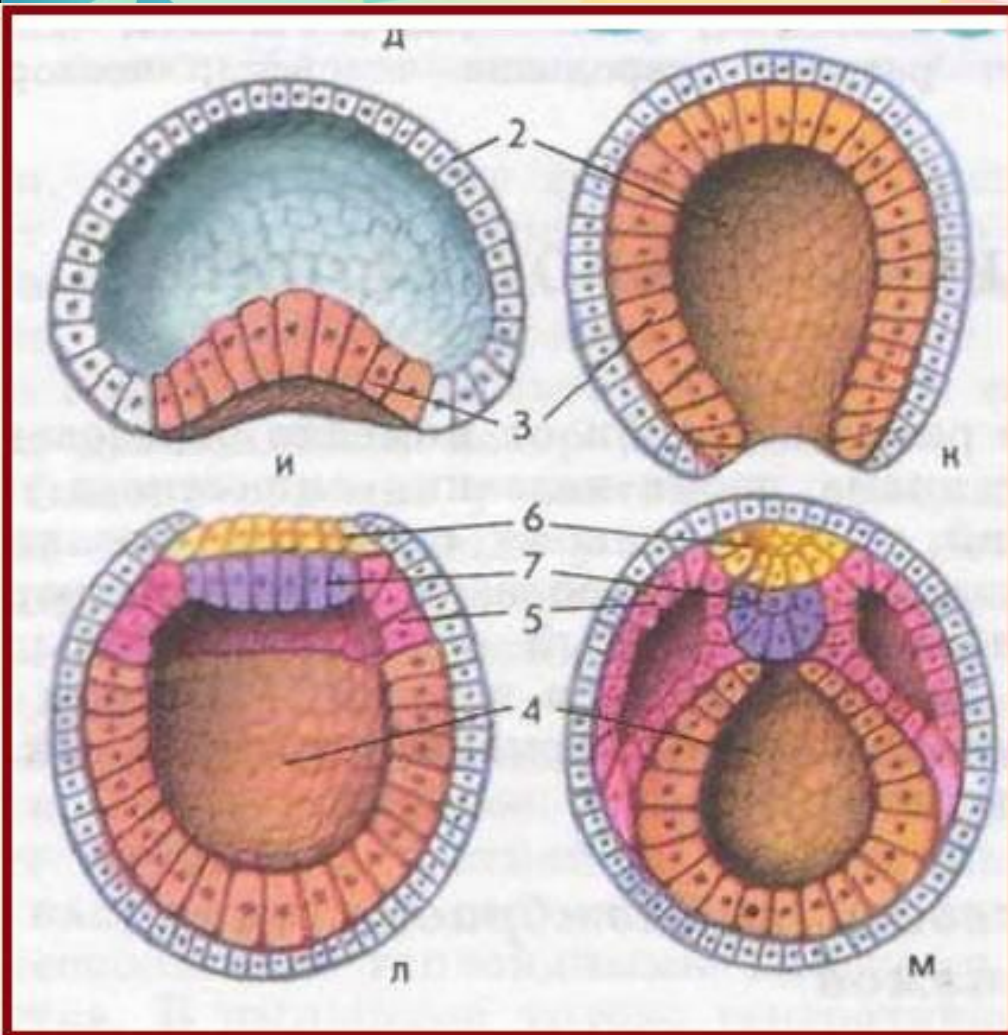
**1. нейруляция** — этот начальный этап органогенеза, образование (формирование) комплекса осевых органов (нервная трубка, хорда, кишечная трубка и мезодерма сомитов), в который вовлекается почти весь зародыш;

Зародыш на стадии нейруляции называется **нейрула**.

Мезодерма обособляется по бокам от хорды в виде карманов, а затем врастает между экто - и энтодермой. Два мезодермальных листка срастаются под кишечной трубкой.

**2. построение остальных органов** — приобретение различными участками тела типичной для них формы и черт внутренней организации, установление определенных пропорций (пространственно ограниченные процессы).

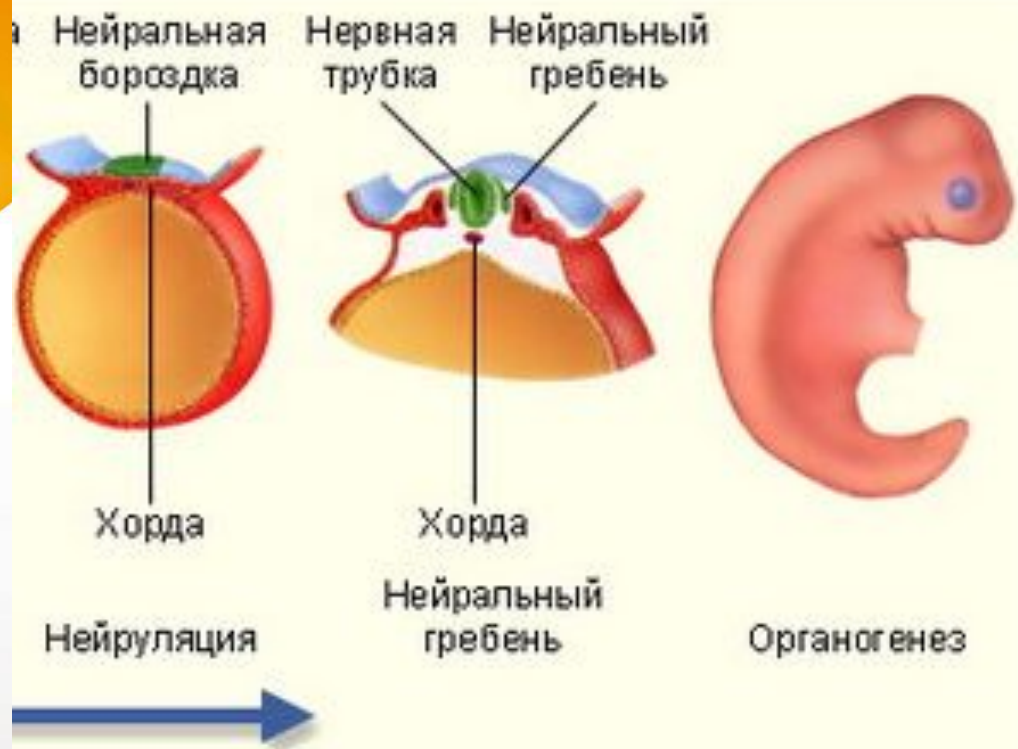
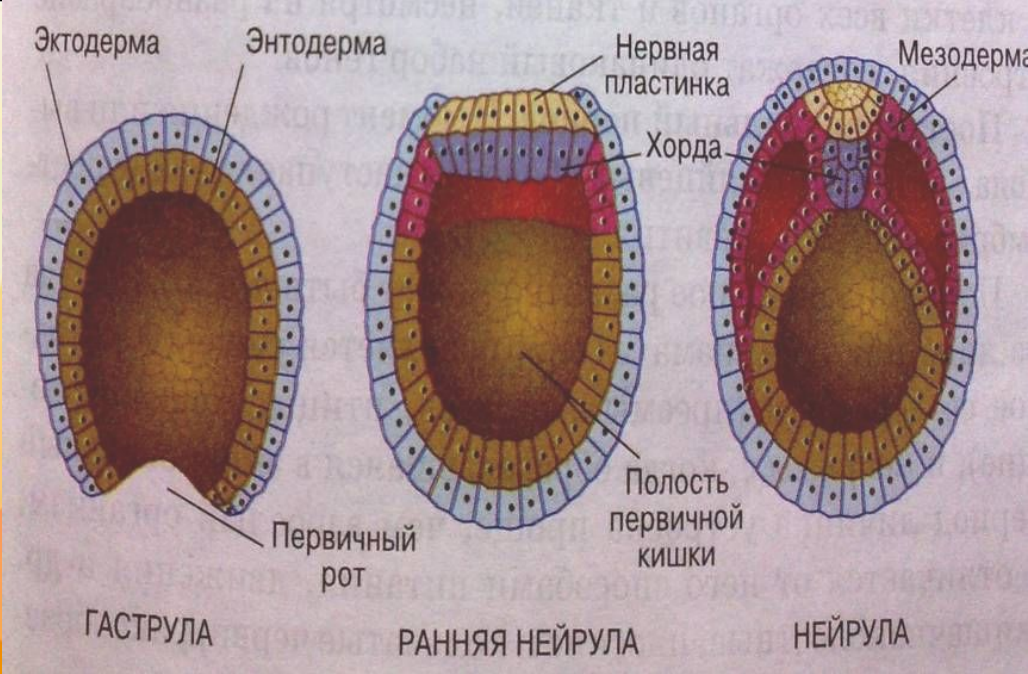
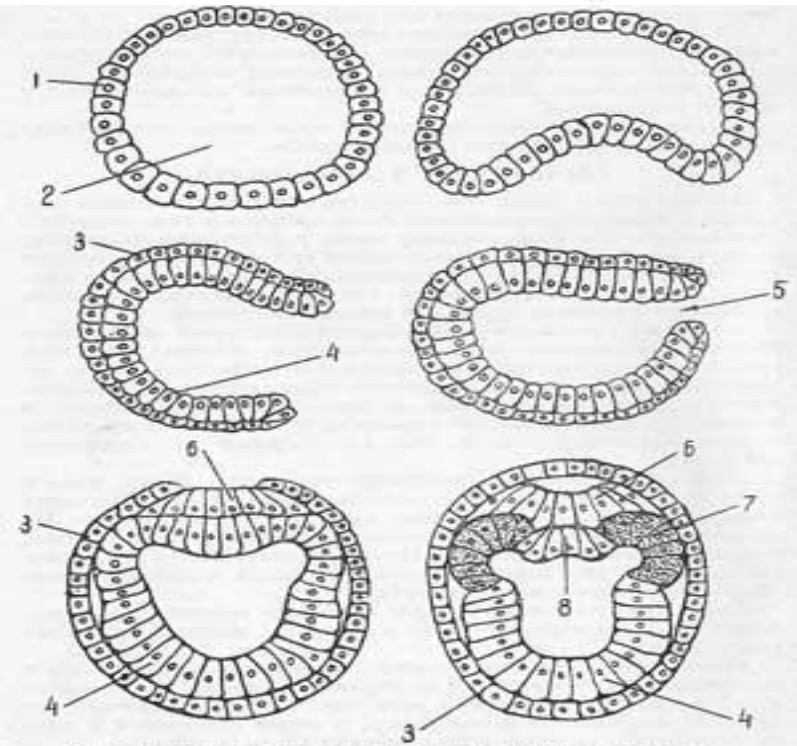
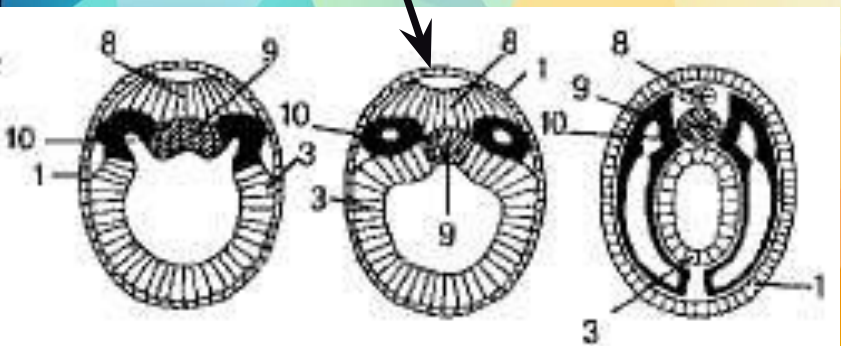
### III Органогенез



**1. нейруляция.** На стадии нейрулы из эктодермы развивается нервная пластинка, а затем нервная трубка (6) (из неё впоследствии произойдут головной и спинной мозг) остальная эктодерма даёт начало наружному слою (кожный покров, органы зрения и слуха) одновременно энтодерма образует трубку (4) (кишечник, лёгкие, печень, поджелудочная железа). Мезодерма (5) даёт начало хорде (7), мышцам, почкам, хрящевому и костному скелету, а также кровеносным сосудам.

# III Органогенез

нейрула



### III Органогенез

Процесс развития тканей зародыша называется – *гистогенез*.

- Органы разных видов животных, развившиеся из одних и тех же зародышевых участков, называются **ГОМОЛОГИЧНЫМИ**.
- Гомология органов и систем органов позвоночных животных – доказательство единства их происхождения .

### III Органогенез

Зародышевый  
листок

Ткани, органы, системы органов

Эктодерма -  
наружный слой  
клеток

Нервная трубка (нервная система - спинной и головной мозг), эпителий кожи, железы кожи, волосы, ногти, перья, шерсть, эмаль зубов, органы чувств (зрение, слух, обоняние), эпителий рта, носа, анального отверстия;



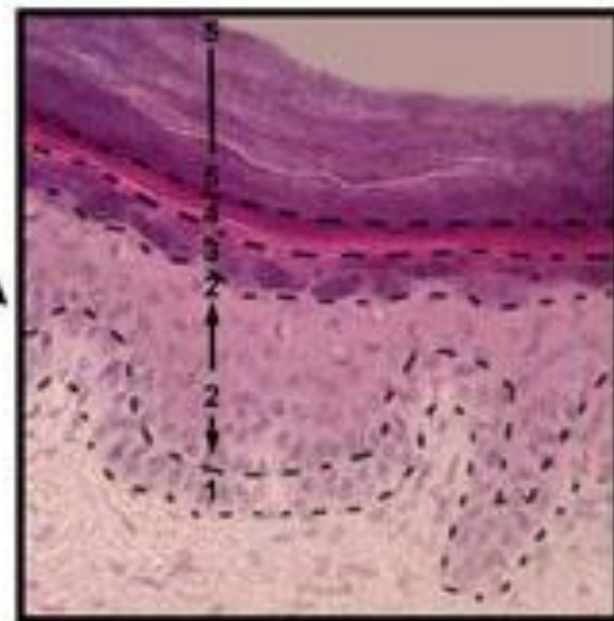
Кожные  
железы



Нервная система и  
органы чувств

**эктодерма**

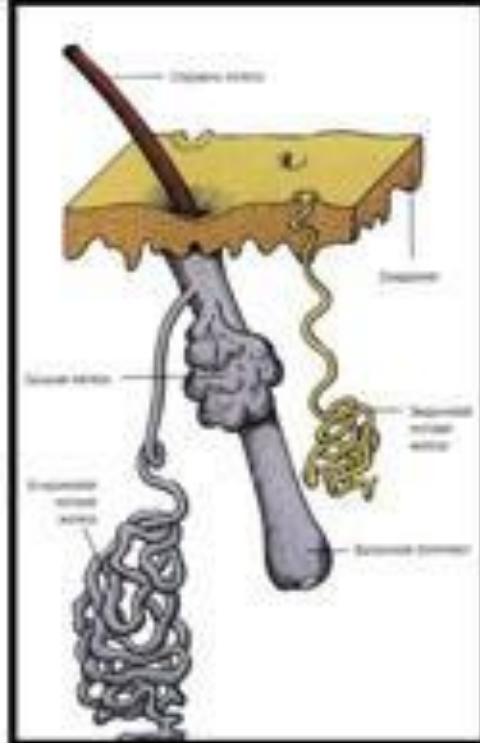
Роговые выросты



Эпидермис кожи



Эмаль зубов



### III Органогенез

Зародышевый  
листок

Ткани, органы, системы органов

Энтодерма –  
внутренний  
слой клеток

Эпителий средней кишки (желудок, кишечник, желчный пузырь), пищеварительные железы (печень, поджелудочная железа, щитовидная и околощитовидная железа), эпителий дыхательных путей, жабр и легких;

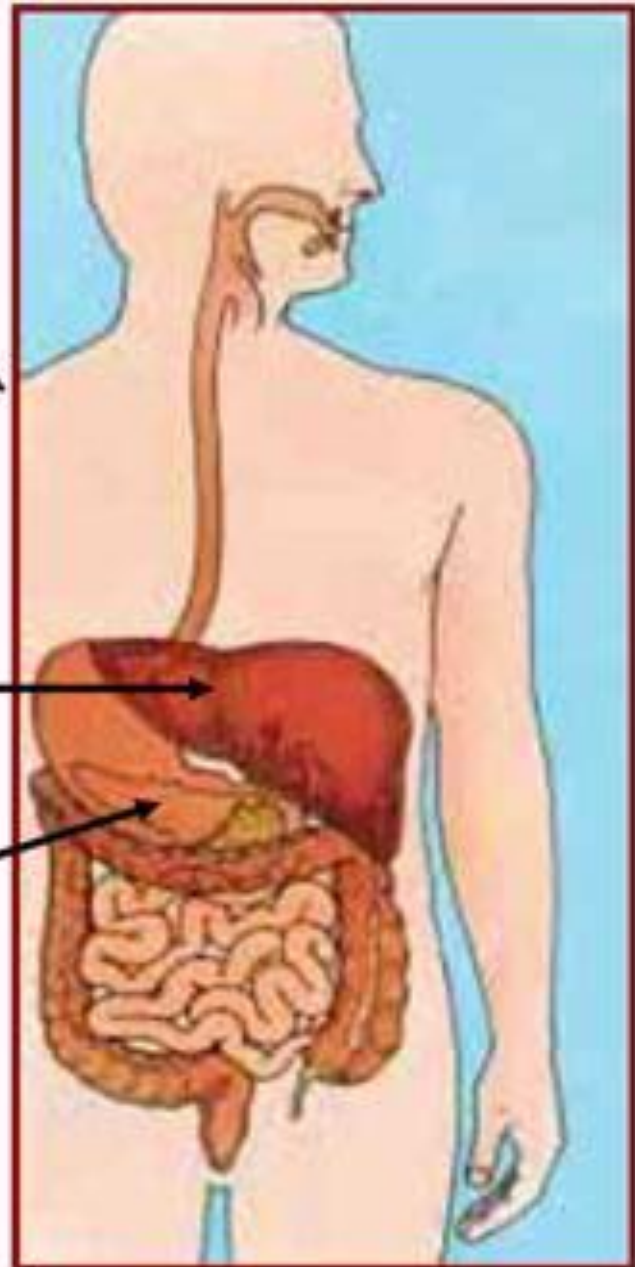
**энтодерма**



**Эпителий органов  
дыхания**

печень

поджелудочная  
железа



**Эпителий органов  
пищеварения**

### III Органогенез

Зародышевый  
листок

Ткани, органы, системы органов

Мезодерма –  
средний слой  
клеток

Дерма, мышечная ткань, соединительная ткань, хрящевой и костный скелет, дентин зубов, кровеносная и лимфатическая системы (сердце, сосуды), брыжейка, почки, половые железы и др.



мускулатура



кровеносная система

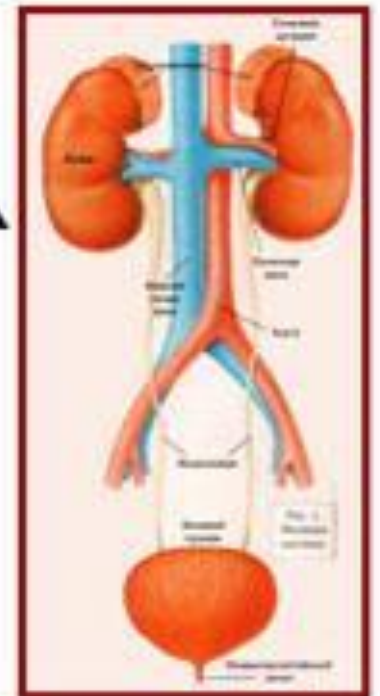
**мезодерма**



скелет



половая система



выделительная система

# Стадии эмбрионального развития ланцетника

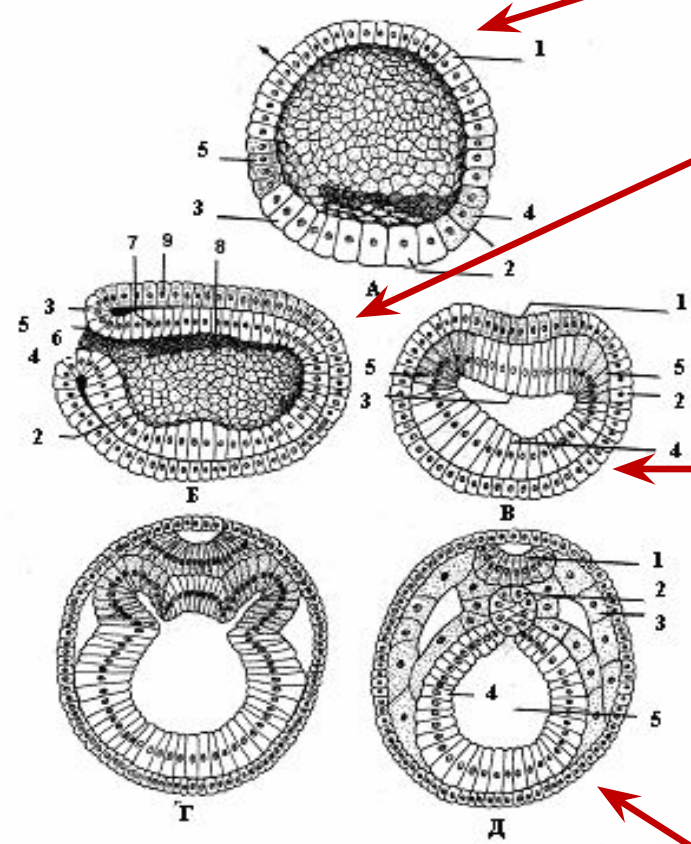
**А – бластула:** 1 - кожная эктодерма; 2 - кишечная энтодерма; 3 - материал хорды; 4 - материал мезодермы; 5 - нейральная эктодерма.

**Б – гастрюла:** 2 - кишечная энтодерма; 3 - дорсальная губа бластопора; 4 - вентральная губа бластопора; 5 - боковая губа бластопора; 6 - бластопор; 7 - материал хорды; 8 - материал мезодермы; 9 - нейральная эктодерма.

**В – Начало органогенеза:** а. обособление материала нервной трубки; 1 - нейральная эктодерма; 2 - кожная эктодерма; 3 - гастроцель; 4 - кишечная энтодерма; 5 - зачаток мезодермы.

**Г - обособление материала хорды, мезодермы и вторичной кишки;**

**Д - Завершение органогенеза:** формирование хорды и вторичной кишки; 1 - нервная трубка; 2 - хорда; 3 - мезодерма; 4 - кишечная энтодерма; 5 - полость вторичной кишки.



## Эмбриональный период многоклеточного организма состоит из следующих стадий

- зиготы;
- морулы – стадии многоклеточного зародыша после дробления зиготы;
- бластулы – стадии образования однослойного зародыша;
- гастролы - стадии образования зародышевых листков;
- нейрулы;
- гисто- и органогенеза – стадии появления специфических функциональных, морфологических и биохимических различий между отдельными клетками и частями развивающегося зародыша.

# Влияние факторов среды на зародыш

С первых часов своего развития каждый эмбрион крайне чувствителен к неблагоприятному воздействию факторов среды

## Факторы среды обитания

### Биотические

Вирусы,  
бактерии,  
грибы,  
животные,  
растения

### Абиотические

Влажность,  
температура,  
↓ давление,  
радиация,  
химические в-ва.



## Постэмбриональный период развития

Постэмбриональное развитие в основном сводится к:

- росту;
- половому созреванию;
- репродукции;
- старению.

У разных организмов постэмбриональный период имеет различную продолжительность: от нескольких часов (у бактерий) до 5000 лет (у секвойи).

# Постэмбриональный период развития

Ювенальный этап



Пубертатный этап

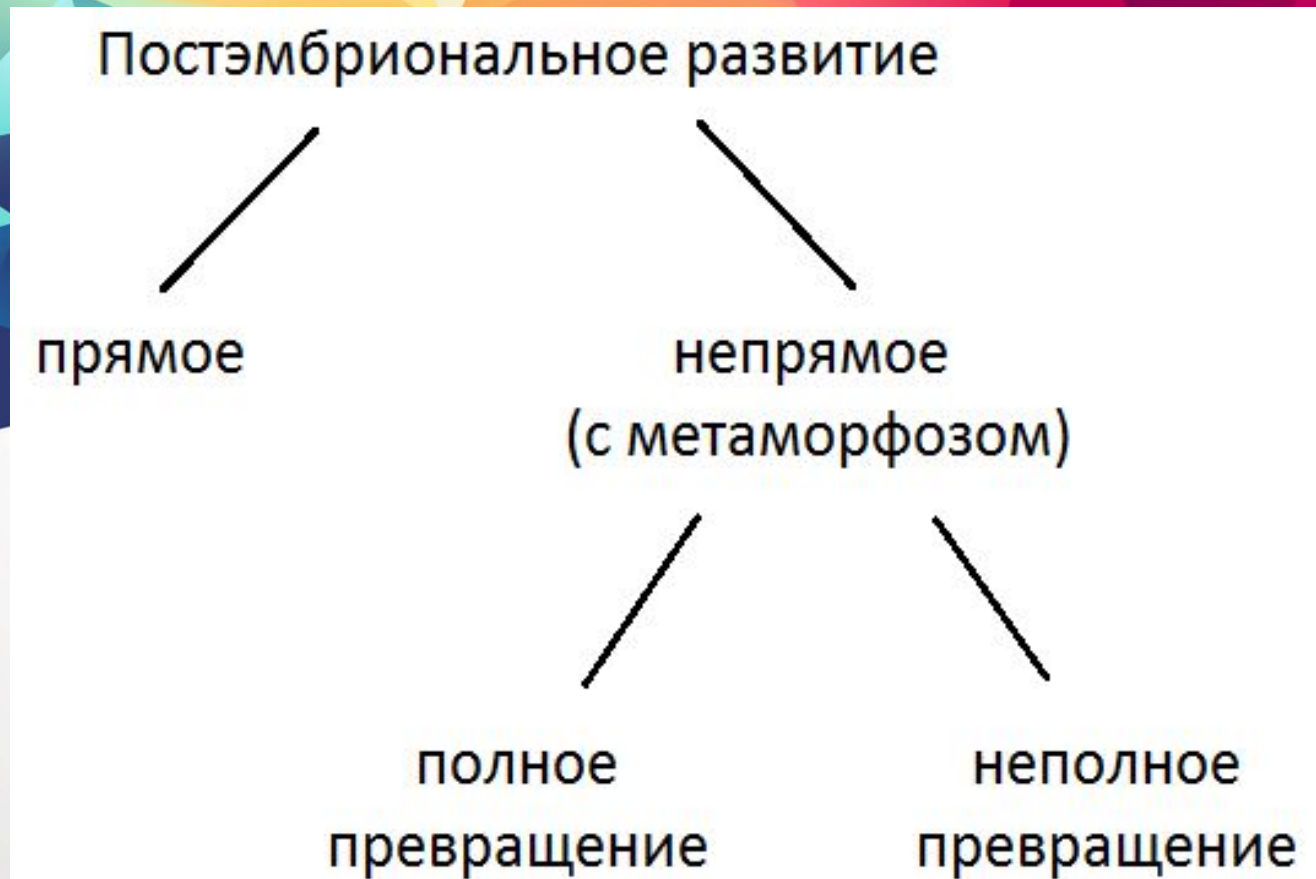


Старость



# Ювенильный период

- Этот период (от лат. juvenilis — юный) определяется временем от рождения организма до полового созревания.
- У разных организмов он протекает по-разному и зависит от типа онтогенеза организмов.



# Постэмбриональный период развития

- **Непрямое развитие** (личиночное развитие, *развитие с метаморфозом*) — появившийся из яйца организм (личинка) отличается по строению от взрослого организма, обычно устроен проще, может иметь специфические органы, способ питания.
- Личинка питается, растет и со временем личиночные органы заменяются органами, свойственными взрослому организму (имаго) (развитие лягушки, насекомых, червей).
- Постэмбриональное развитие сопровождается ростом.



# Непрямое постэмбриональное развитие

## Виды непрямого развития



### Неполное превращение (кузнечики, клопы, саранча)

Фазы развития:

- 1. Яйцо
- 2. Личинка
- 3. Взрослая особь с выпадением стадии куколки.

Развитие, при котором из яйцевых оболочек выходит организм, строение которого сходно со строением взрослого организма, но размеры намного меньше.

Такой организм называют личинкой.

### Полное превращение (бабочки, жуки, муравьи, пчелы)

Фазы развития:

1. Яйцо
2. Личинка
3. Куколка (переход личинки в взрослую особь)
4. Взрослая особь (имаго), без выпадения любой из фаз.

Развитие, при котором из яйцевых оболочек освобождается личинка, существенно отличающаяся по строению от взрослых особей.

# Непрямое постэмбриональное развитие

## Виды непрямого развития



**Неполное превращение**  
(кузнечики, клопы, саранча)

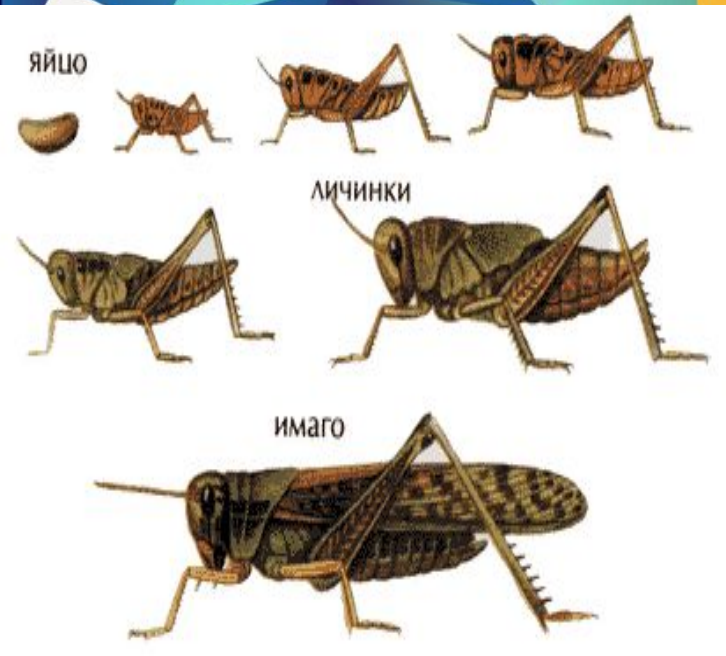
Фазы развития:

- 1. Яйцо
- 2. Личинка
- 3. Взрослая особь с выпадением стадии куколки.

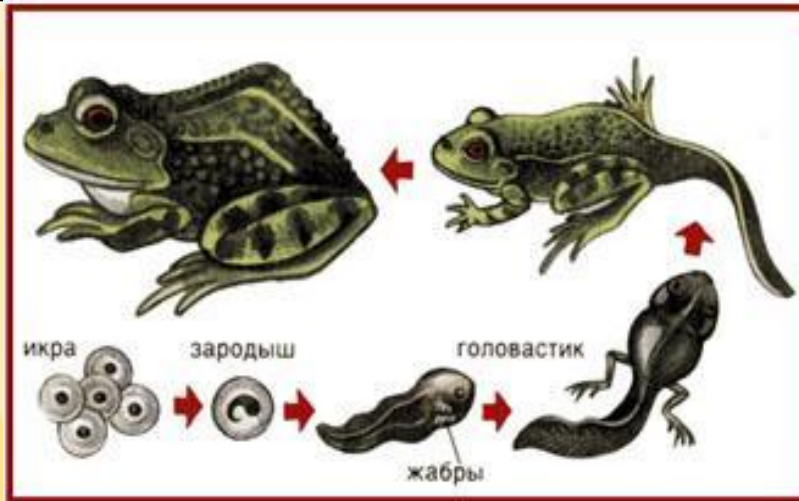
**Полное превращение**  
(бабочки, жуки, муравьи, пчелы)

Фазы развития:

1. Яйцо
2. Личинка
3. Куколка (переход личинки в взрослую особь)
4. Взрослая особь (имаго), без выпадения любой из фаз.



# Непрямое постэмбриональное развитие



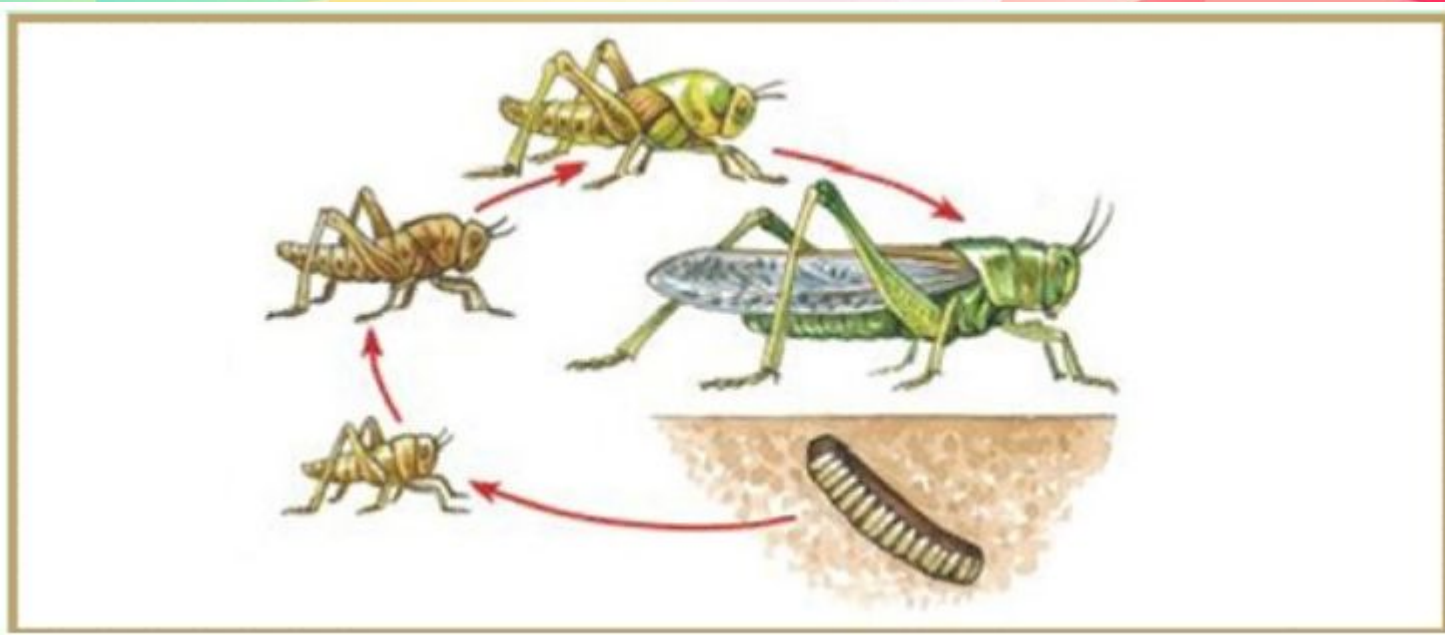
амфибии  
рыбы  
насекомые  
ракообразные  
моллюски  
черви



яйцо  
↓  
личинка  
↓  
куколка  
↓  
имаго



# Непрямое постэмбриональное развитие



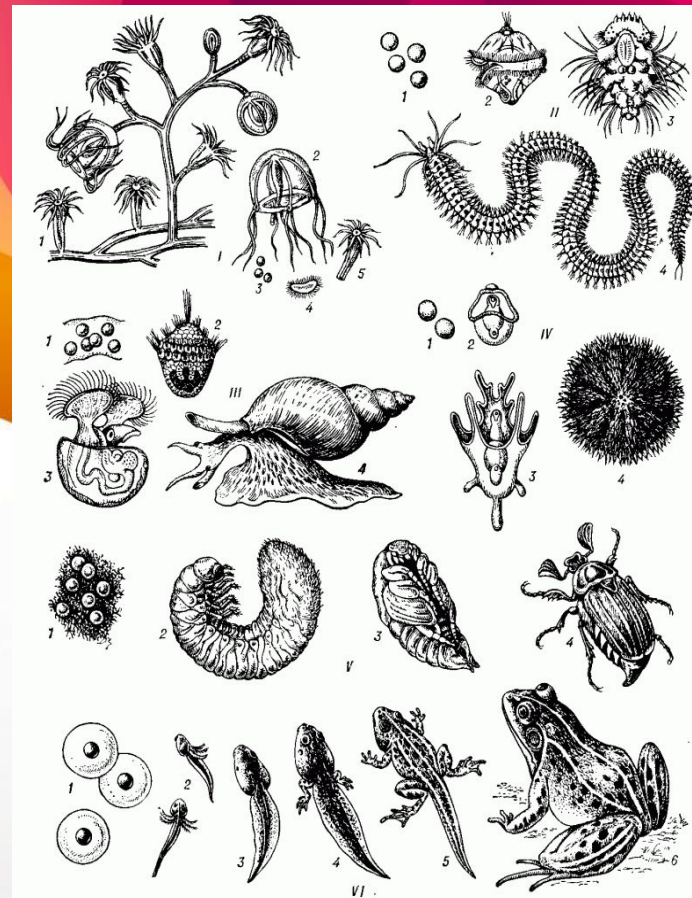


# Непрямое постэмбриональное развитие. Метаморфоз

Метаморфозы широко встречаются у кишечнополостных (гидры, медузы, коралловые полипы), плоских червей (фасциолы), круглых червей (аскариды), моллюсков (устрицы, мидии, осьминоги), членистоногих (раки, речные крабы, омары, креветки, скорпионы, пауки, клещи, насекомые) и даже у некоторых хордовых (оболочечники и земноводные).

**Метаморфоз** - представляет собой глубокие преобразования в строении организма, в результате которых личинка превращается во взрослое насекомое.

**Метаморфоз** - процесс превращения фаз развития (личинок) во взрослое животное, сопровождающийся анатомо-морфологической и физиологической перестройкой организма.



# Непрямое постэмбриональное развитие. Метаморфоз

В зависимости от характера постэмбрионального развития у насекомых различают два типа метаморфоза:

- **неполный** (гемиметаболия), когда развитие насекомого характеризуется прохождением только трех стадий - яйца, личинки и взрослой фазы (имаго);
- **полный** (голометаболия), когда переход личинки во взрослую форму осуществляется на промежуточной стадии через куколку.

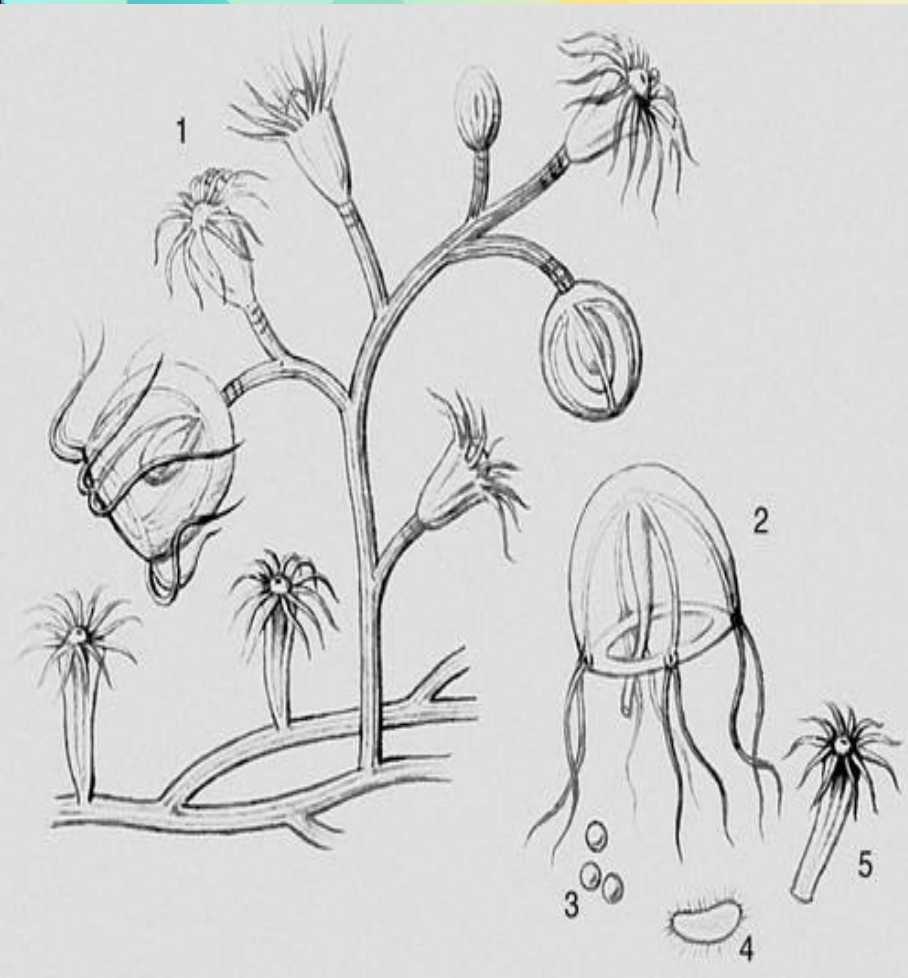
Наиболее выразительные формы метаморфозов наблюдают у насекомых, которые подвергаются как неполным, так и полным метаморфозам.

# Метаморфоз у беспозвоночных

Для низших беспозвоночных (губки, кишечнополостные) характерен метаморфоз, при котором различные свободноплавающие личинки выполняют функцию расселения вида.

Часто такой метаморфоз осложняется чередованием поколений, размножающихся половым либо бесполом путем.

Своеобразен некротический метаморфоз, характерный для немертин, при котором будущая взрослая особь развивается внутри личинки, при этом основная масса тела личинки отмирает.



# Метаморфоз у позвоночных

У позвоночных метаморфозы встречаются среди земноводных и костных рыб.

Для личиночной стадии характерно наличие провизорных органов, которые либо повторяют признаки предков, либо имеют явно приспособительное значение.



# Значение развития с метаморфозами

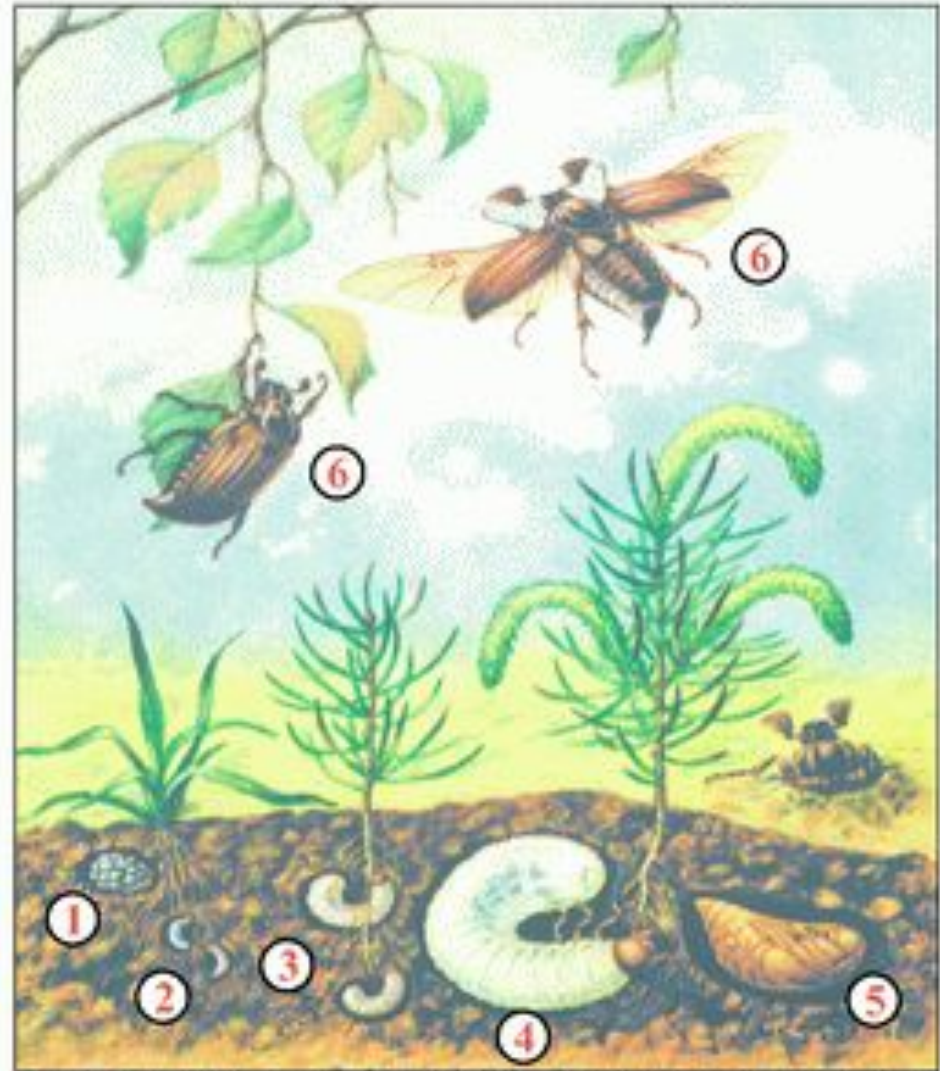
1. Личинки могут самостоятельно питаться и расти, накапливая материал для формирования постоянных органов.

2. У паразитических и сидячих видов животных подвижные личинки расширяют ареал, способствуют расселению вида.

3. Снижение пищевой конкуренции между взрослыми особями и личинками.

4. Возможность перенести неблагоприятные условия.

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ НАСЕКОМОГО С ПОЛНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ  
Стадии развития майского жука



1. Яйцо 2. Личинка 1-го года развития 3. Личинка 2-го года развития  
4. Личинка 3-го года развития 5. Куколка 6. Взрослое насекомое

# Личинка

Следующая за яйцом фаза метаморфоза у большинства беспозвоночных, некоторых рыб и земноводных.

Некоторые личинки могут вообще не превратиться во взрослую форму и способны к размножению.

Существуют много форм личинок.



# Куколка



- Куколка - фаза развития насекомых с полным метаморфозом.
- Куколка соответствует нимфе насекомых с неполным метаморфозом.

# Имаго

- Окончательная стадия индивидуального развития членистоногих животных со сложным жизненным циклом.
- У насекомых с полным превращением имаго развивается из куколки.
- У насекомых с неполным превращением имаго развивается из личинки (нимфы).





## Постэмбриональный период развития

- **Прямое развитие** — развитие, при котором появившийся организм идентичен по строению взрослому организму, но имеет меньшие размеры и не обладает половой зрелостью.
- Дальнейшее развитие связано с увеличением размеров и приобретением половой зрелости (развитие рептилий, птиц, млекопитающих)

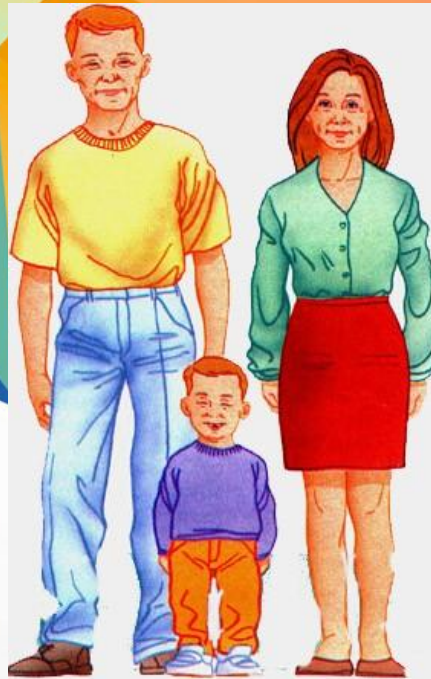
*Без метаморфозов. Сводится к росту и половому созреванию.*



# Прямое постэмбриональное развитие

Прямое развитие свойственно человеку и другим млекопитающим, птицам, пресмыкающимся, некоторым насекомым.

Организм с самого начала обладает основными морфологически признаками половозрелой особи.

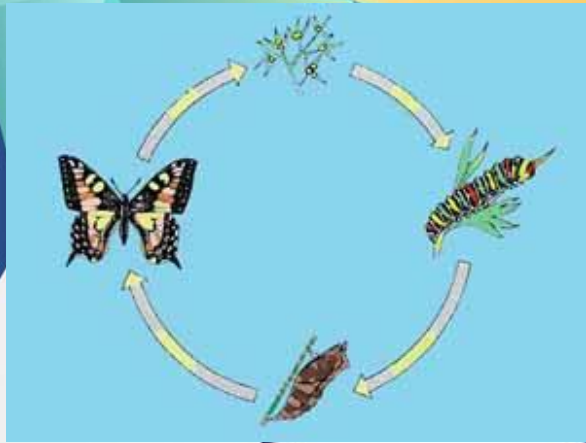


# Типы онтогенеза

Личиночный

Яйцекладный

Внутриутробный



## Пубертатный период

- Пубертатный период является крайне важной – рубежной фазой развития.
- Этот период называют еще зрелым, и он связан с половой и физической зрелостью организмов.
- Развитие организмов в этот период достигает максимума.
- На рост и развитие в постэмбриональный период большое влияние оказывают факторы среды.
- Для животных первостепенное значение имеет полноценное кормление (наличие в корме белков, углеводов, липидов, минеральных солей, витаминов, микроэлементов).
- Важны также кислород, температура, свет (синтез витамина D).
- Рост и индивидуальное развитие животных организмов подвержены нейрогуморальной регуляции со стороны гуморальных и нервных механизмов регуляции.

# Регенераци

и

- ❖ На всех периодах онтогенеза организмы способны к восстановлению утраченных или поврежденных частей тела.
- ❖ Это свойство организмов носит название регенерации, которая бывает физиологической и репаративной.

# Регенераци

и

Физиологическа

я

Репаративн

ая

# Регенерации

- Физиологическая регенерация — это замена утерянных частей тела в процессе жизнедеятельности организма.
- Регенерации этого типа очень распространены в животном мире.
- Например, у членистоногих она представлена линькой, которая связана с ростом.
- У рептилий регенерация выражается в замещении хвоста и чешуи, у птиц — перьев, когтей и шпор.
- У млекопитающих примером физиологической регенерации может быть ежегодное сбрасывание



Ломкие участки хвостовых позвонков



Смарагдовый сцинк, недавно потерявший свой хвост



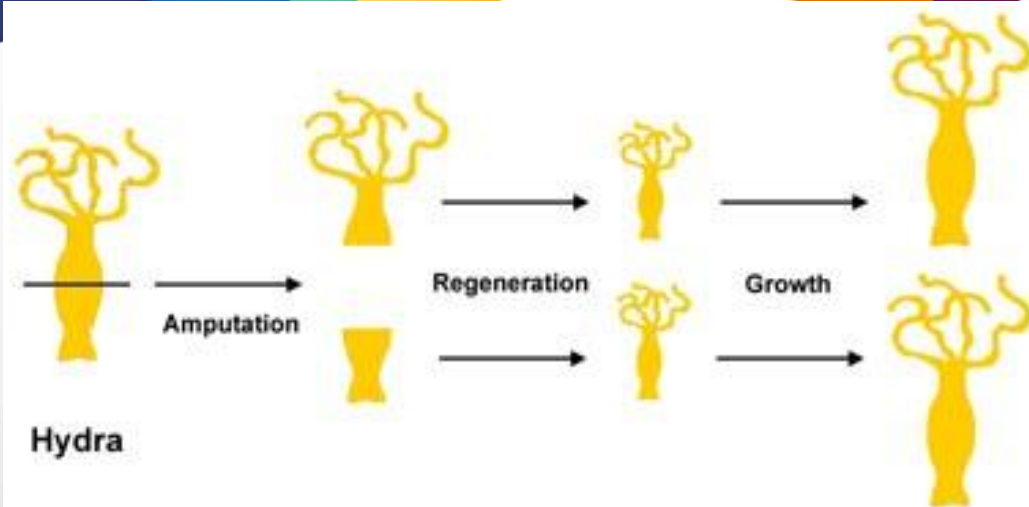
хвост сцинка постепенно отрастает, но внутри у него вместо позвонков хрящевой стержень



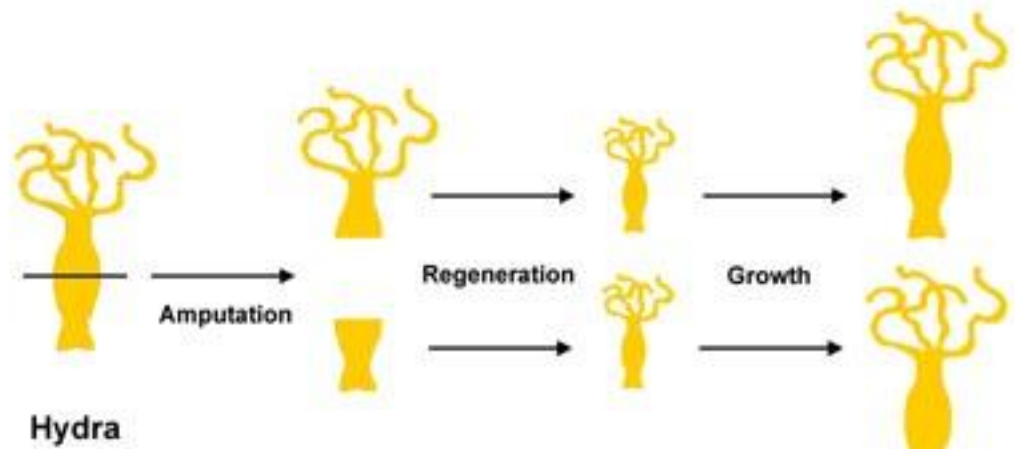
Новый хвост смарагдового сцинка полностью отрастает почти через 8 месяцев

# Регенерации

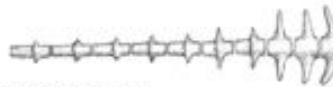
- Репаративная регенерация — это восстановление части тела организма, оторгнутой насильственным путем.
- Регенерация этого типа возможна у многих животных, но ее проявления различны.
- Например, она часта у гидр и связана с размножением последних, поскольку из части регенерирует весь организм.
- У других организмов регенерации проявляются в виде способности отдельных органов к восстановлению после утраты ими какой-либо части.
- У человека достаточно высокой регенеративной способностью обладают эпителиальная, соединительная, мышечная и костная ткани.



# Репаративная регенерация



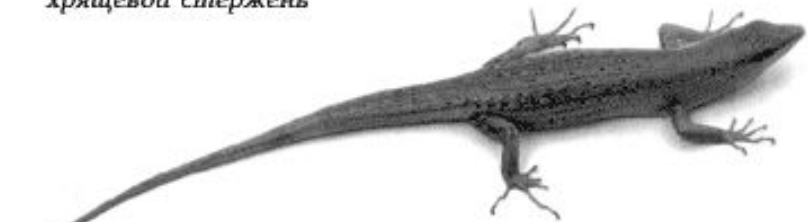
*Ломкие участки хвостовых позвонков*



*Смарагдовый сцинк,  
недавно потерявший  
свой хвост*



*хвост сцинка постепенно отрастает,  
но внутри у него вместо позвонков  
хрящевая стержень*



*Новый хвост смарагдового сцинка  
полностью отрастает почти через 8 месяцев*

## Физиологическая регенерация

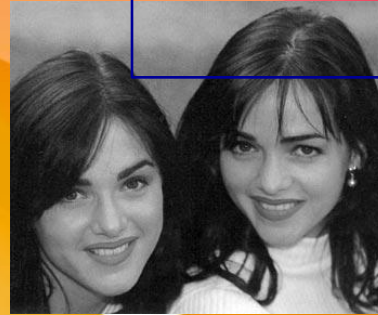


## Старость как этап онтогенеза

- ❑ Старость является предпоследним этапом онтогенеза животных, причем ее длительность определяется общей продолжительностью жизни, которая является видовым признаком и которая у разных животных является разной.
- ❑ Наиболее точно старость изучена у человека.

# Старость как этап онтогенеза

Механизм старения до сих пор загадка. Существует более 300 теорий



Прогрессивное изменение  
структуры хромосом

Прогрессивная  
деградация клеток

Посттрансляционная  
модификация белков

Теория укорачивания теломер хромосом. С каждым делением теломеры соматических клеток укорачиваются, и после определенного количества делений, названного *пределом Хайфлика*, клетка перестает делиться.



# Старение организмов

Механизм старения до сих пор загадка. Существует более 300 теорий

## Свободнорадикальная теория.

В процессе синтеза АТФ, происходящего в митохондриях, вырабатываются свободные радикалы кислорода.

— Они обладают чрезвычайно высокой реакционной способностью, вследствие чего повреждают практически все системы человека.



# Смерть

- Смерть является завершающим этапом онтогенеза.
- Научные данные свидетельствуют о том, что у одноклеточных организмов (растений и животных) следует отличать смерть от прекращения их существования.
- Смертью является их гибель, тогда как прекращение существования связано с их делением.
- Следовательно, недолговечность одноклеточных организмов компенсируется их размножением.
- У многоклеточных растений и животных смерть является в полном смысле слова завершением жизни организма.
- Различают клиническую и биологическую смерть.
- Клиническая смерть выражается в потере сознания, прекращении сердцебиения и дыхания, однако большинство клеток и органов все же остаются живыми.
- Происходит самообновление клеток, продолжается перистальтика кишечника.

# Возрастные периоды онтогенетического развития человека

Основное название	Возраст
Внутриутробное развитие (антенатальный, пренатальный онтогенез)	
Эмбриональный период	0–3 мес.
Фетальный период	3–9 мес.
Внеутробное развитие (постнатальный онтогенез)	
Период новорожденности, или Грудной возраст	От рождения до 4 нед. 4 нед. – 1 год
Раннее детство	1–3 года
Первое детство	4–7 лет
Второе детство	Мальчики 8–12 лет, девочки 8–11 лет

## Возрастные периоды онтогенетического развития человека

Основное название	Возраст
Подростковый возраст	Мальчики 13–16 лет, девочки 12–15 лет
Юношеский возраст	16–20 лет
Зрелый возраст – I период	Мужчины 22–38 лет, женщины 21–35 лет
Зрелый возраст – II период	Мужчины 36–60 лет, женщины 36–55 лет
Пожилой возраст	61–79 лет
Старческий возраст	75–90 лет
Долгожители	90 лет и старше



**Благодарю за внимание!**