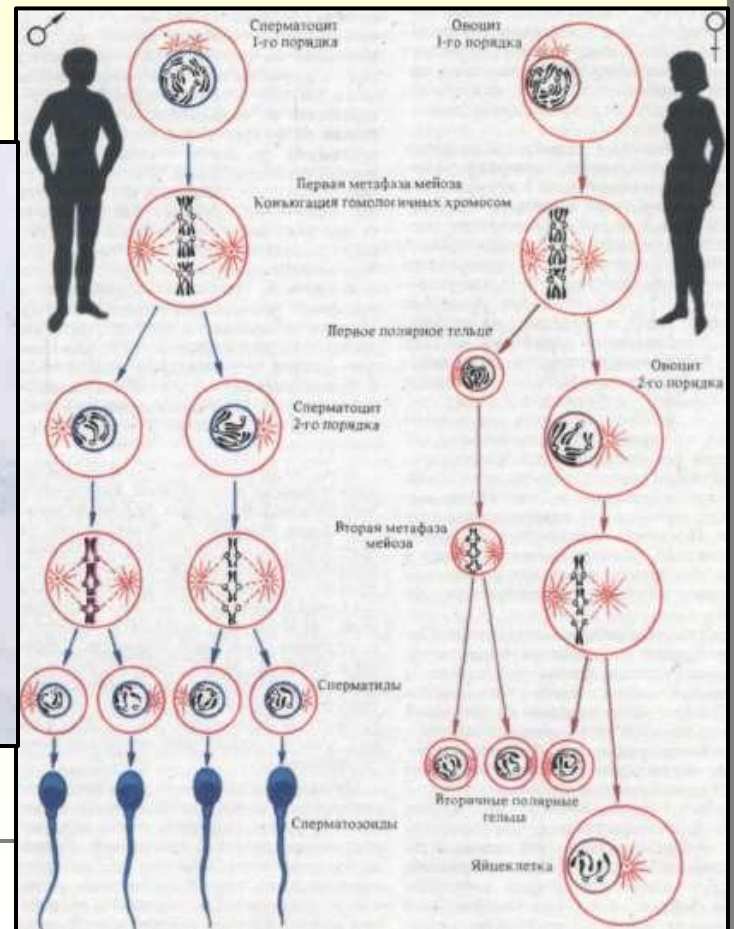
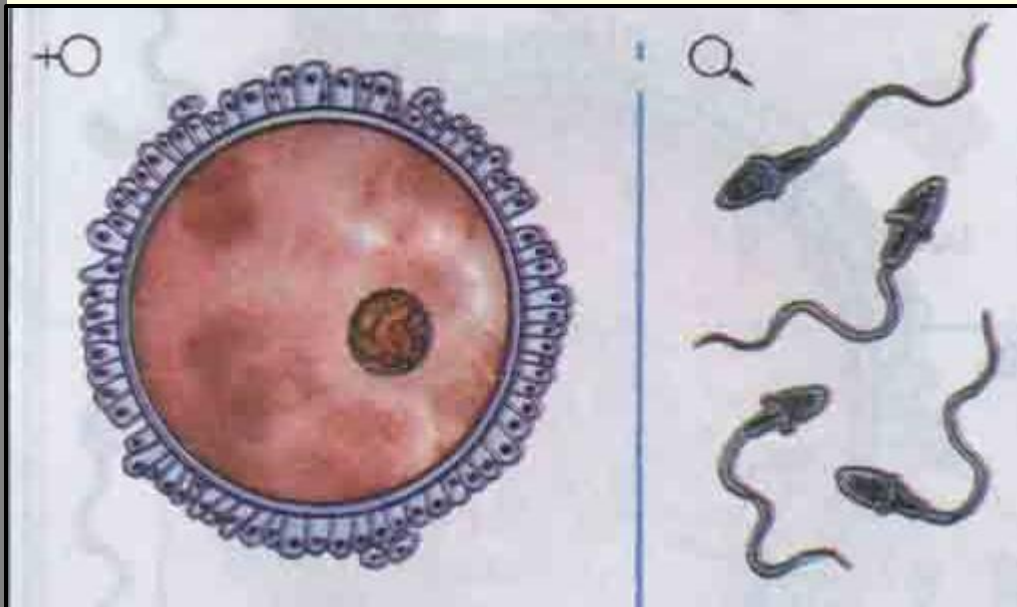
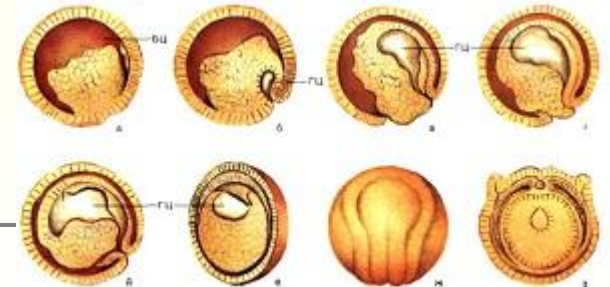
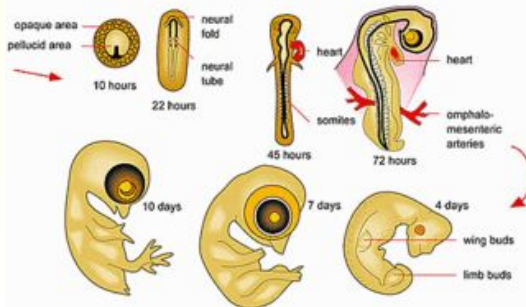


# Гаметогенез, оплодотворение



# Онтогенез

- Это индивидуальное развитие особи, совокупность ее взаимосвязанных преобразований, закономерно совершающихся в процессе осуществления жизненного цикла от момента образования зиготы до смерти.



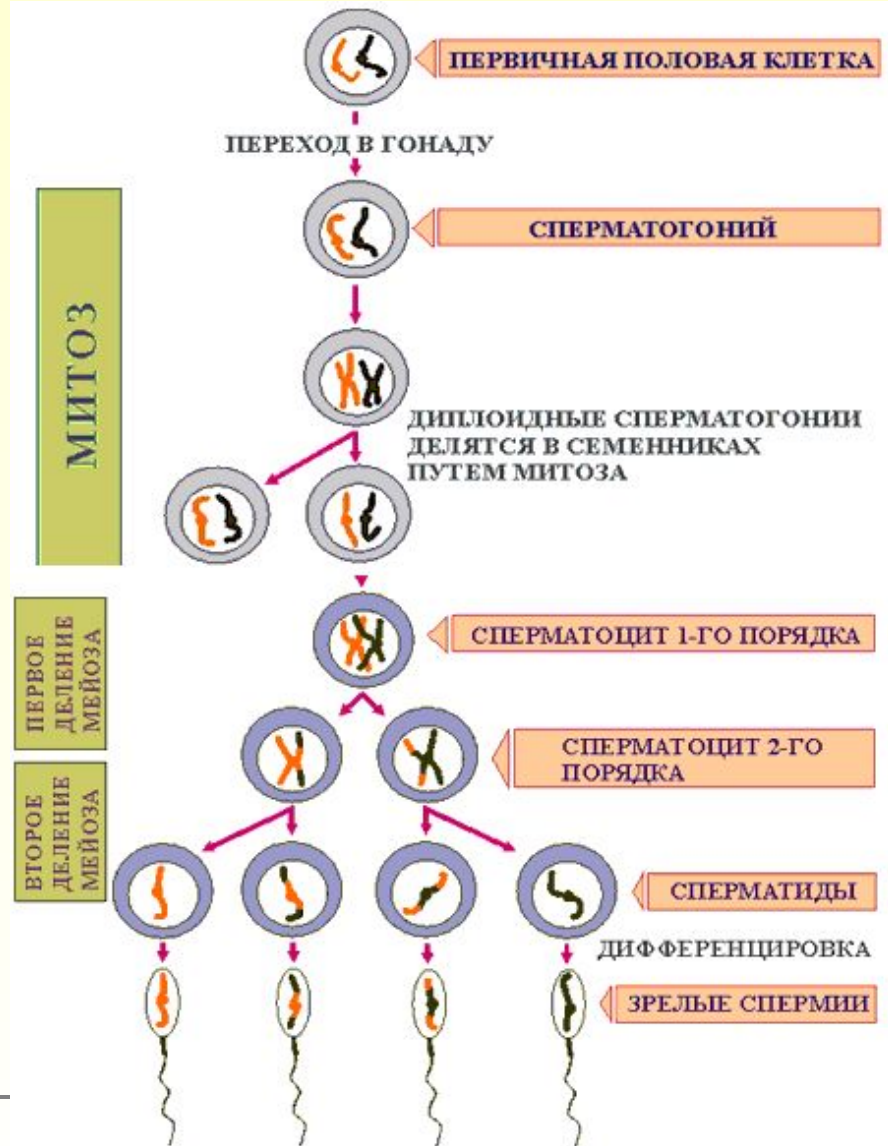


- У многоклеточных животных, размножающихся половым способом, онтогенез подразделяется на **эмбриональный** (от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек) и **постэмбриональный** (от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма) периоды. Зигота образуется в результате слияния мужской и женской половых клеток - гамет. Гаметы формируются в половых железах в зависимости от организма, мужского или женского. Процесс развития гамет называется **гаметогенезом**. Процесс образования сперматозоидов называется **сперматогенезом**, а образование яйцеклеток — **овогенезом**.

# Сперматогенез

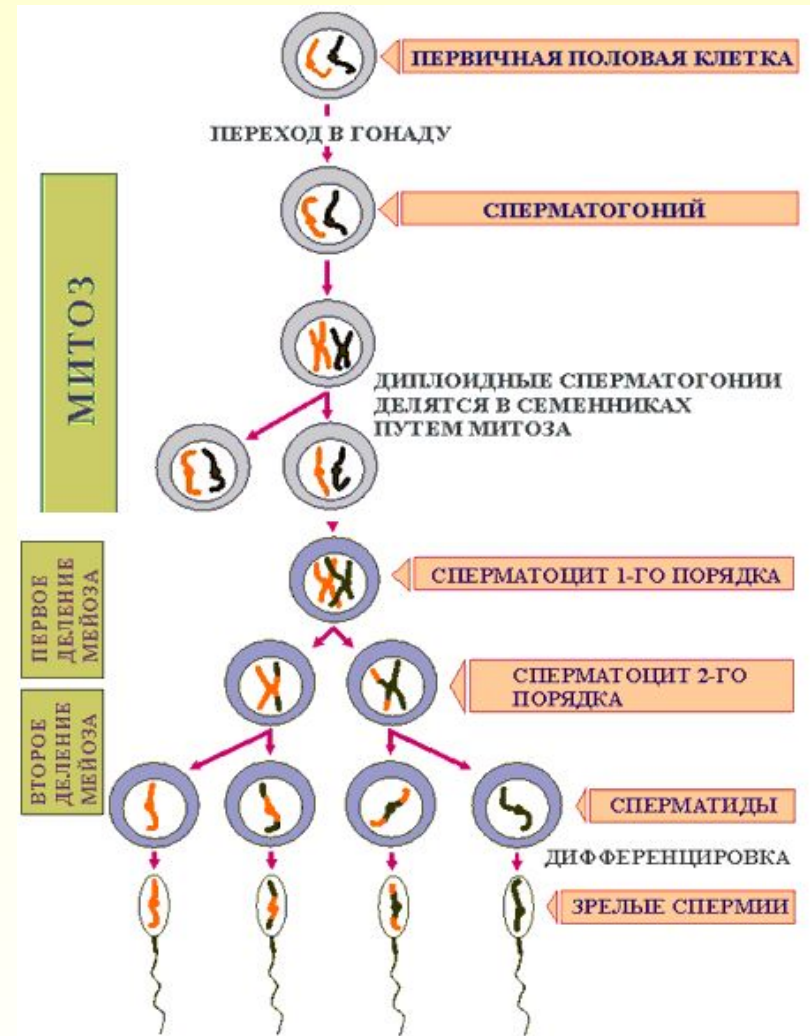
Сперматогенез осуществляется в семенниках и подразделяется на четыре фазы:

- 1) размножения,
- 2) роста,
- 3) созревания,
- 4) формирования.



# Сперматогенез

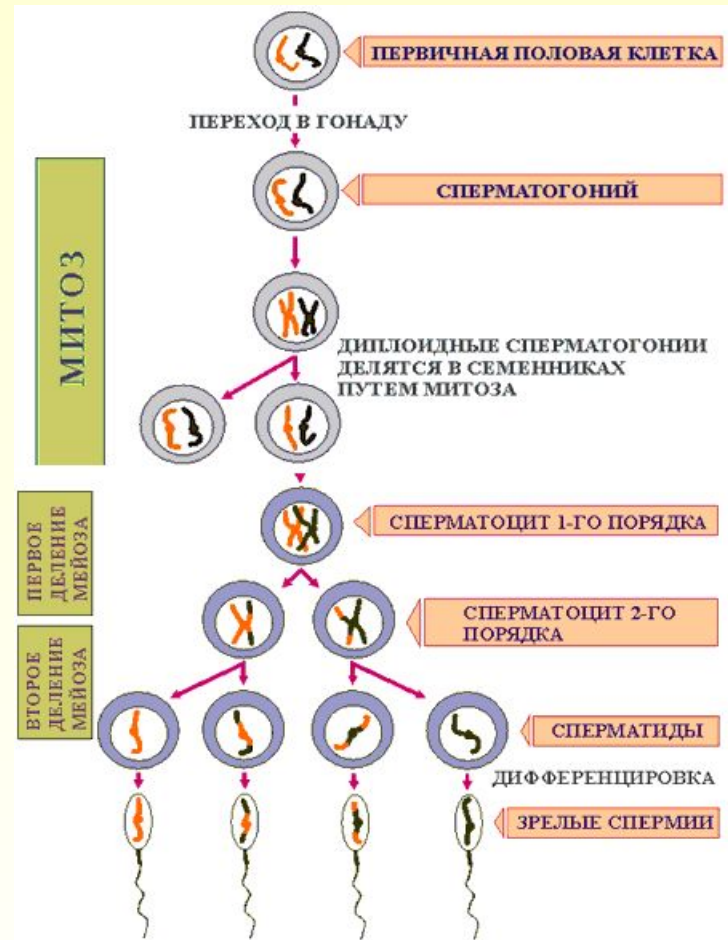
Во время фазы размножения диплоидные сперматогонии многократно делятся митозом. Часть образовавшихся сперматогониев может подвергаться повторным митотическим делениям, в результате чего образуются такие же клетки сперматогонии. Другая часть прекращает делиться и увеличивается в размерах, вступая в следующую фазу сперматогенеза — фазу роста.





# Сперматогенез

Фаза роста соответствует интерфазе 1 мейоза, т.е. во время нее происходит подготовка клеток к мейозу. Главным событием фазы роста является репликация ДНК. Во время фазы созревания клетки делятся мейозом; во время первого деления мейоза они называются **сперматоцитами 1-го порядка**, во время второго - **сперматоцитами 2-го порядка**. Из одного сперматоцита 1-го порядка возникают четыре гаплоидные сперматиды. Фаза формирования характеризуется тем, что первично шаровидные сперматиды подвергаются ряду сложных преобразований, в результате которых образуются сперматозоиды. В нем участвуют все элементы ядра и цитоплазмы.



# Сперматогенез у человека

У человека сперматогенез начинается в период полового созревания; срок формирования сперматозоида — три месяца, т.е. каждые три месяца сперматозоиды обновляются. Сперматогенез происходит непрерывно и синхронно в миллионах клеток.

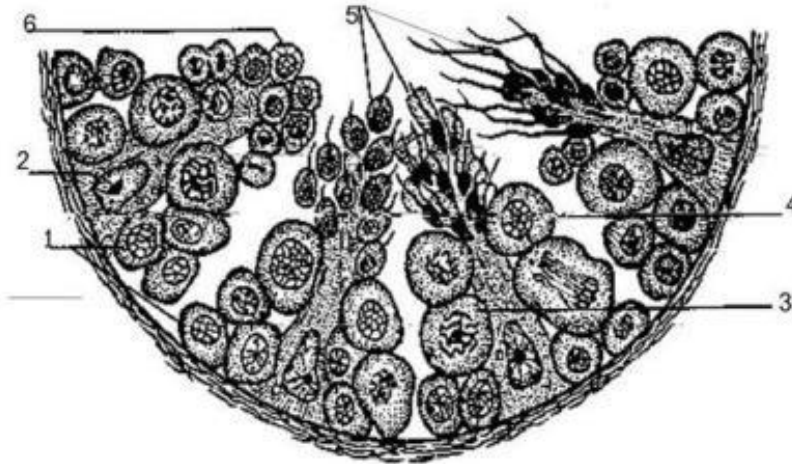


Схема среза извитого семенного канальца.  
1 – сперматогенный эпителий; 2 – клетка Сертоли; 3 – сперматоцит 1 порядка; 4 – сперматоцит 2 порядка; 5 - сперматозоиды в разной стадии созревания; 6 - сперматиды

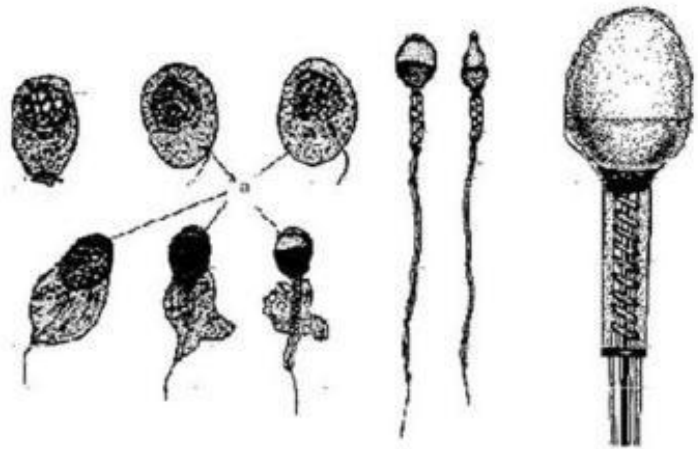
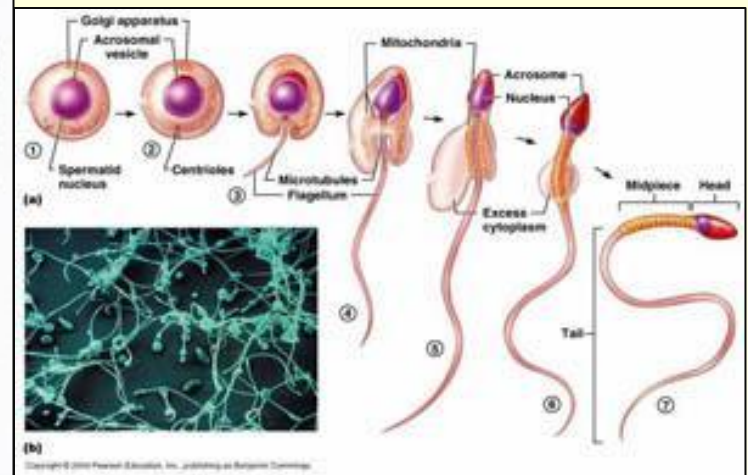


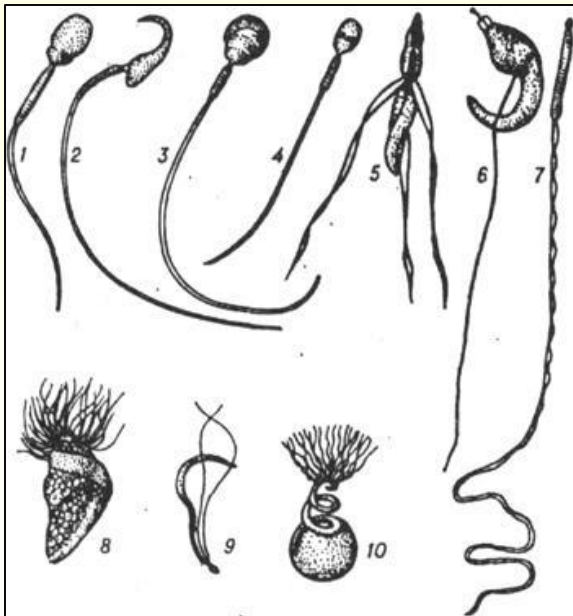
Схема строения сперматозоидов  
а - процесс формирования сперматозоидов

# Строение сперматозоида





- Сперматозоид млекопитающих имеет форму длинной нити. Длина сперматозоида человека 50–60 мкм. В строении сперматозоида можно выделить «головку», «шейку», промежуточный отдел и хвостик. В головке находится ядро и акросома. Ядро содержит гаплоидный набор хромосом. Акросома — мембранный органоид, содержащий ферменты, используемые для растворения оболочек яйцеклетки. В шейке расположены две центриоли, в промежуточном отделе — митохондрии. Хвостик представлен одним, у некоторых видов — двумя и более жгутиками. Жгутик является органоидом движения и сходен по строению со жгутиками и ресничками простейших. Для движения жгутиков используется энергия макроэргических связей АТФ, синтез АТФ происходит в митохондриях.
- Сперматозоид открыт в 1677 году А. Левенгуком.

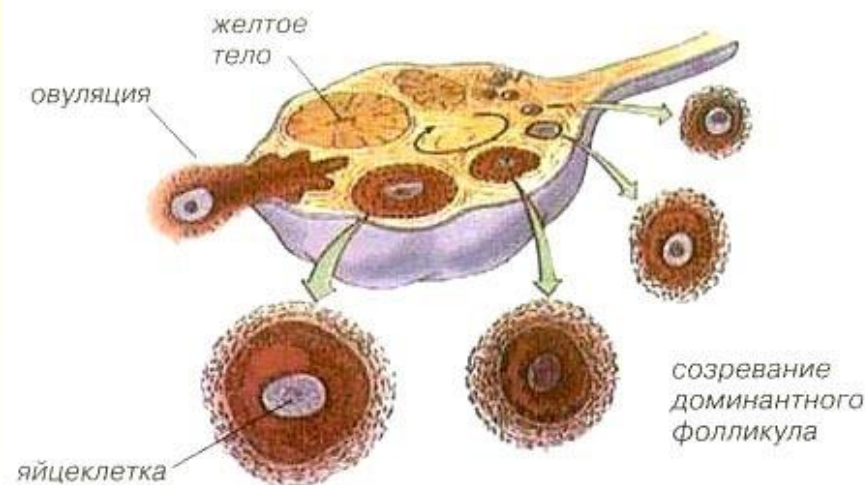
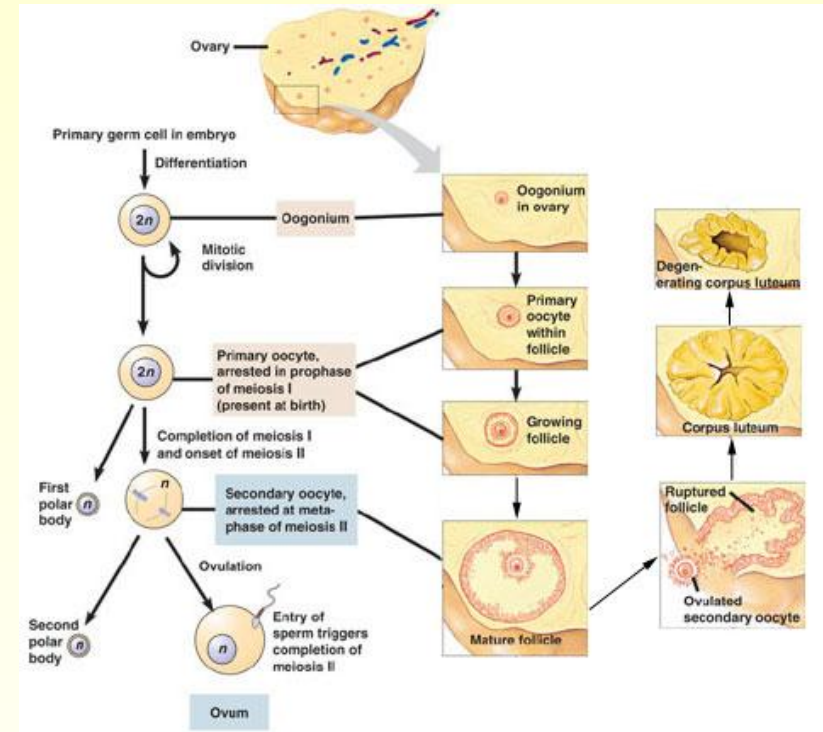


**Сперматозоиды:** 1 - кролика; 2 - крысы; 3 - морской свинки; 4 - человека; 5 - десятиногого рака; 6 - паука; 7 - жука; 8 - хвоща; 9 - мха; 10 - папоротника.

# Овогенез

Осуществляется в яичниках, подразделяется на три фазы:

- 1) размножения,
- 2) роста,
- 3) созревания.



# Овогенез

- Во время фазы размножения диплоидные овогонии многократно делятся митозом. Фаза роста соответствует интерфазе 1 мейоза, т.е. во время нее происходит подготовка клеток к мейозу: клетки значительно увеличиваются в размерах вследствие накопления питательных веществ. Главным событием фазы роста является репликация ДНК. Во время фазы созревания клетки делятся мейозом. Во время первого деления мейоза они называются **овоцитами 1-го порядка**. В результате первого мейотического деления возникают две дочерние клетки: мелкая, называемая первым **полярным тельцем**, и более крупная — **овоцит 2-го порядка**. Во время второго мейотического деления овоцит 2-го порядка делится с образованием яйцеклетки и второго полярного тельца, а первое полярное тельце — с образованием третьего и четвертого полярных телец. Таким образом, в результате мейоза из одного овоцита 1-го порядка образуются одна яйцеклетка и три полярных тельца.



# Овогенез

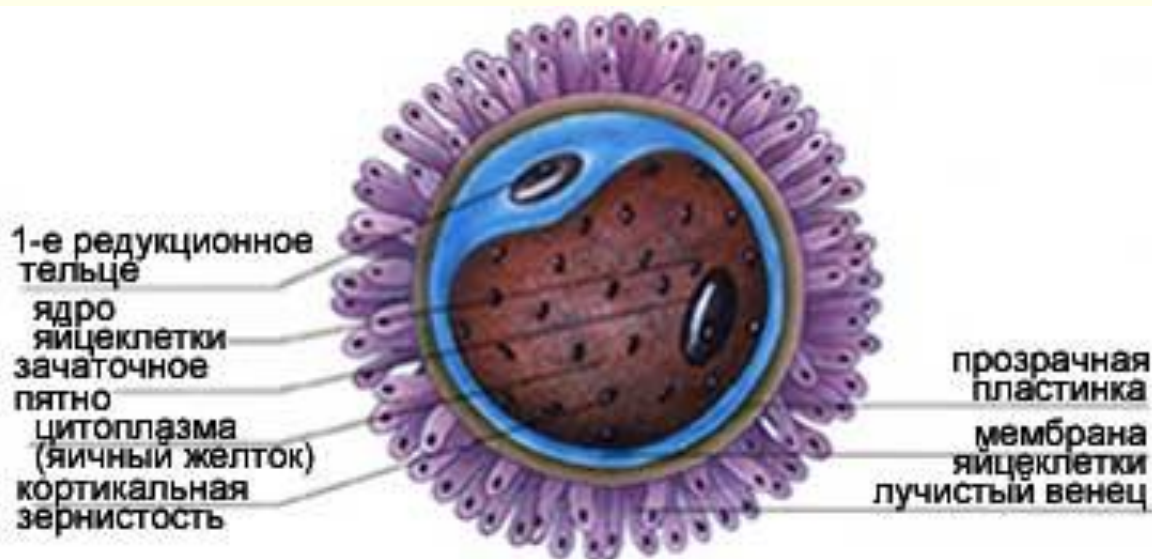
- В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости, процесс образования яйцеклеток у человека начинается еще в эмбриональном периоде и течет прерывисто. У зародыша полностью осуществляются фазы размножения и роста и начинается фаза созревания. К моменту рождения девочки в ее яичниках находятся сотни тысяч овоцитов 1-го порядка, остановившихся, «застывших» на стадии диплотены профазы 1 мейоза — **первый блок овогенеза**.
- В период полового созревания мейоз возобновится: примерно каждый месяц под действием половых гормонов один из овоцитов (редко два) будет доходить до метафазы 2 мейоза — **второй блок овогенеза**. Мейоз может пройти до конца только при условии оплодотворения; если оплодотворение не происходит, овоцит 2-го порядка погибает и выводится из организма.



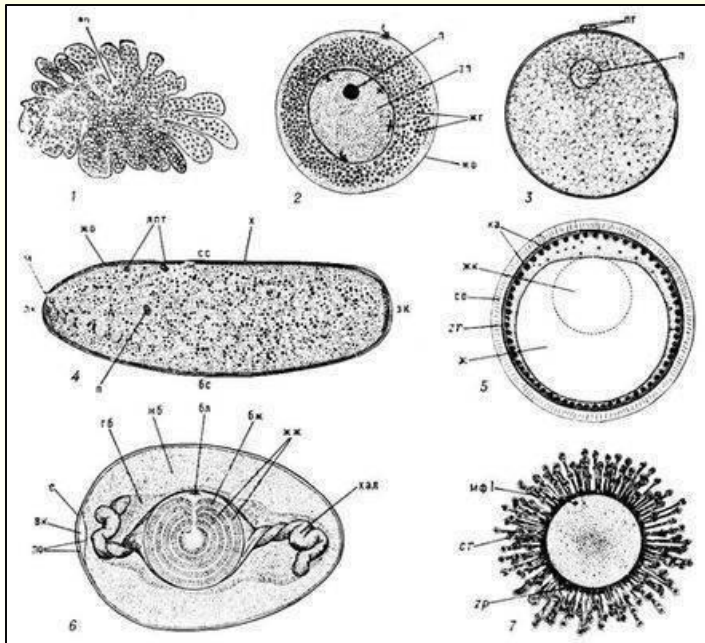


# Строение яйцеклеток

- Форма яйцеклеток обычно округлая. Размеры яйцеклеток колеблются в широких пределах — от нескольких десятков микрометров до нескольких сантиметров (яйцеклетка человека — около 120 мкм). К особенностям строения яйцеклеток относятся: наличие оболочек, располагающихся поверх плазматической мембраны и наличие в цитоплазме более или менее большого количества запасных питательных веществ.



- В связи с накоплением питательных веществ, у яйцеклеток появляется полярность. Противоположные полюсы называются **вегетативным** и **анимальным**. Поляризация проявляется в том, что происходит изменение местоположения ядра в клетке (оно смещается в сторону анимального полюса), а также в особенностях распределения цитоплазматических включений (во многих яйцах количество желтка возрастает от анимального к вегетативному полюсу).
- Яйцеклетка человека была открыта в 1827 году К.М. Бэр.



Строение яйца у гидры (1), кольчатого червя из рода *Urechis* (2), морского ежа (3), дрозофилы (4, яйцо вскоре после оплодотворения), окуня (5), курицы (6), человека (7)

# Оплодотворение

- Процесс слияния мужской и женской половых клеток, приводящий к образованию зиготы, которая дает начало новому организму, называется **оплодотворением**.
- Собственно процесс оплодотворения начинается с момента контакта сперматозоида и яйцеклетки. В момент такого контакта плазматическая мембрана акросомального выроста и прилежащая к ней часть мембраны акросомального пузырька растворяются, фермент гиалуронидаза и другие биологически активные вещества, содержащиеся в акросоме, выделяются наружу и растворяют участок яйцевой оболочки.
- 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.

# Оплодотворение

- Ядро сперматозоида набухает, его хроматин разрыхляется, ядерная оболочка растворяется, и он превращается в **мужской пронуклеус**.
- 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 « $2n\ 4c$ ». Объединение пронуклеусов и представляет собой **собственно оплодотворение**.
- Таким образом, оплодотворение заканчивается образованием зиготы с диплоидным ядром.



# Оплодотворение

- **Оплодотворение — необратимый процесс, то есть однажды оплодотворенное яйцо не может быть оплодотворено вновь.**

В зависимости от количества особей, принимающих участие в половом размножении, различают:

**оперекрестное оплодотворение** -

оплодотворение, в котором принимают участие гаметы, образованные разными организмами;

**осамооплодотворение** - оплодотворение, при котором сливаются гаметы, образованные одним и тем же организмом (ленточные черви).

