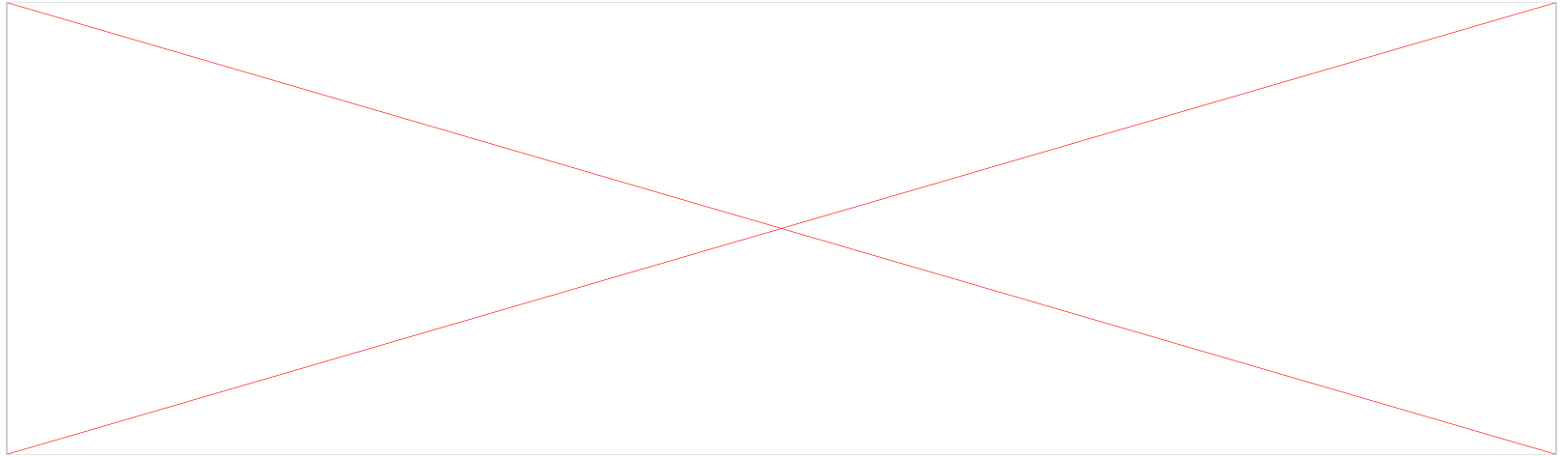


# Тема: «Гаметогенез, эмбриогенез»

Задачи:

Дать характеристику гаметогенезу и  
основным этапам эмбриогенеза

# Гаметогенез

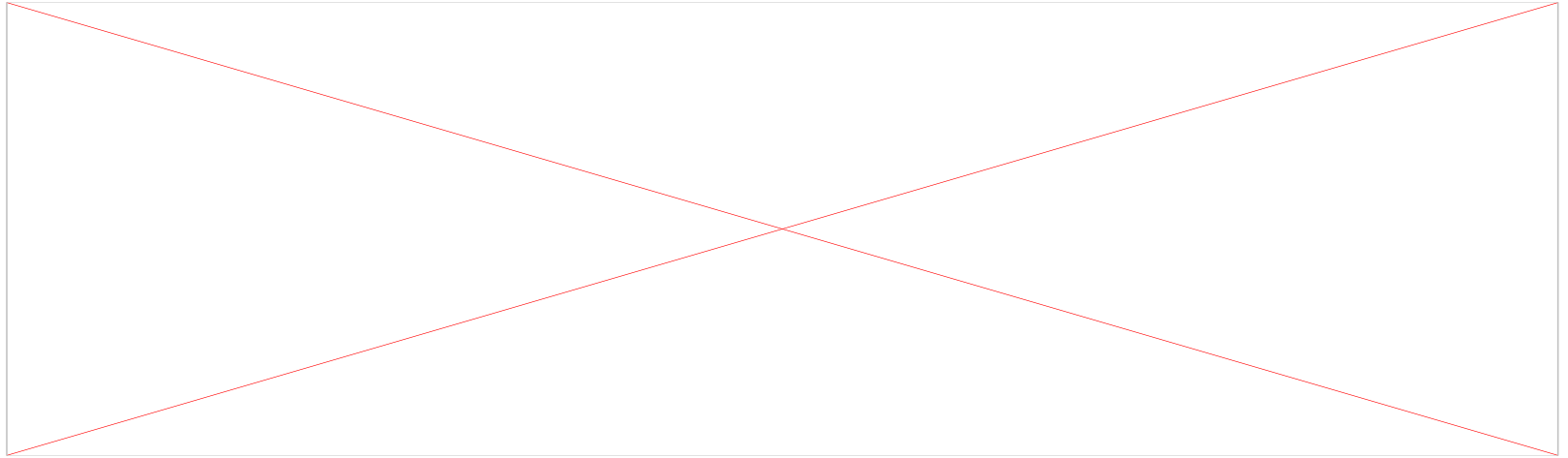


*Гаметогенез* — это процесс развития половых клеток — гамет.

## Этапы гаметогенеза

Процесс образования сперматозоидов называется *сперматогенезом*, а образование яйцеклеток — *оогенезом*. В образовании гамет различают три фазы: фазу размножения, фазу роста, фазу созревания. В сперматогенезе имеется еще одна фаза — фаза формирования.

# Гаметогенез



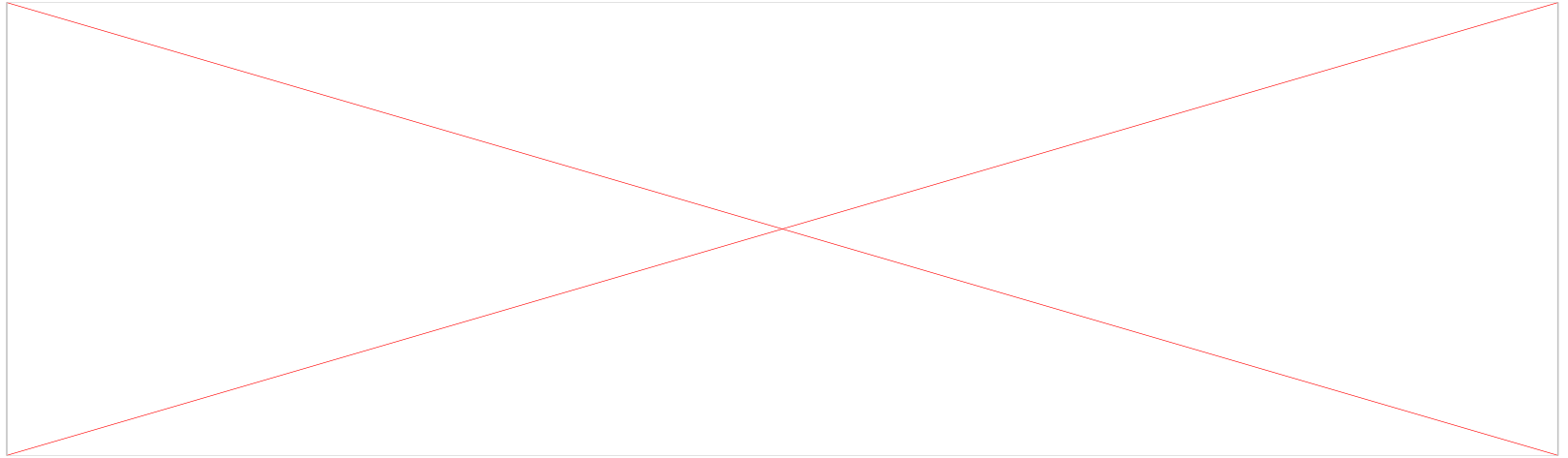
## **Фаза размножения:**

Диплоидные клетки многократно делятся митозом. Их называют *оогонии* и *сперматогонии*. Набор хромосом  $2n$ .

## **Фаза роста:**

Сущность этой фазы — *рост* сперматогоний и оогоний, кроме того, в эту фазу происходит репликация ДНК, каждая хромосома становится двуххроматидной ( $2n\ 4c$ ). Образовавшиеся клетки называются *ооциты 1-го порядка* и *сперматоциты 1-го порядка*.

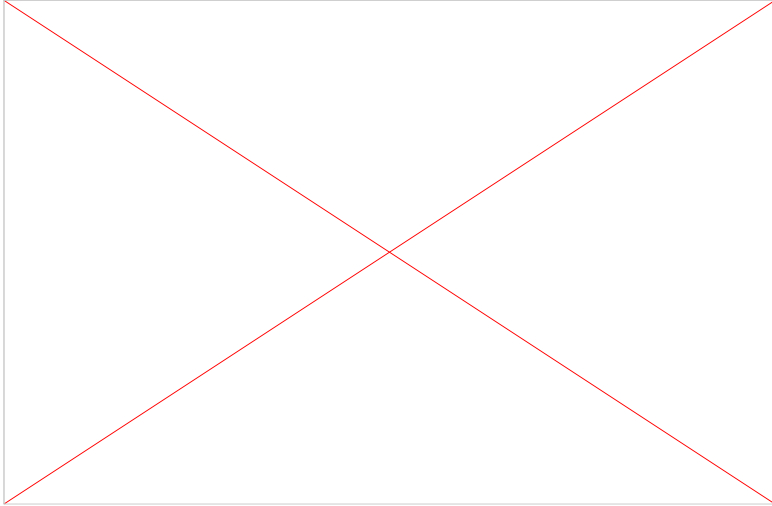
# Гаметогенез



## **Фаза созревания:**

Сущность фазы — мейоз. В первое мейотическое деление вступают *гаметоциты 1-го порядка*. В результате первого мейотического деления образуются *гаметоциты 2-го порядка* (набор хромосом  $n2c$ ), которые вступают во второе мейотическое деление, и образуются клетки с гаплоидным набором хромосом ( $nc$ ). Овогенез на этом этапе практически заканчивается, а сперматогенез включает еще одну фазу, во время которой сперматозоиды приобретают свою специфическую структуру.

# Сперматогенез

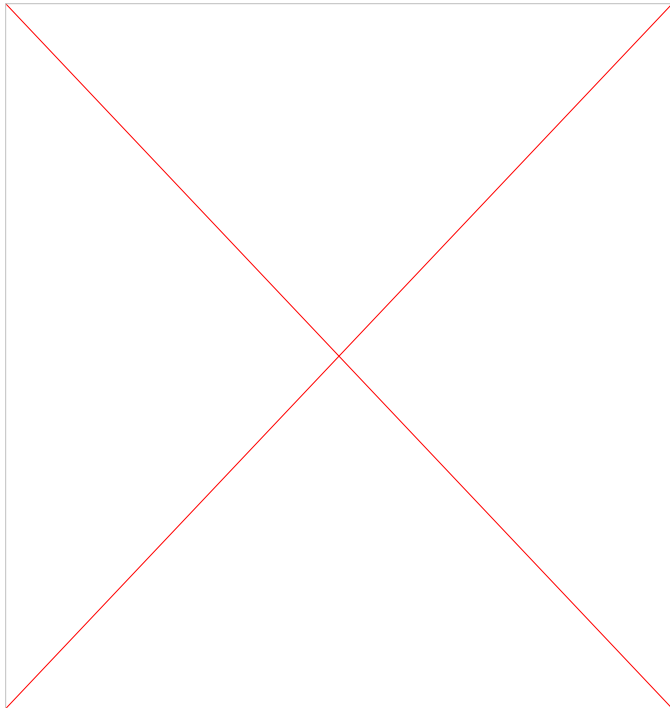


Во время периода полового созревания диплоидные клетки в семенных канальцах семенников делятся митотически, в результате чего образуется множество более мелких клеток, называемых *сперматогониями*.

**Клетки Сертоли** обеспечивают механическую защиту, опору и питание развивающихся гамет.

**Лейдиговы клетки** образуют мужские половые гормоны

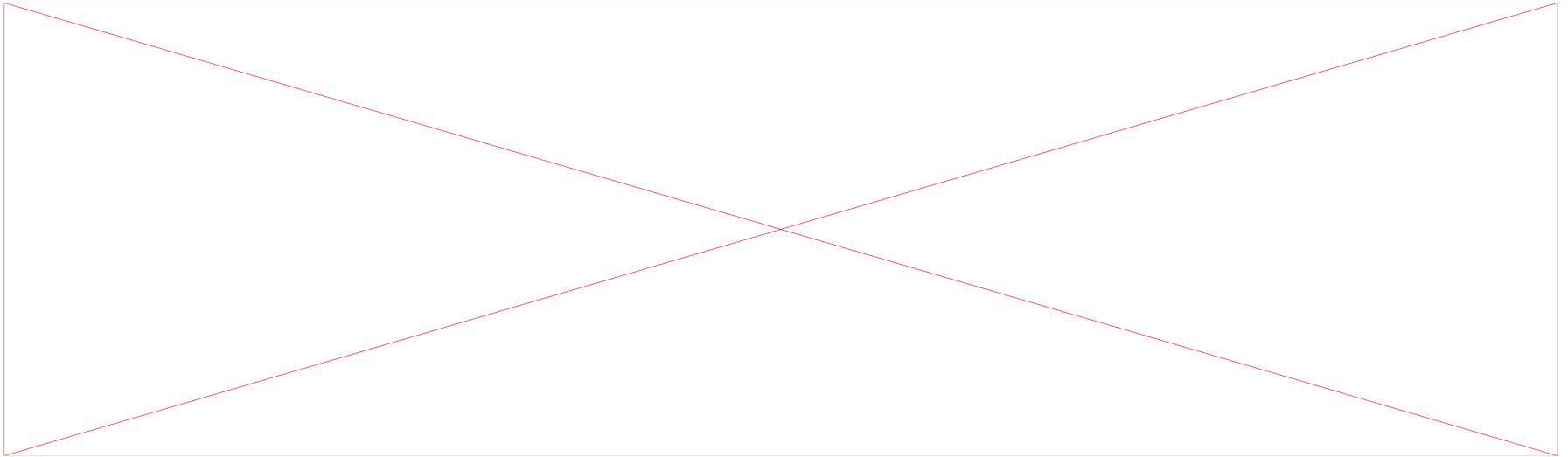
Затем сперматогонии вступают в *фазу роста* и увеличивается в размерах. Увеличившиеся в размерах сперматогонии называются *сперматоцитами 1-го порядка*.



## Сперматогенез

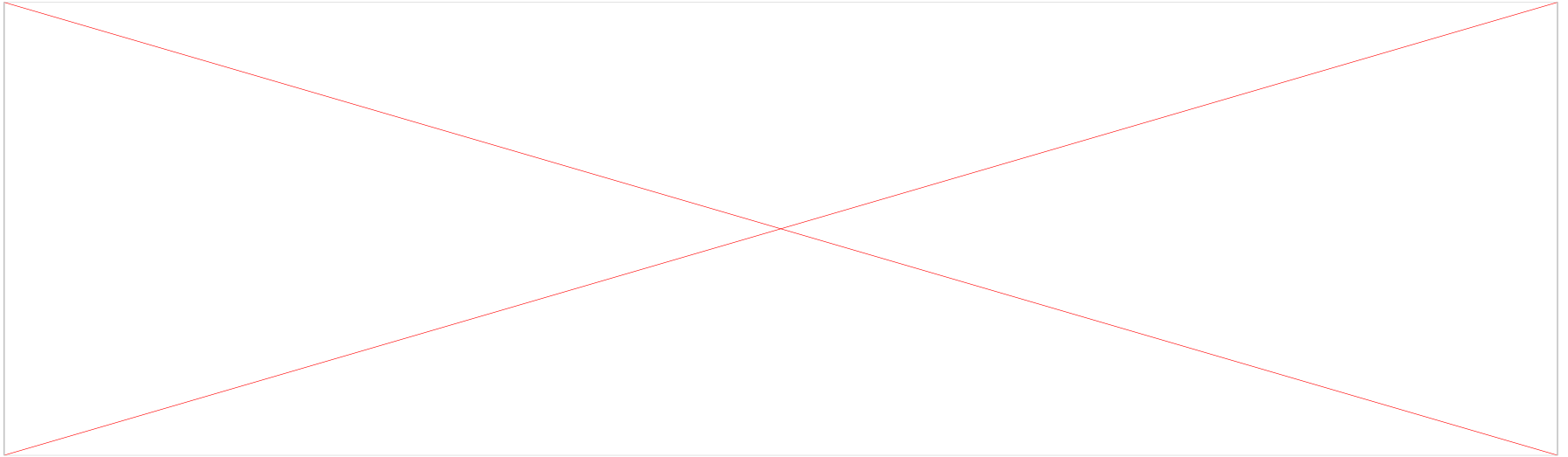
Период созревания начинается тогда, когда сперматоцит 1-го порядка подвергается первому мейотическому делению, в результате чего образуются два *сперматоцита 2-го порядка*.

Затем эти вновь образовавшиеся клетки делятся (второе мейотическое деление), и в результате образуются гаплоидные *сперматиды*. Таким образом, из одного сперматоцита 1-го порядка возникают четыре гаплоидных *сперматиды*.



# Сперматогенез

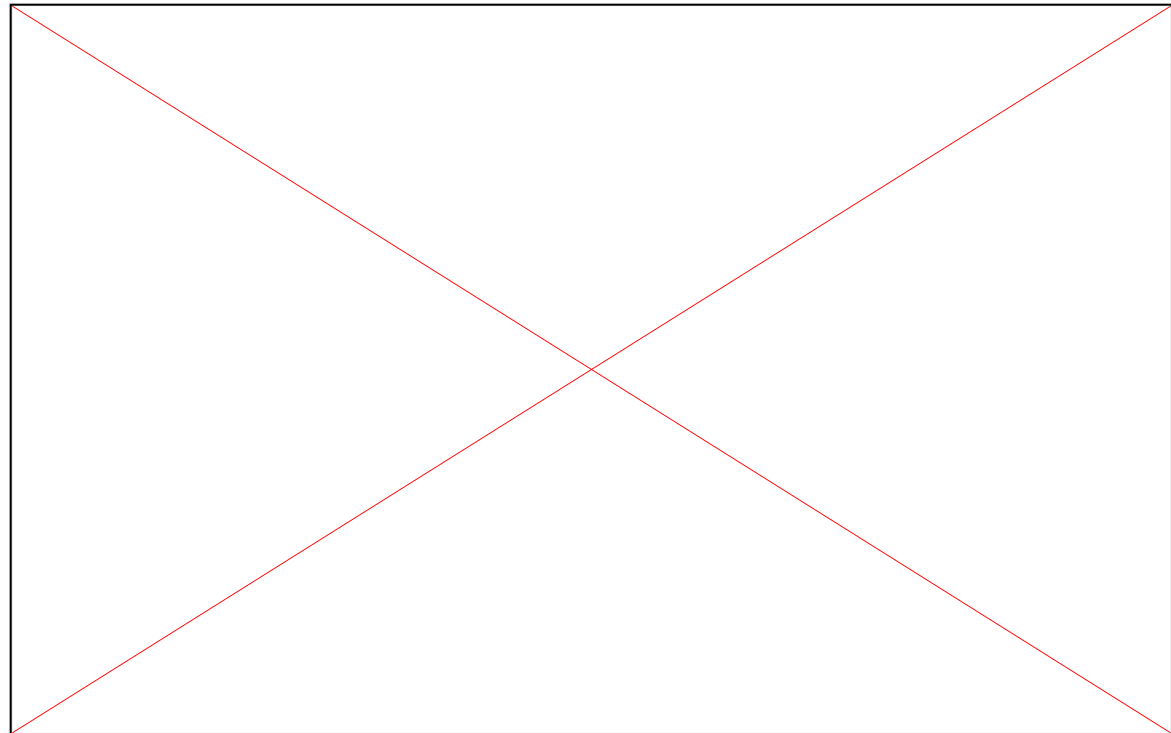
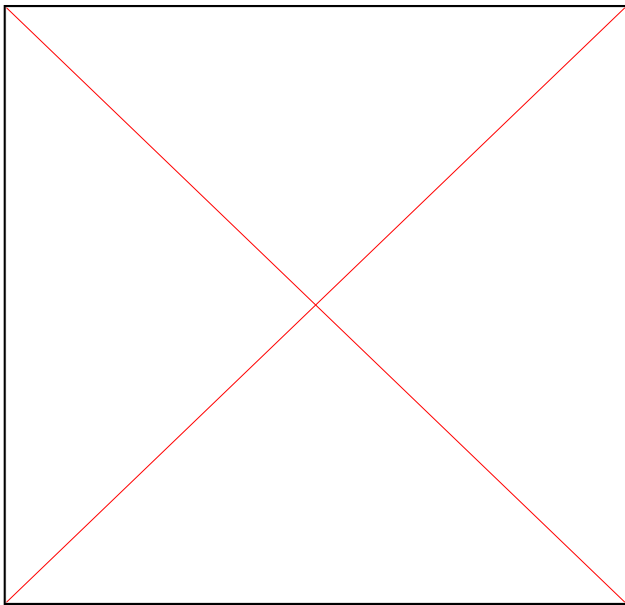
Период формирования сперматозоидов характеризуется тем, что первично шаровидные сперматиды превращаются в *сперматозоиды*. Процесс превращения сперматид в сперматозоиды называется *спермиогенезом*. В нем участвуют все элементы ядра и цитоплазмы. Ядро сперматид уплотняется вследствие гиперспирализации хромосом, которые становятся генетически инертными.



## Сперматогенез

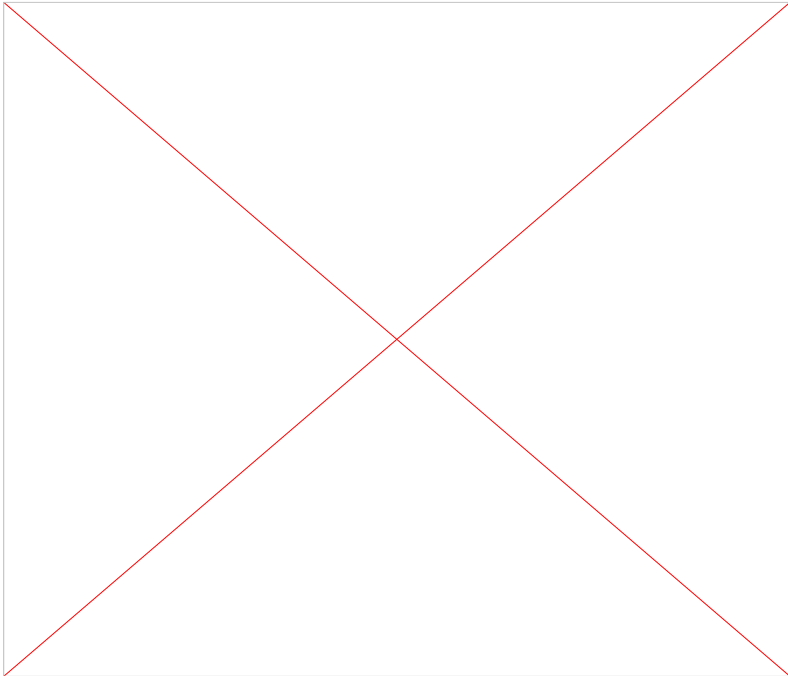
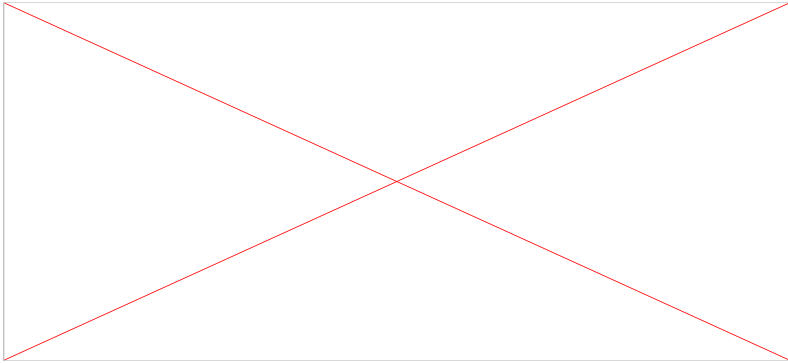
Аппарат Гольджи перемещается к одному из полюсов ядра и образует *акросому*. Центриоли занимают место у противоположного полюса ядра.

У основания жгутика в виде спирального чехла концентрируются митохондрии. Почти вся цитоплазма сперматиды отторгается.





# Овогенез

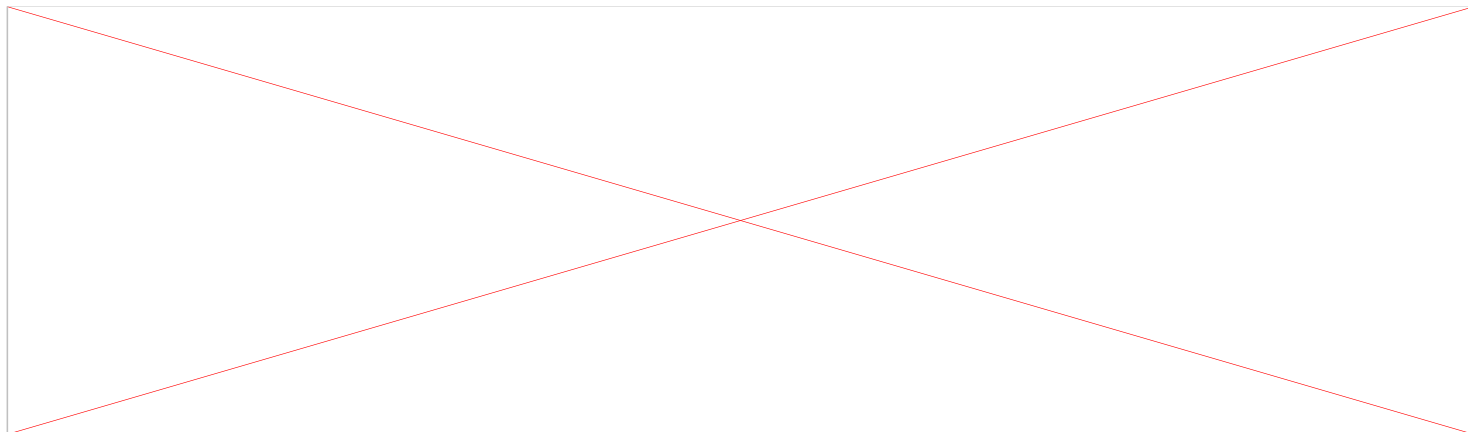
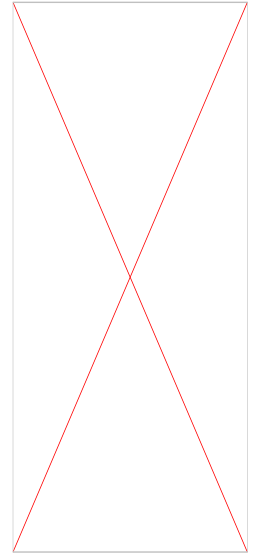


Все периоды развития яйцеклеток осуществляются у животных в яичниках. В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша.

*Период размножения* полностью осуществляется на зародышевой стадии развития и заканчивается к моменту рождения (у млекопитающих и человека).

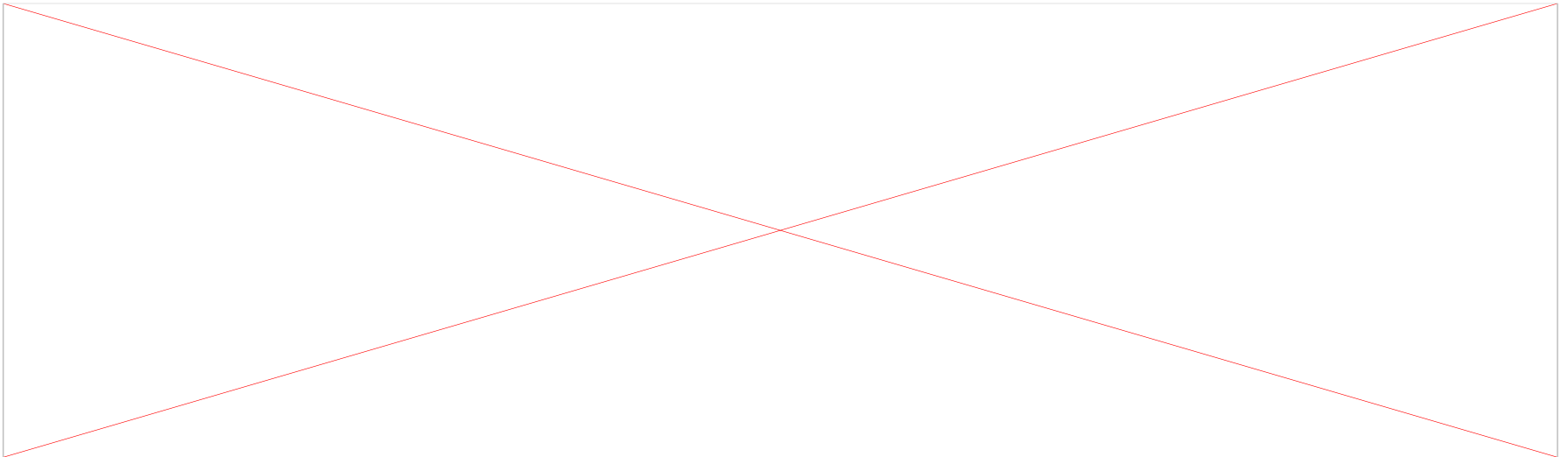
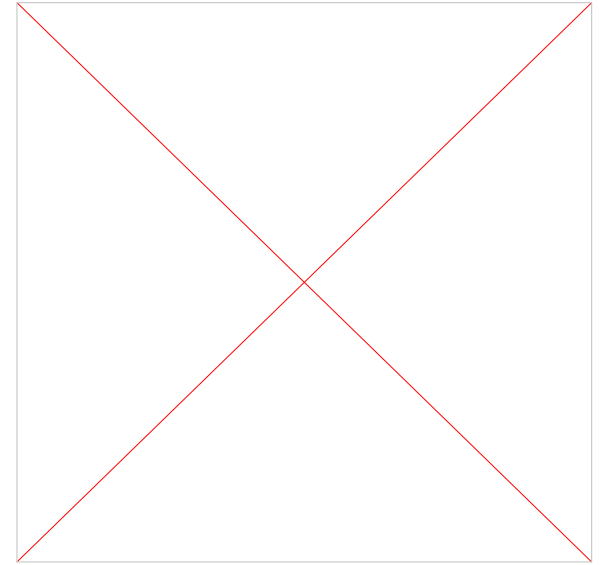
# Овогенез

1. **Зона размножения.** **Овогонии** подвергаются митотическому делению. Дочерние клетки, возникшие в результате деления овогоний, называются **овоцитами 1-го порядка**.
2. **Зона роста.** Овоциты увеличиваются в размерах, накапливая питательные вещества, становятся овоцитами 1-го порядка.
3. **Зона созревания.** Овоциты 1-го порядка вступают в **профазу I**, которая **останавливается на стадии диплотены**. Происходит выпетливание «генов домашнего хозяйства», хромосомы имеют вид «ламповых щеток».

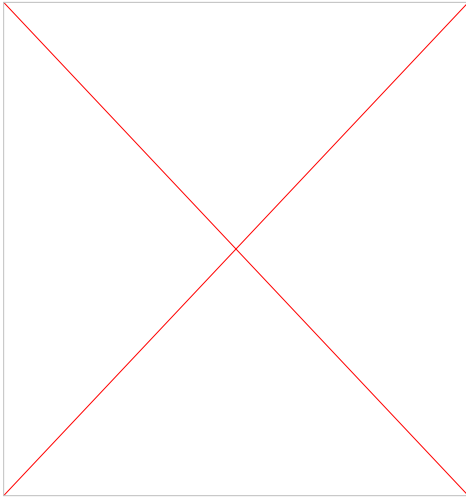


## Овогенез

В 10-12 лет ежемесячно один из овоцитов 1-го порядка вступает в период созревания. В результате первого мейотического деления возникают две дочерние клетки. Одна из них, относительно мелкая, называется *первым полярным тельцем*, а другая, более крупная – *овоцит 2-го порядка*.

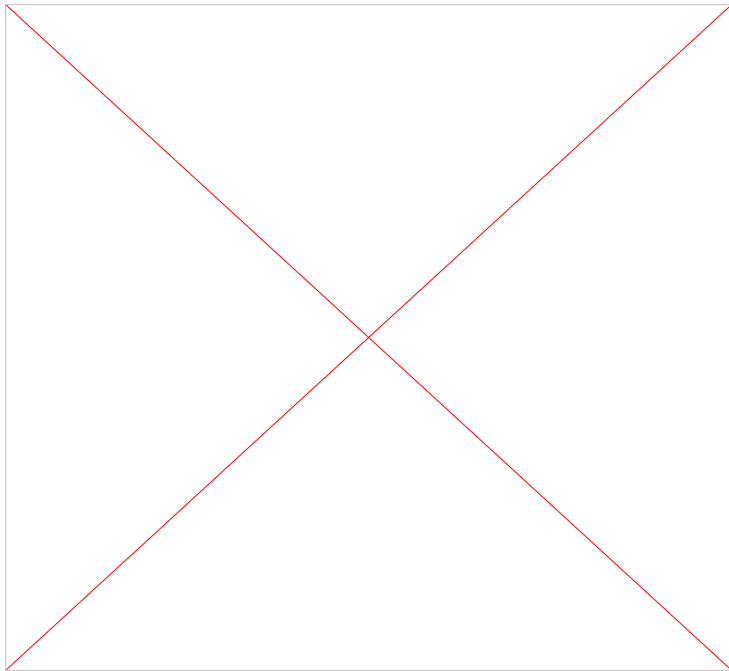


## Овогенез



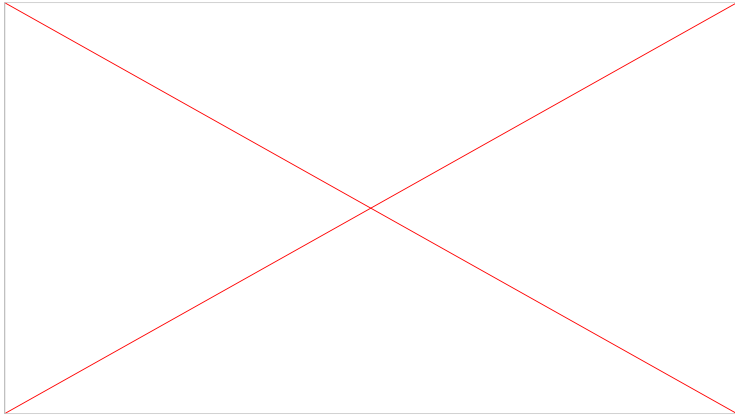
Второе деление мейоза осуществляется до стадии метафазы II и продолжится только после того, как ооцит 2-го порядка вступит во взаимодействие со сперматозоидом, и произойдет оплодотворение.

Таким образом, из яичника выходит, строго говоря, не яйцеклетка, а овоцит 2-го порядка.



Лишь после оплодотворения он делится, в результате чего возникает *яйцеклетка (или яйцо) и второе полярное тельце*. Однако традиционно для удобства яйцеклеткой называют овоцит 2-го порядка, готовый к взаимодействию со сперматозоидом. Таким образом, в результате овогенеза образуется **одна нормальная яйцеклетка и три полярных тельца**.

## Гаметы

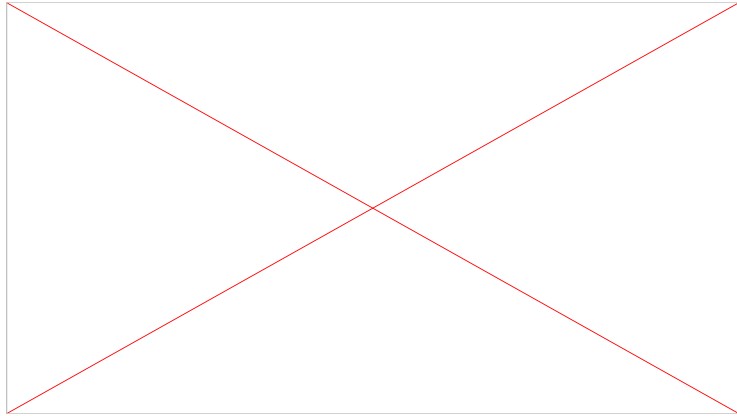


Яйцеклетка млекопитающих была открыта в 1821 году [К.М.Бэр](#)ом. Окончательное созревание яйцеклетки происходит уже после оплодотворения, поэтому фактически зрелой яйцеклетки не существует.

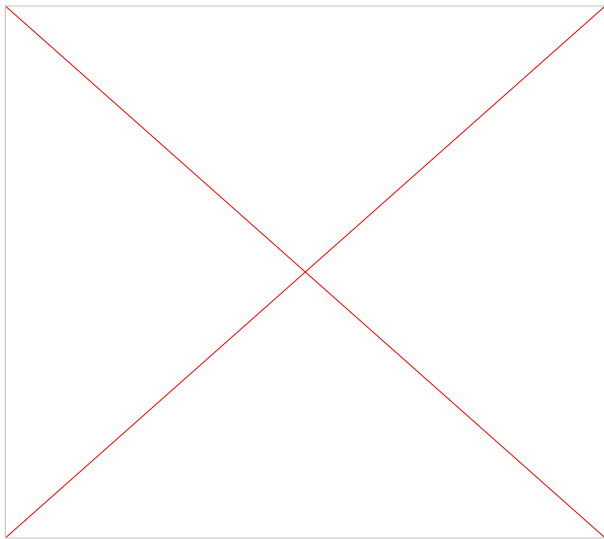
Размер яйцеклеток колеблется в широких пределах — от нескольких десятков микрометров до нескольких сантиметров (яйцеклетка человека — около 100 мкм, яйцо страуса, имеющее длину со скорлупой порядка 155 мм — тоже яйцеклетка).

У большинства животных [яйцеклетки имеют дополнительные оболочки, располагающиеся поверх цитоплазматической мембраны. В зависимости от происхождения различают: Первичные оболочки, возникающие в результате выделения ооцитом и, возможно, фолликулярными клетками веществ, образующих слой, контактирующий с наружной цитоплазматической мембраной яйцеклетки. У млекопитающих эта оболочка называется \[блестящей\]\(#\).](#)

## Гаметы



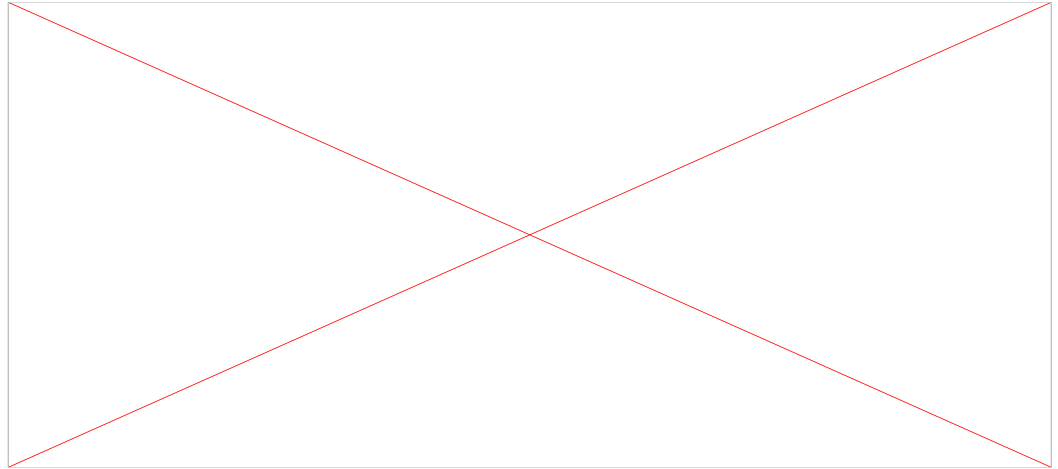
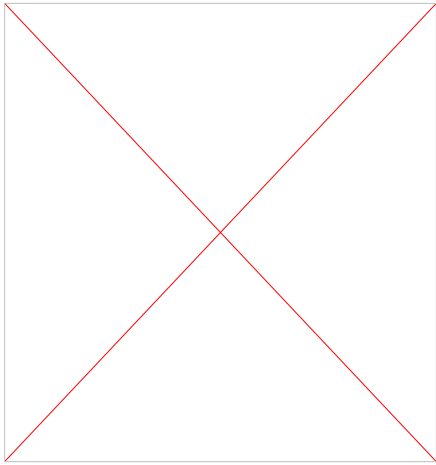
**Вторичные оболочки**, образованные выделениями фолликулярных клеток яичника. Имеются не у всех яиц. Вторичная оболочка яиц многих насекомых, например, содержит канал — *микропиле*, через который сперматозоид проникает в яйцеклетку.



**Третичные оболочки**, образующиеся за счет деятельности специальных желез яйцеводов. Например, у птиц происходит образование белковой, подскорлуповой пергаментной, скорлуповой и надскорлуповой оболочек.

**Вторичные и третичные оболочки**, как правило, образуются у яйцеклеток животных, зародыши которых развиваются во внешней среде. Их строение соответствует условиям среды.

## Гаметы

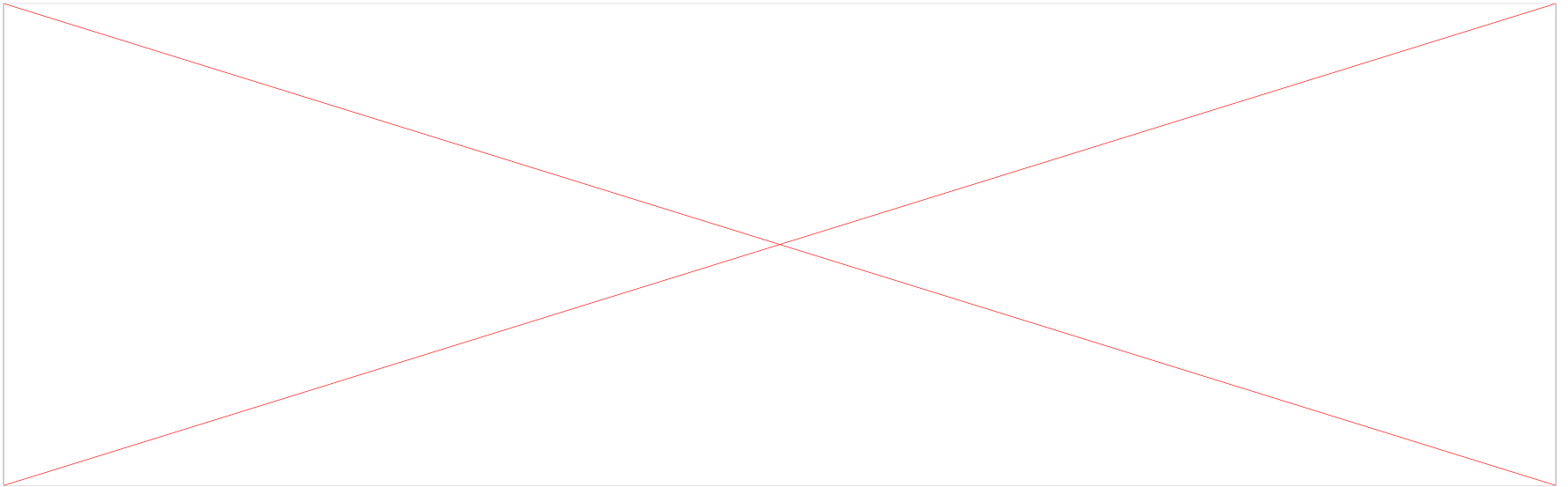
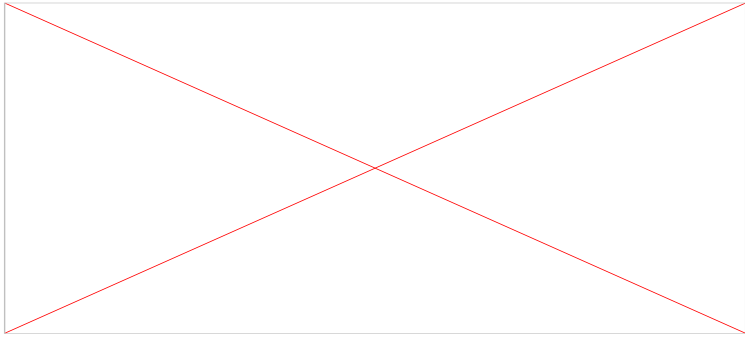


Поскольку у млекопитающих наблюдается внутриутробное развитие, их яйцеклетки имеют только первичную оболочку, поверх которой располагается лучистый венец — слой фолликулярных клеток, доставляющих к яйцеклетке питательные вещества.

В зависимости от количества желтка, содержащегося в яйцеклетках, различают: *алецитальные яйца* (млекопитающие, плоские черви); *изолецитальные яйца* (ланцетник, морской еж); *умеренно телелецитальные яйца* (рыбы, земноводные); *резко телелецитальные яйца* (птицы).

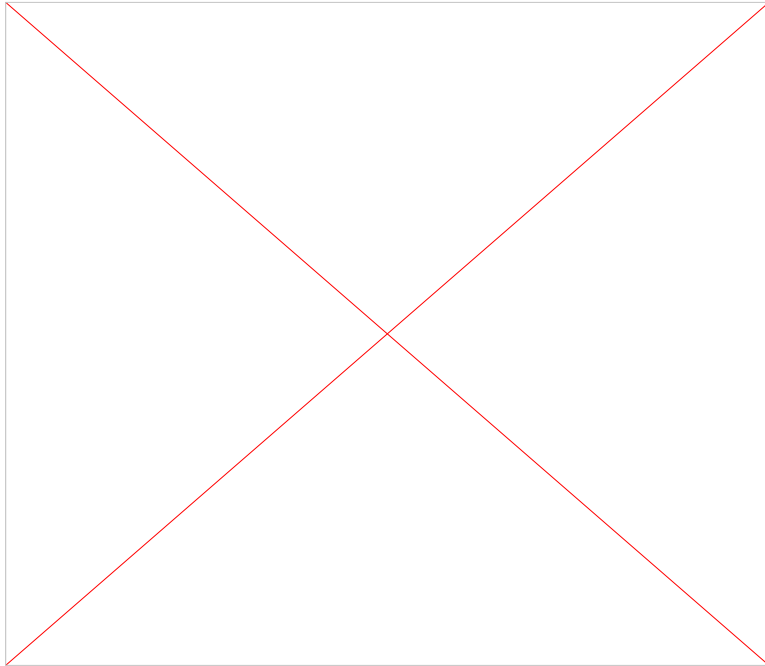
## Гаметы

В связи с накоплением питательных веществ, у яйцеклеток появляется полярность. Противоположные полюсы называются *вегетативным* и *анимальным*. Поляризация у разных животных выражена неодинаково и зависит от количества и распределения желтка.





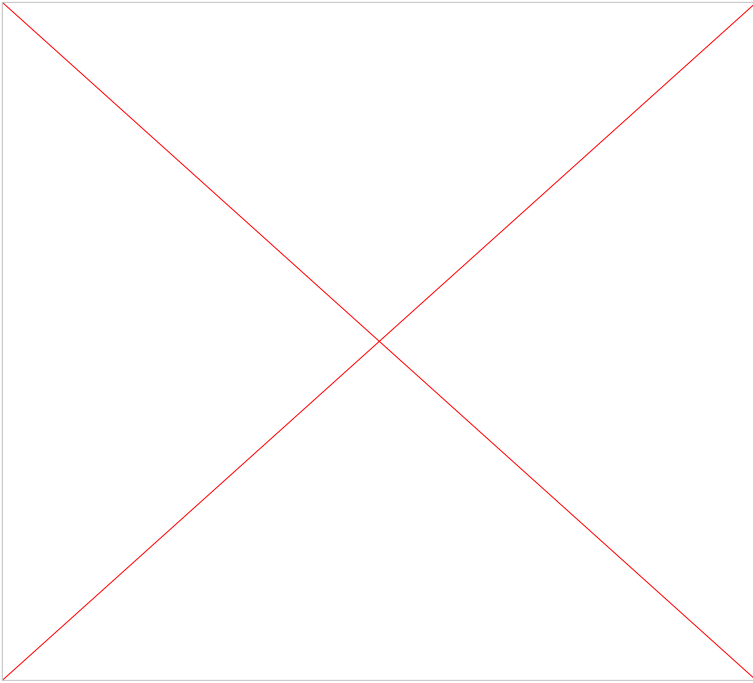
## Оплодотворение



Различают два типа оплодотворения: *наружное*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит во внешней; *внутреннее*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит в половых путях самки (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие).

Чаще всего сперматозоид полностью втягивается в яйцо, иногда жгутик остается снаружи и отбрасывается. С момента проникновения сперматозоида в яйцо гаметы перестают существовать, так как образуют единую клетку — *зиготу*. Ядро сперматозоида набухает, его хроматин разрыхляется, ядерная оболочка растворяется, и он превращается в *мужской пронуклеус*.

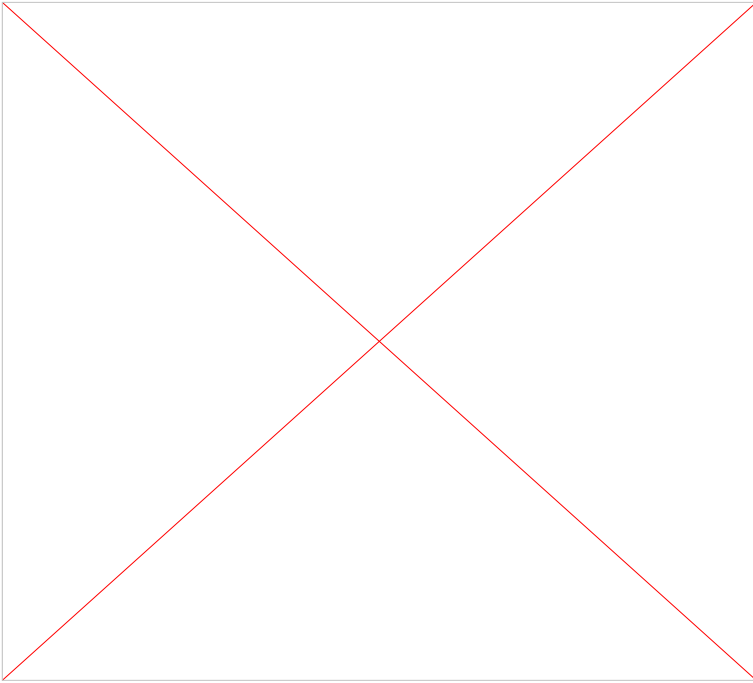
## Оплодотворение



Это происходит одновременно с завершением второго деления мейоза ядра яйцеклетки, которое возобновилось благодаря оплодотворению. Постепенно ядро яйцеклетки превращается в *женский пронуклеус*.

Пронуклеусы перемещаются к центру яйцеклетки, *происходит репликация ДНК*, и после их слияния набор хромосом и ДНК зиготы становится  $2n4c$ . *Объединение пронуклеусов и представляет собой собственно оплодотворение*. Таким образом, оплодотворение заканчивается образованием зиготы с диплоидным ядром. Оплодотворение — необратимый процесс, то есть однажды оплодотворенное яйцо не может быть оплодотворено вновь.

## Оплодотворение

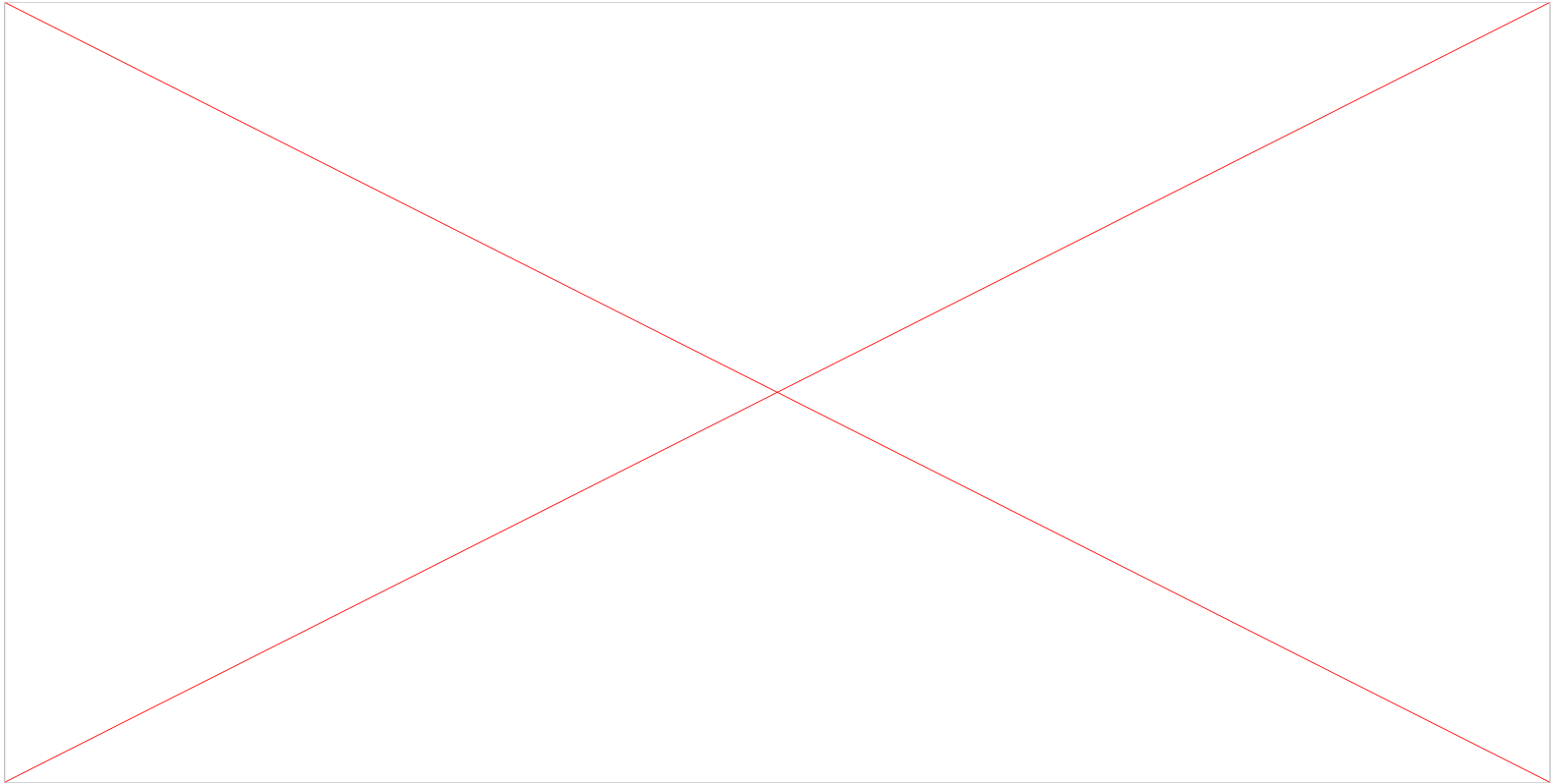


Различают: *моноспермию* — оплодотворение, при котором в яйцо проникает только один сперматозоид; *полиспермию* — оплодотворение, при котором в яйцеклетку проникает несколько сперматозоидов (некоторые птицы, рептилии). Но даже в этом случае с ядром яйцеклетки сливается ядро только одного из сперматозоидов, а остальные ядра разрушаются.

Различают: *перекрестное оплодотворение* — оплодотворение, в котором принимают участие гаметы, образованные разными организмами; *самооплодотворение* — оплодотворение, при котором сливаются гаметы, образованные одним и тем же организмом — гермафродитом (некоторые растения, паразитические черви).

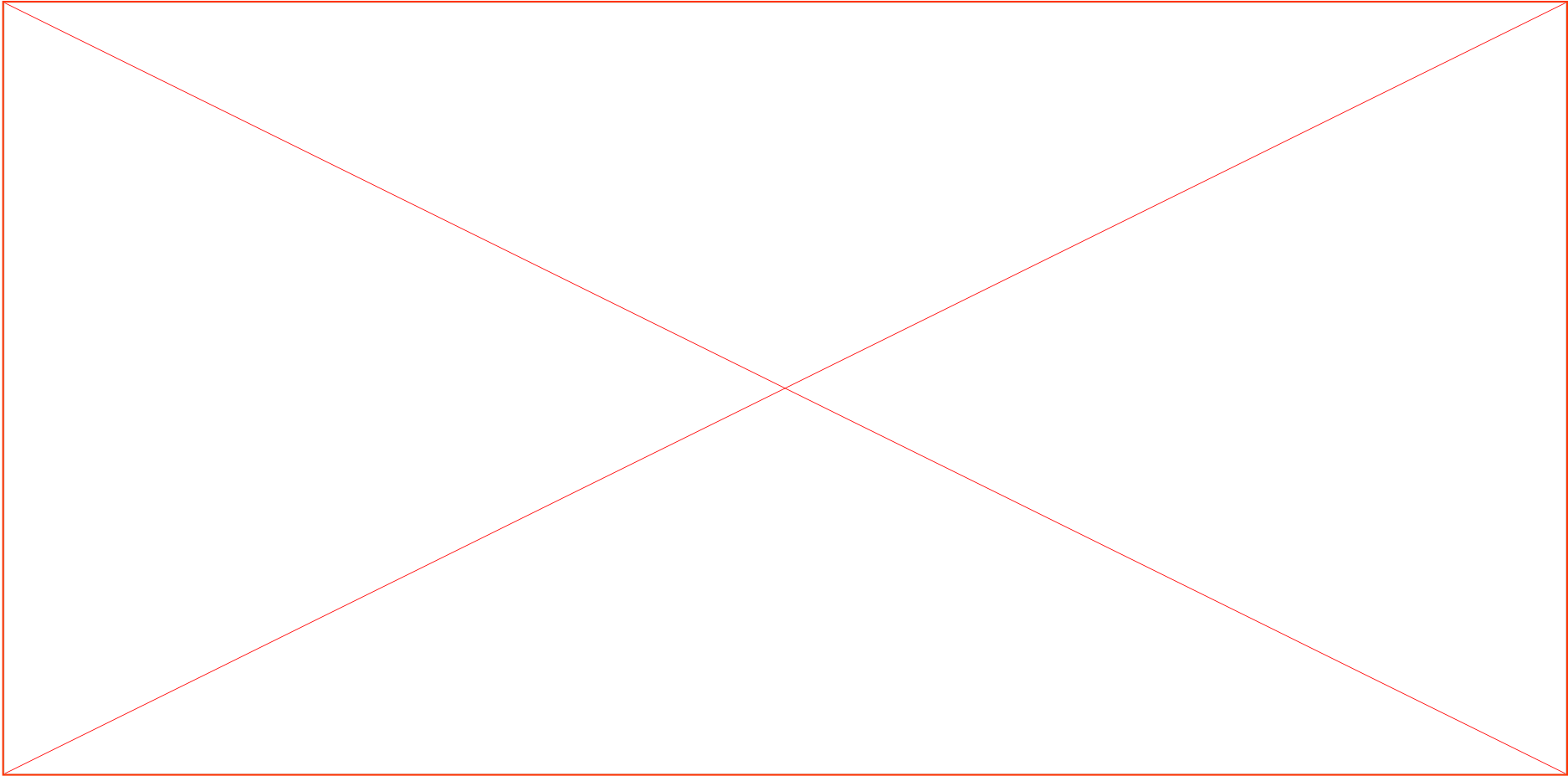
# Онтогенез

Онтогенез: эмбриогенез + постэмбриональное развитие



Онтогенез — делят на определенные периоды и стадии:  
*эмбриональный* (от образования зиготы до рождения или же выхода из яйцевых оболочек) и *постэмбриональный* — от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

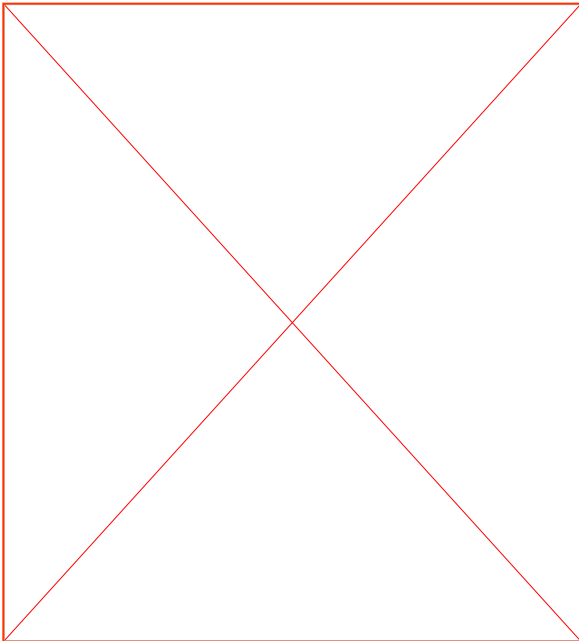
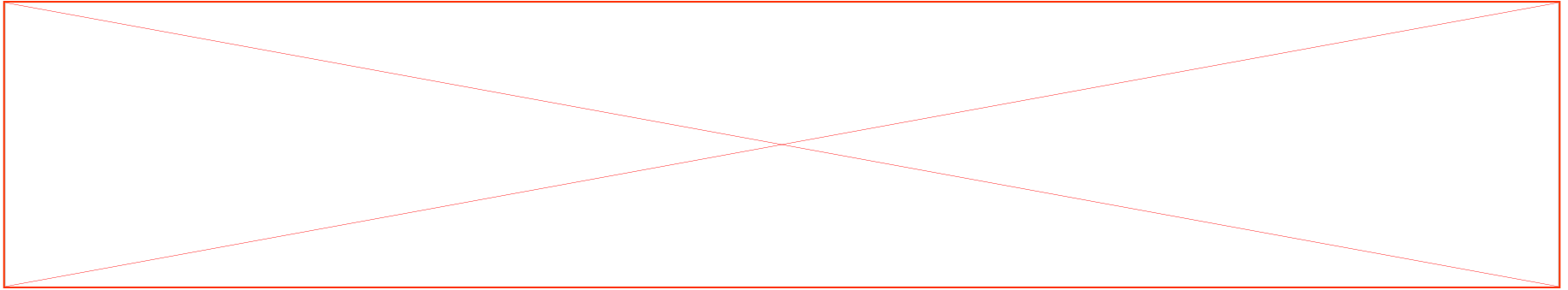
# Онтогенез



Эмбриональный период состоит из ряда стадий:

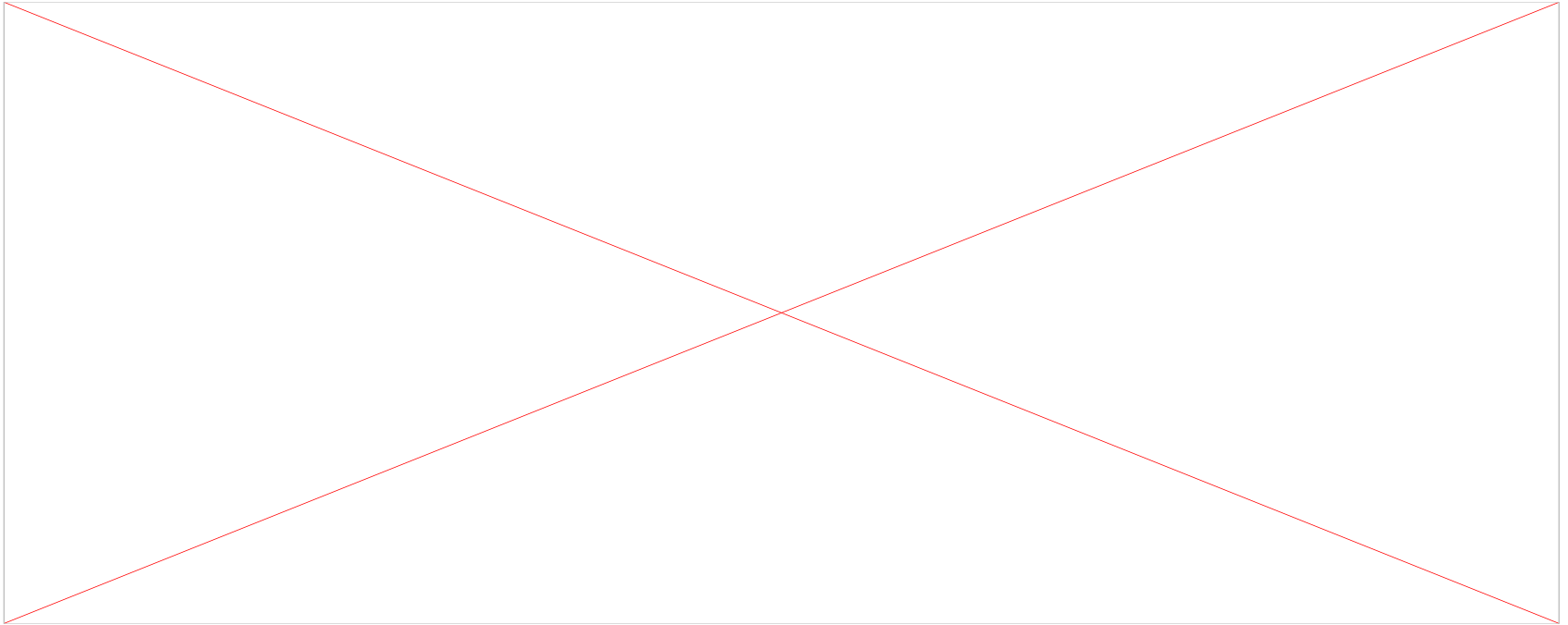
- 1) *дробление;*
- 2) *гастрюляция;*
- 3) *нейруляция и органогенез.*

# Бластуляция



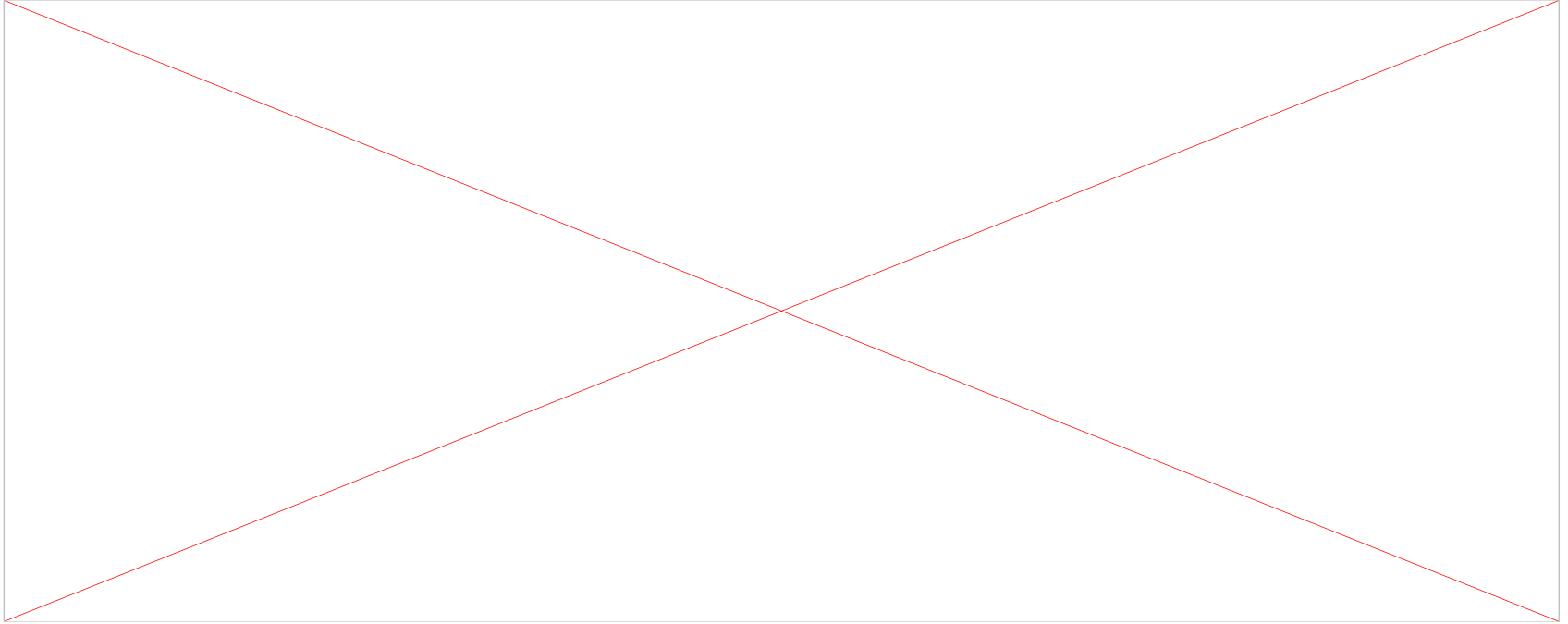
**Дробление, бластуляция.** После оплодотворения зигота начинает делиться. *Дроблением* называют ряд последовательных митотических делений зиготы, в результате которых огромный объем цитоплазмы яйца разделяется на многочисленные, содержащие ядра клетки меньшего размера. В результате дробления образуются клетки, которые называют *бластомерами*.

# Бластуляция



Деление бластомеров бывает *синхронным* и *несинхронным*. У большинства видов оно несинхронно с самого начала развития, у других становится таковым уже после первых делений. Характер дробления определяется, прежде всего, строением яйцеклетки, главным образом, количеством желтка и особенностями его распределения в цитоплазме. В этой связи по способу дробления выделяют два основных типа яиц: *полностью дробящиеся*; *дробящиеся частично*.

# Бластуляция



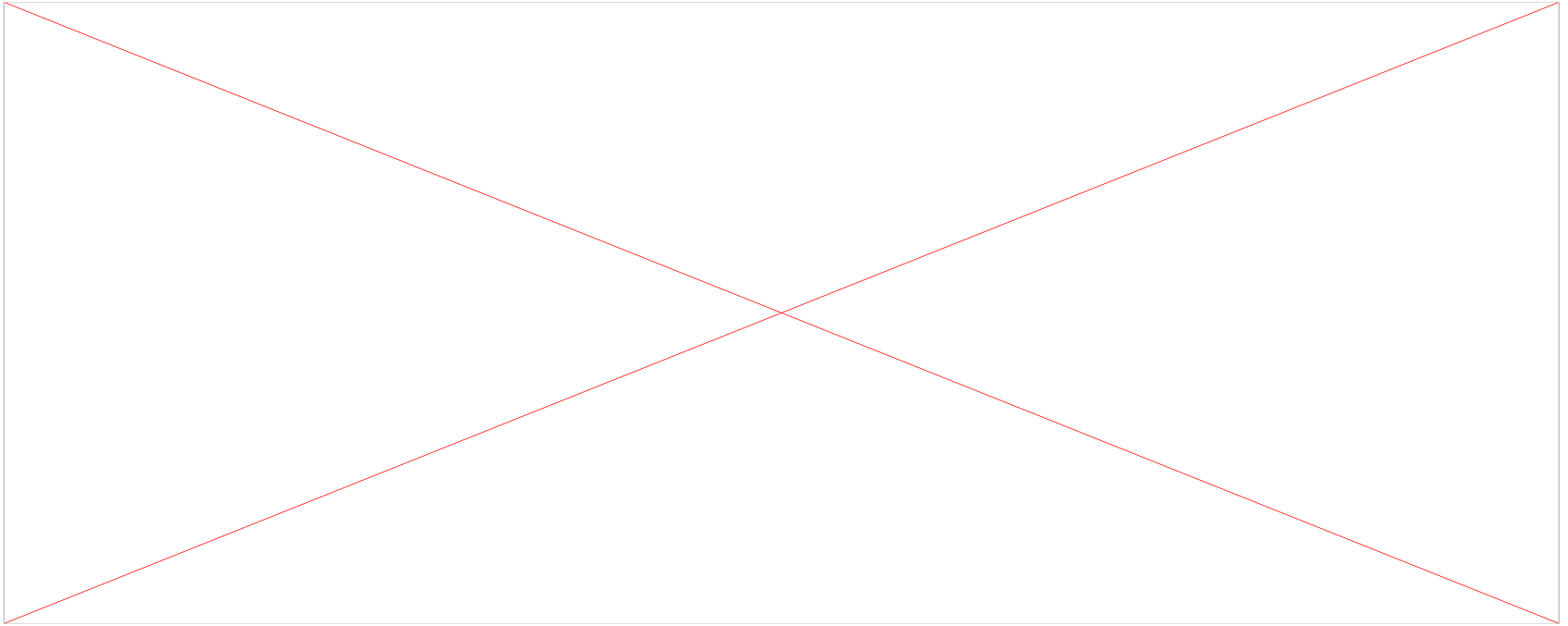
**Полное дробление** – когда цитоплазма яйцеклетки полностью разделяется на бластомеры.

Оно может быть: **равномерным**, при котором все образовавшиеся бластомеры имеют одинаковые размеры и форму;

**неравномерным**, при котором образуются неравные по размерам бластомеры, мелкие бластомеры возникают у анимального полюса, крупные — в области вегетативного полюса зародыша.

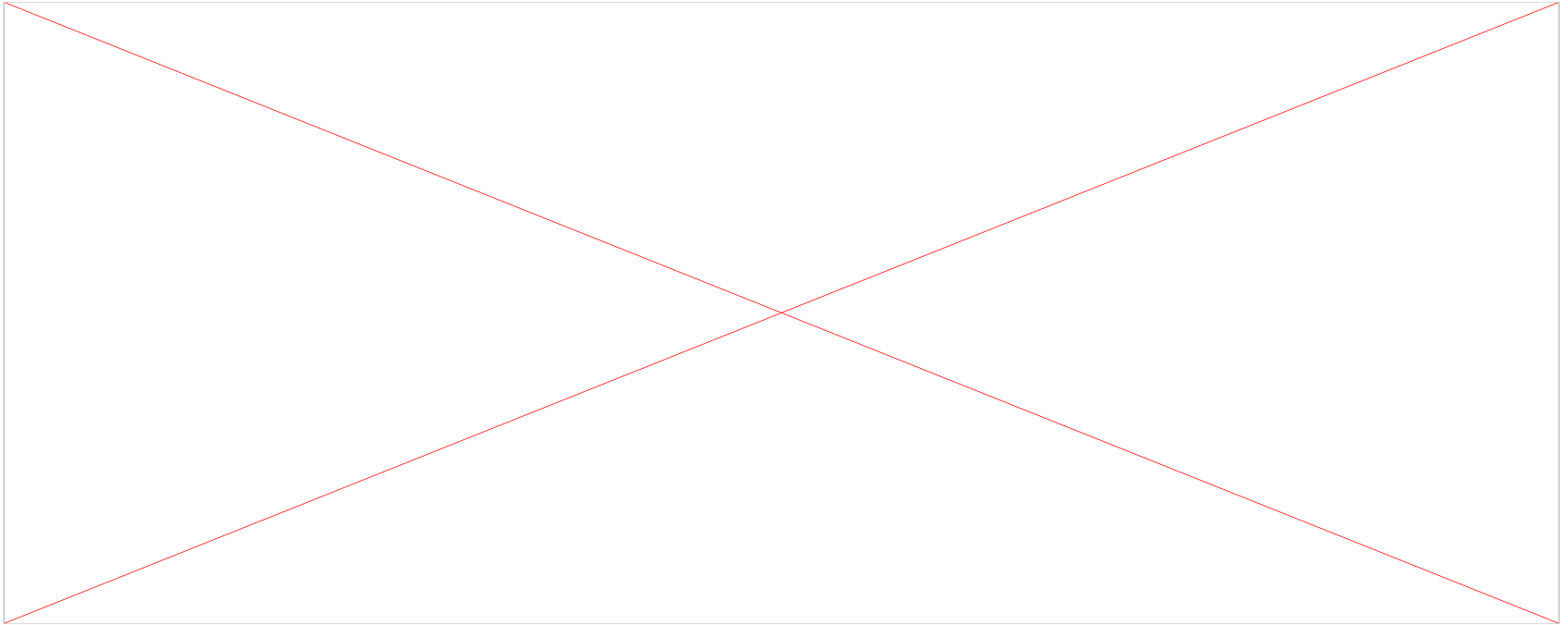


# Бластуляция



**Частичное дробление** — тип дробления, при котором цитоплазма яйцеклетки не полностью разделяется на бластомеры. Одним из видов частичного дробления является **дискоидальное**, при котором дроблению подвергается только лишенный желтка участок цитоплазмы у анимального полюса, где находится ядро. Дробление завершается образованием **бластулы** – стадии, на которой у зародыша появляется первичная полость тела - **бластоцель**.

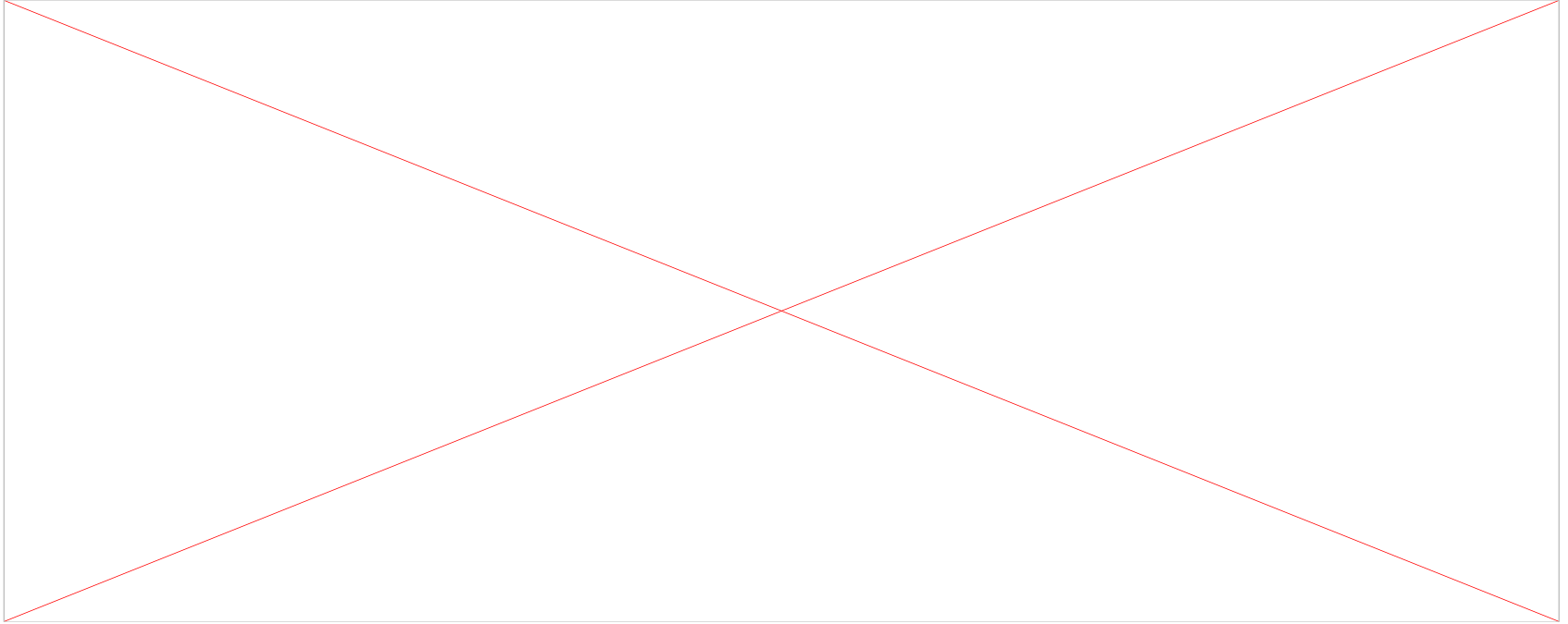
# Бластуляция



**Бластула** — это зародыш с первичной полостью внутри. Он состоит из слоя клеток — **бластодермы**, ограничивающей полость — **бластоцель**, или **первичную полость тела**.

Типы бластул: **целобластула** (типичная бластула) имеет вид однослойного пузырька с большим бластоцелем (у ланцетника); **амфибластула** — бластодерма построена из бластомеров разного размера: меньших на анимальном и крупных на вегетативном полюсах (у земноводных).

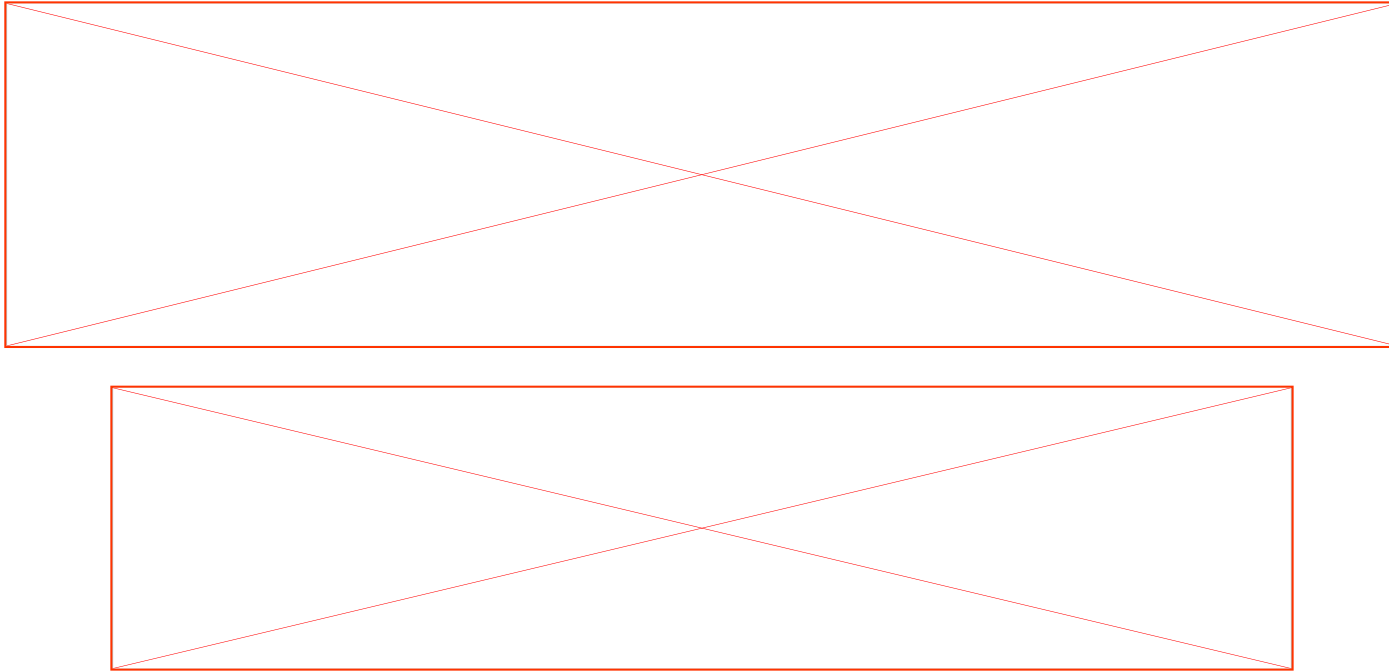
# Бластуляция



**Дискобластула.** Образуется при дискоидальном дроблении. Полость бластулы имеет вид узкой щели, находящейся под зародышевым диском (у птиц).

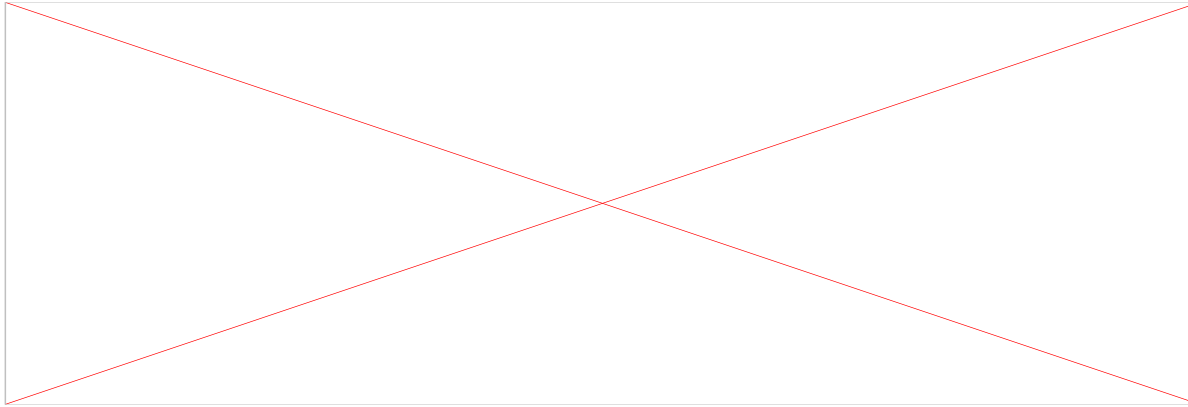
**Бластоциста.** Представляет собой однослойный пузырек, заполненный жидкостью, в котором различают **эмбриобласт** (из него развивается зародыш) и **трофобласт**, обеспечивающий питание зародыша (у млекопитающих).

## Гастрюляция



После того как сформировалась бластула, начинается новый этап эмбриогенеза — *гастрюляция* (образование зародышевых листков). Для гастрюляции характерны **интенсивные перемещения отдельных клеток и клеточных масс**. Деление клеток при гастрюляции отсутствует или выражено очень слабо. В результате гастрюляции образуется двуслойный, а затем трехслойный зародыш (у большинства животных) — *гастрюла*. Первоначально образуются наружный (*эктодерма*) и внутренний (*энтодерма*). Позже между экто- и энтодермой закладывается третий зародышевый листок — *мезодерма*.

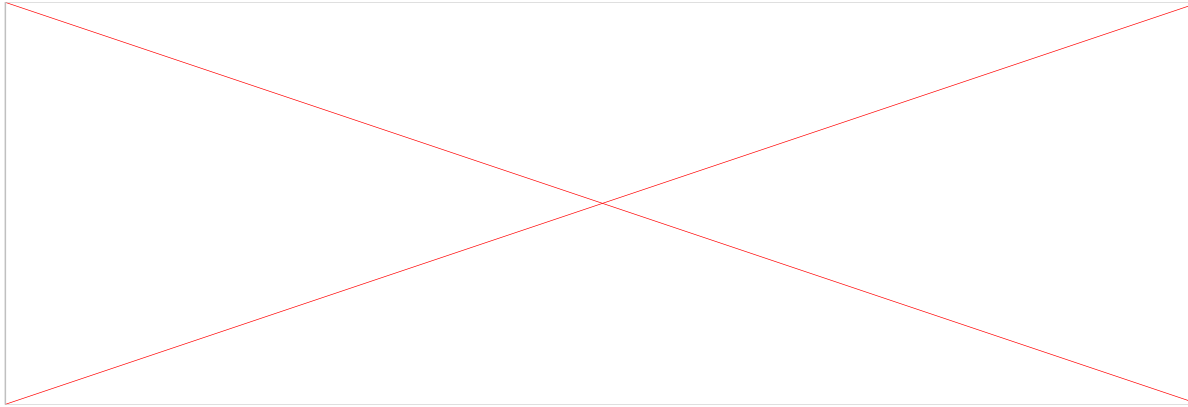
## Гастрюляция



Различают следующие основные способы образования двухслойного зародыша, или способы гастрюляции:

**Инвагинация.** Образуется двухслойный мешок, наружная стенка которого является первичной эктодермой, а внутренняя — первичной энтодермой, выстилающей полость первичной кишки, или **гастроцель**. Отверстие, при помощи которого полость сообщается с окружающей средой, называется **бластопором**, или **первичным ртом**. У представителей разных групп животных судьба бластопора различна. У **первичноротых животных** он превращается в ротовое отверстие. У **вторичноротых** бластопор зарастает, и на его месте нередко возникает анальное отверстие, а ротовое отверстие прорывается на противоположном полюсе (переднем конце тела).

# Гастрюляция



**2. Эпиболия** происходит, когда более мелкие бластомеры анимального полюса дробятся быстрее и образуют более крупные бластомеры вегетативного полюса, образуя эктодерму (у земноводных). Клетки вегетативного полюса дают начало внутреннему зародышевому листку — энтодерме.

**3. Иммиграция** — выселение части клеток бластодермы в полость бластоцеля (у высших позвоночных). Из них образуется энтодерма.

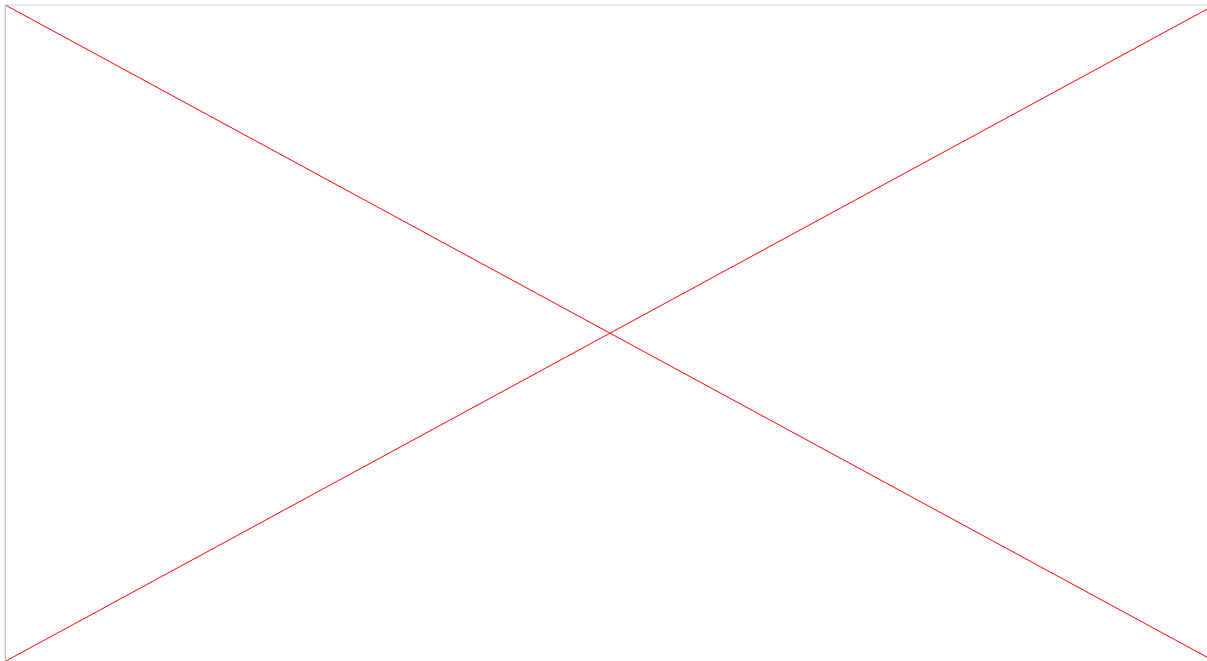
**4. Деламинация** встречается у животных, имеющих бластулу без бластоцеля (у птиц). При таком способе гастрюляции клеточные перемещения минимальны или совсем отсутствуют, так как происходит расслоение — наружные клетки бластулы преобразуются в эктодерму, а внутренние формируют энтодерму.

# Гастрюляция

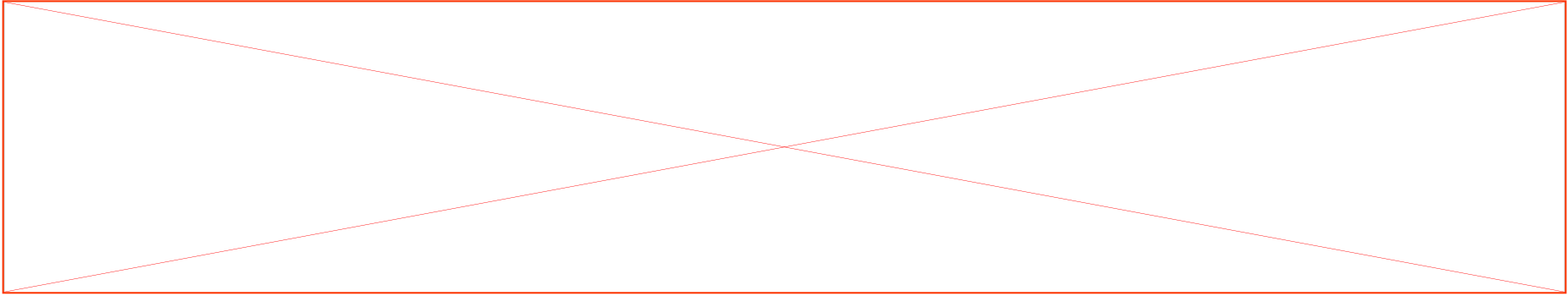
## Образование мезодермы.

Различают два принципиально отличных типа закладки мезодермы:

1. *Телобластический*, характерный для **первичноротых**. Между экто- и энтодермой появляются телобласты, которые и образуют мезодерму.
2. *Энтероцельный*, характерный для **вторичноротых**. Клетки, формирующие мезодерму, появляются в виде карманоподобных выступов первичного кишечника.



# Гаструляция

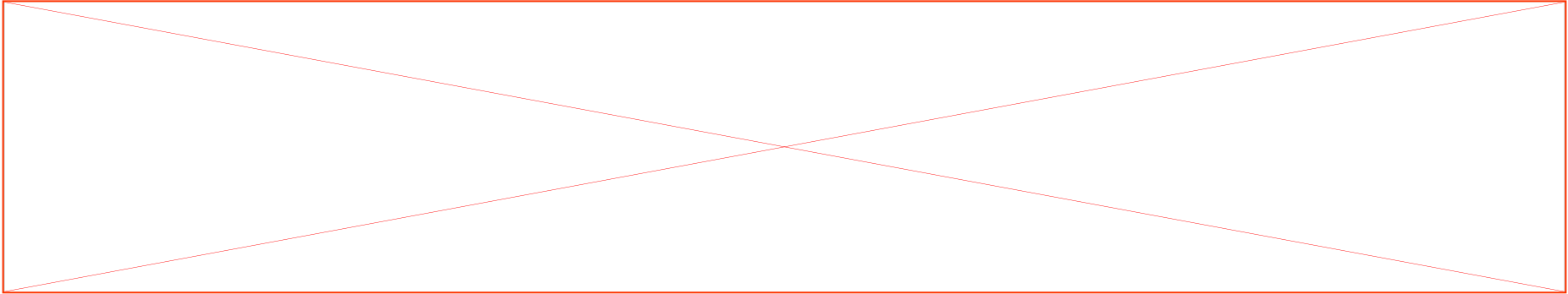


Чаще всего клеточный материал мезодермы входит в состав энтодермы. При образовании мезодермы происходит образование вторичной полости тела, или целома.

*Нейруляция* — образование комплекса осевых органов (нервная трубка, хорда, кишечная трубка и мезодерма сомитов. Затем происходит *органогенез*. По теории зародышевых листков Карла Бэра, возникновение органов обусловлено преобразованием того или иного зародышевого листка — экто-, мезо- или энтодермы.



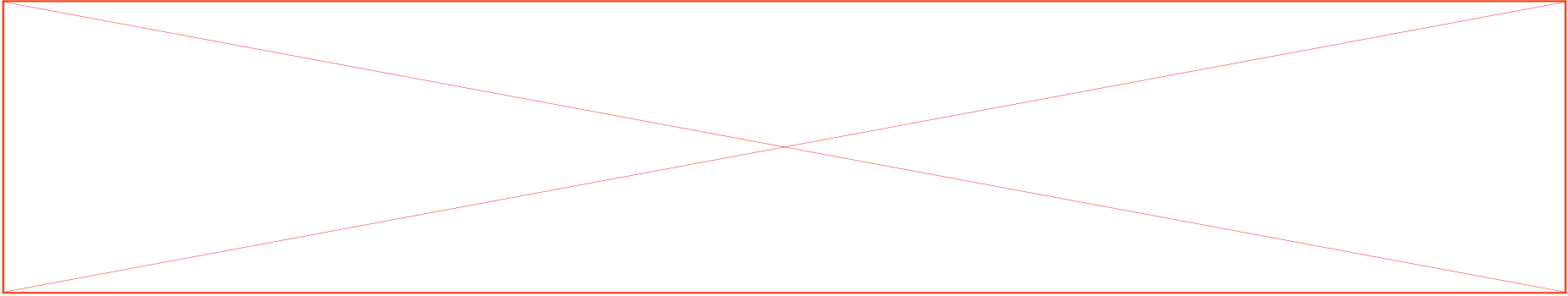
# Гастрология



Некоторые органы могут иметь смешанное происхождение, то есть они образованы при участии сразу несколько зародышевых листков. Например, мускулатура пищеварительного тракта является производным мезодермы, а его внутренняя выстилка — производное энтодермы. Однако, несколько упрощая, происхождение основных органов и их систем все-таки можно связать с определенными зародышевыми листками.

Из материала *эктодермы*, помимо нервной трубки, развиваются: эпидермис и его производные (перо, волосы, ногти, когти, кожные железы и т.д.); компоненты органов зрения, слуха, обоняния; эпителий ротовой полости; эмаль зубов; задняя доля гипофиза; эпифиз.

# Гастрюляция

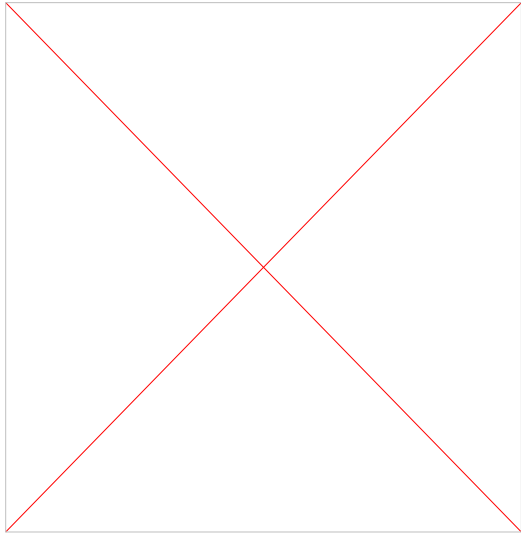


Из материала **энтодермы** развиваются:

эпителий кишечника и желудка, клетки печени, секретирующие клетки поджелудочной, кишечных и желудочных желез; глоточная область и легкие; передняя и средняя доли гипофиза; щитовидная железа и паращитовидные железы; тимус; евстахиева труба и полость среднего уха.

Производные **мезодермы**: целом; все виды соединительной ткани; дерма; скелет и мускулатура; кровеносная и лимфатическая системы; половая система и выделительная система.

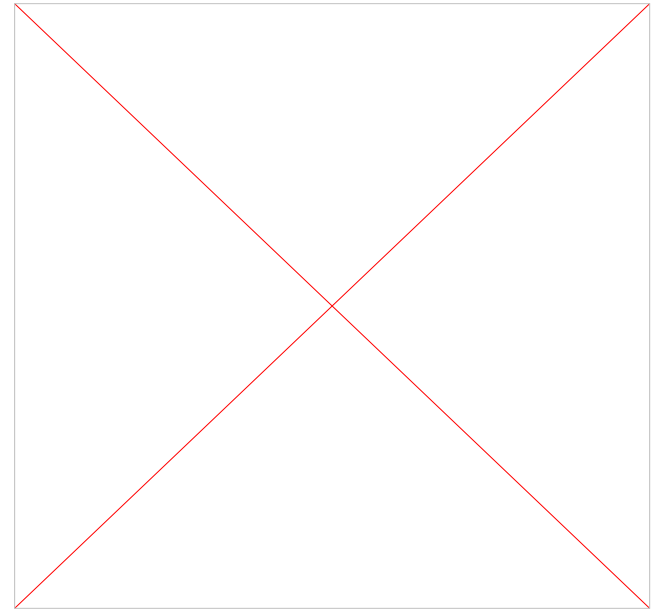
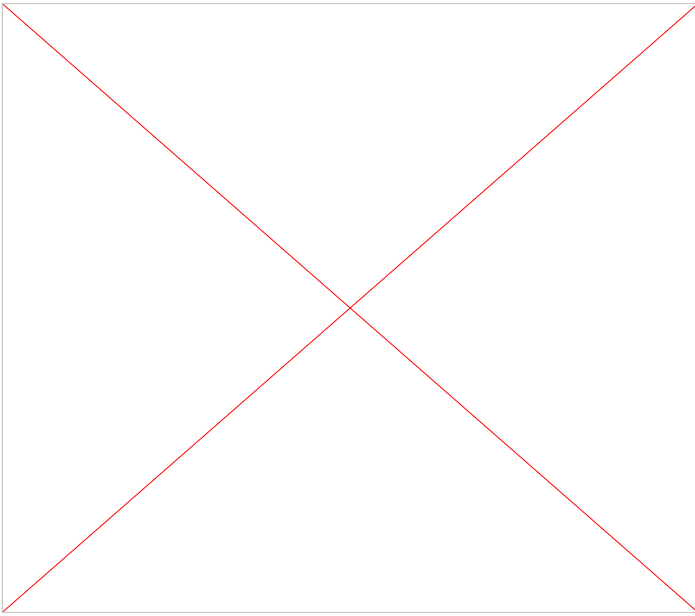
## Эмбриональная индукция. Опыты Шпемана



В 1924 г. были опубликованы результаты опытов Г.Шпемана и Г.Мангольда. На стадии ранней гаструлы зачаток эктодермы, который в нормальных условиях должен был развиваться в структуры нервной системы, из зародыша гребенчатого (непигментированного) тритона пересаживался под эктодерму брюшной стороны обыкновенного (пигментированного) тритона.

В итоге на брюшной стороне зародыша-реципиента возникала сначала нервная трубка и другие компоненты комплекса осевых органов, а затем формировался дополнительный зародыш. Причем, наблюдения показали, что ткани дополнительного зародыша формируются почти исключительно из клеточного материала реципиента. Эти данные доказывают, что в ходе эмбриогенеза некоторые части зародыша влияют на пути развития соседних участков. Такое влияние одного зачатка на другой получило название *эмбриональной индукции*.

## Постэмбриональное развитие

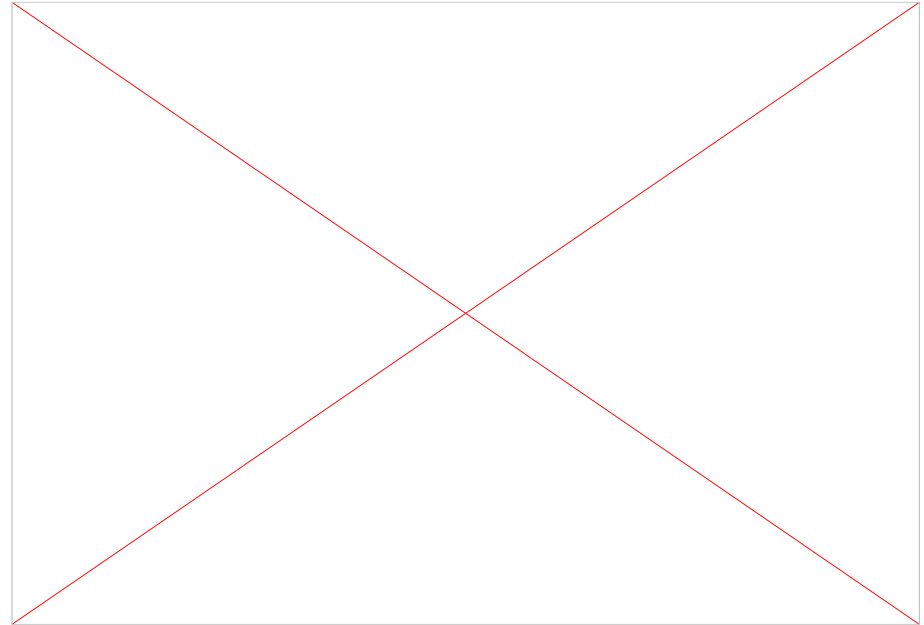
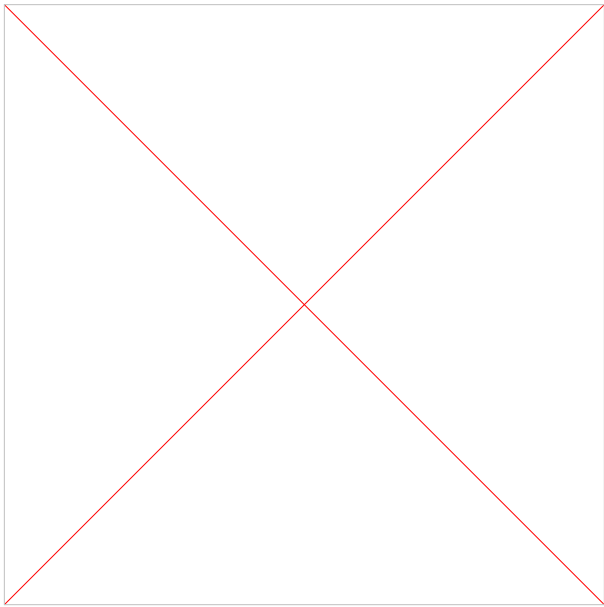


Различают два основных типа постэмбрионального развития:

**Прямое**, при котором из тела матери или яйцевых оболочек выходит особь, отличающаяся от взрослого организма только меньшим размером (птицы, млекопитающие).

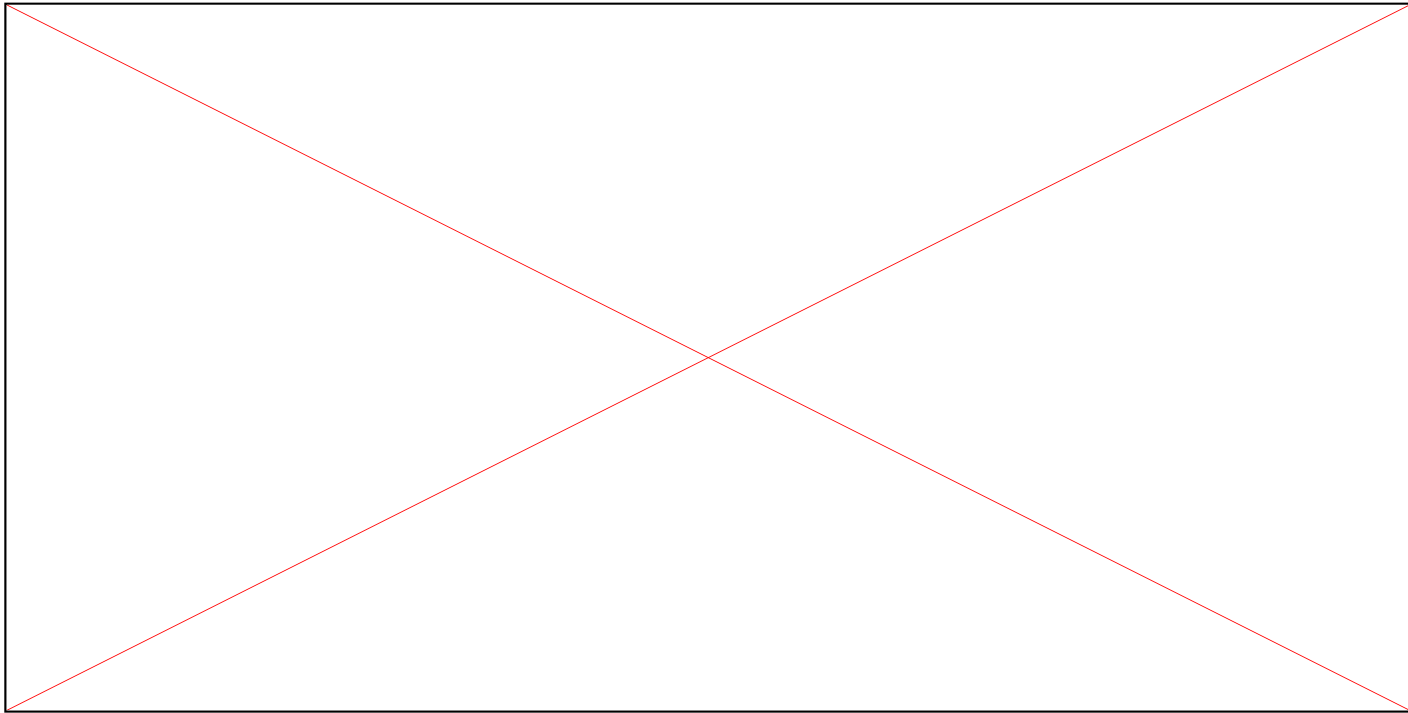
Различают: **яйцекладный** тип, при котором зародыш развивается внутри яйца (рыбы, птицы); **внутриутробный** тип, при котором зародыш развивается внутри организма матери и связан с ним через плаценту (плацентарные млекопитающие).

## Постэмбриональное развитие



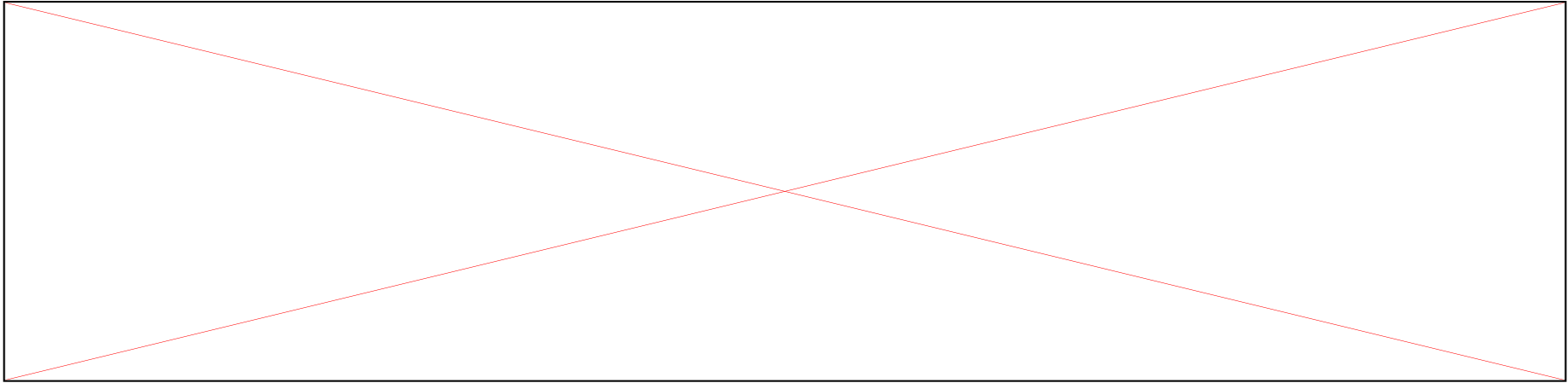
*С превращением (метаморфозом)*, при котором из яйца выходит личинка, устроенная проще взрослого животного (иногда сильно отличающаяся от него); часто личинка ведет иной образ жизни, чем взрослое животное (насекомые, некоторые паукообразные, амфибии).

## Повторение



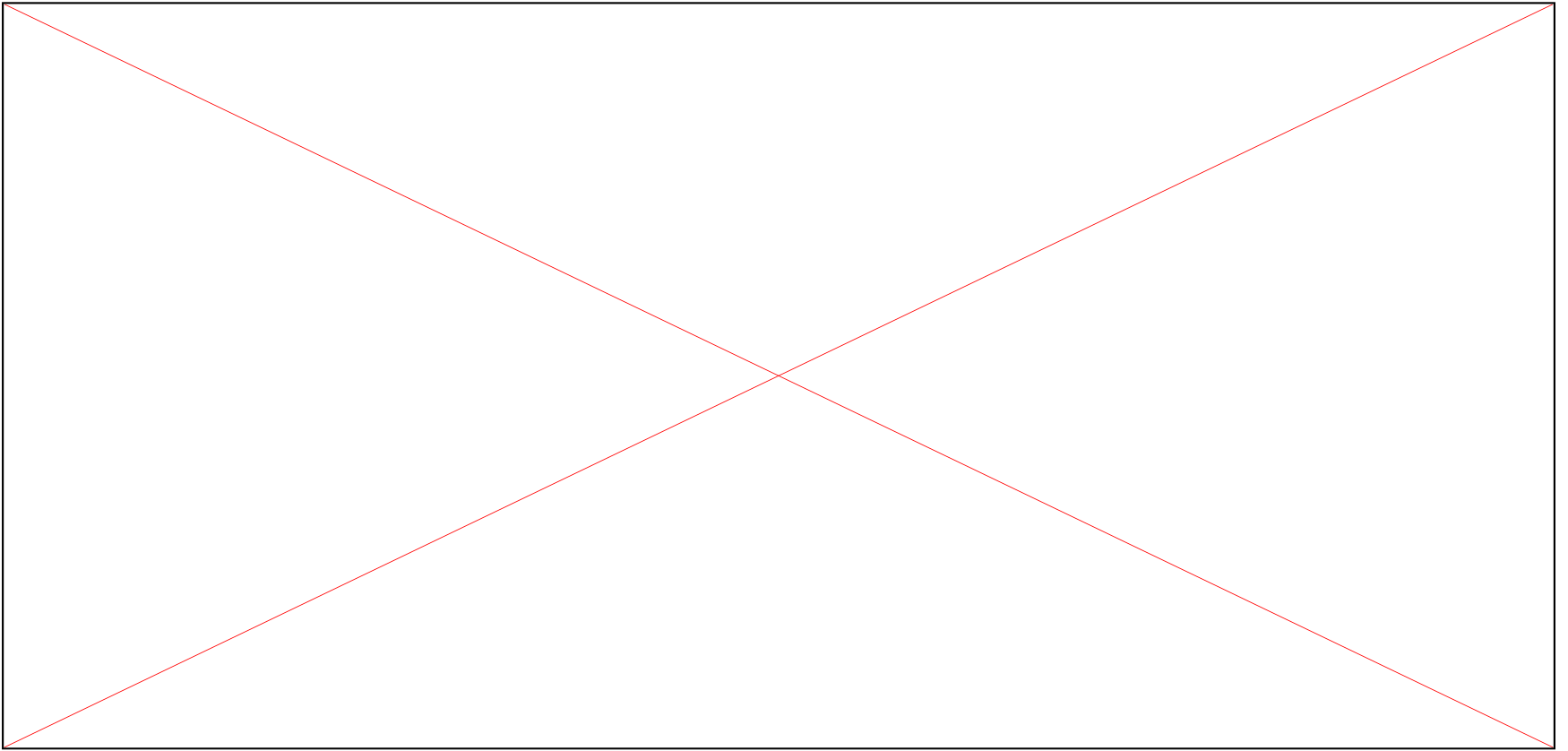
1. Что обозначено на рисунке цифрами 1-9?
2. Что характерно для периода бластуляции?
3. Что такое морула?
4. Когда зародыш становится бластулой?
5. Как называется бластула млекопитающих?
6. Что образуется из бластоцели у животных?

## Повторение



1. Что обозначено на рисунке цифрами 1-10?
2. Что характерно для периода гастрюляции?
3. Когда зародыш можно назвать гастролой?
4. Какие организмы называются первичноротыми?
5. Что образуется из бластопора?
6. Что образуется из гастроцели?
7. Когда зародыш можно назвать нейрулой?
8. Как образуется нейрула?

## Повторение



1. Что обозначено на рисунке цифрами 1 — 11?
2. Какой опыт провел Шлеман?



## *Повторение*

1. Что такое онтогенез?
2. Что такое эмбриогенез?
3. Какие зоны различают в половых железах?
4. Каков набор хромосом и ДНК гаметогониев? Гаметоцитов 1-го и 2-го порядка?
5. Что образуется при сперматогенезе из одного сперматоцита?
6. Что образуется после оогенеза из 1 овоцита?
7. Как называются оболочки яйцеклетки млекопитающих?
8. Каковы размеры яйцеклетки млекопитающих?
9. У каких организмов алецитальные яйцеклетки?
10. У каких организмов изолецитальные яйцеклетки?
11. У каких организмов умеренно телolecитальные яйцеклетки?
12. У каких организмов резко телolecитальные яйцеклетки?
13. Что такое бластула?
14. Что в дальнейшем образуется из бластоцели?
15. Что такое гастрюла?
16. Как называется отверстие в гастрюле? Полость, в которую ведет это отверстие?
17. Какие организмы относятся к вторичноротым?

## Повторение

18. Что такое нейрула?
19. Какие системы органов образуются из эктодермы?
20. Укажите производные энтодермы.
21. Укажите производные мезодермы.
22. Как называется развитие организма из неоплодотворенного яйца?
23. У каких организмов гаплоидный партеногенез?
24. У каких организмов диплоидный партеногенез?

Дайте определение или раскройте понятие:

1. Оплодотворение. 2. Морула. 3. Бластула. 4. Бластоцель. 5. Бластодерма. 6. Целобластула. 7. Амфибластула. 8. Дискобластула. 9. Бластоциста. 10. Гастроула. 11. Гастроцель. 12. Первичноротые. 13. Вторичноротые. 14. Нейрула.