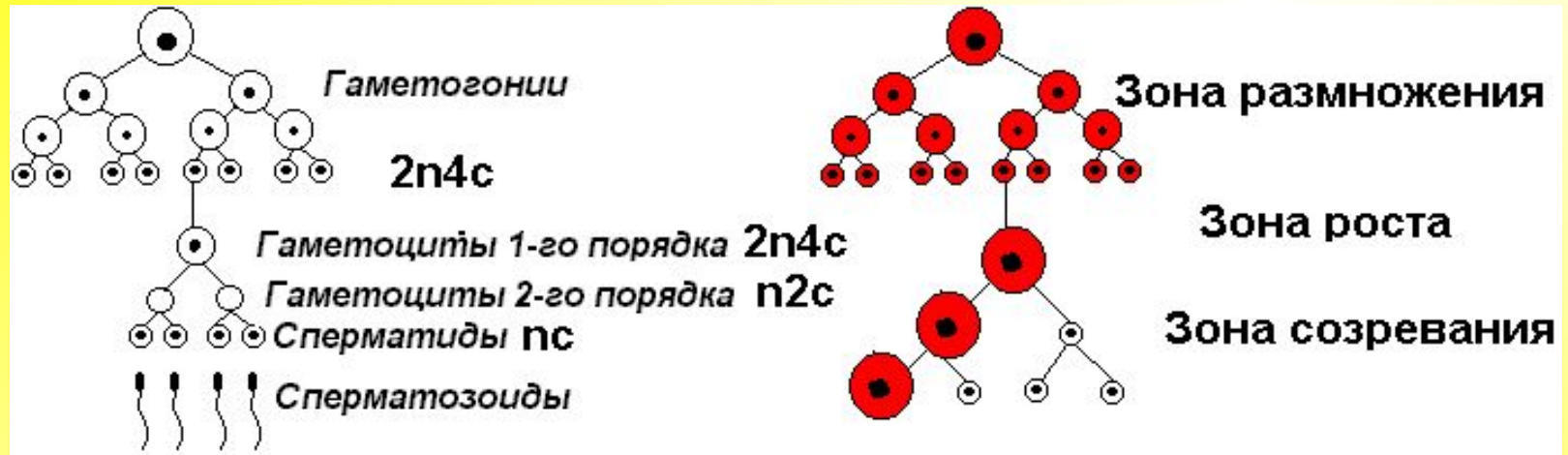


Тема: «Гаметогенез, оплодотворение»

Задачи:

Дать характеристику гаметогенезу и
оплодотворению у животных

Гаметогенез

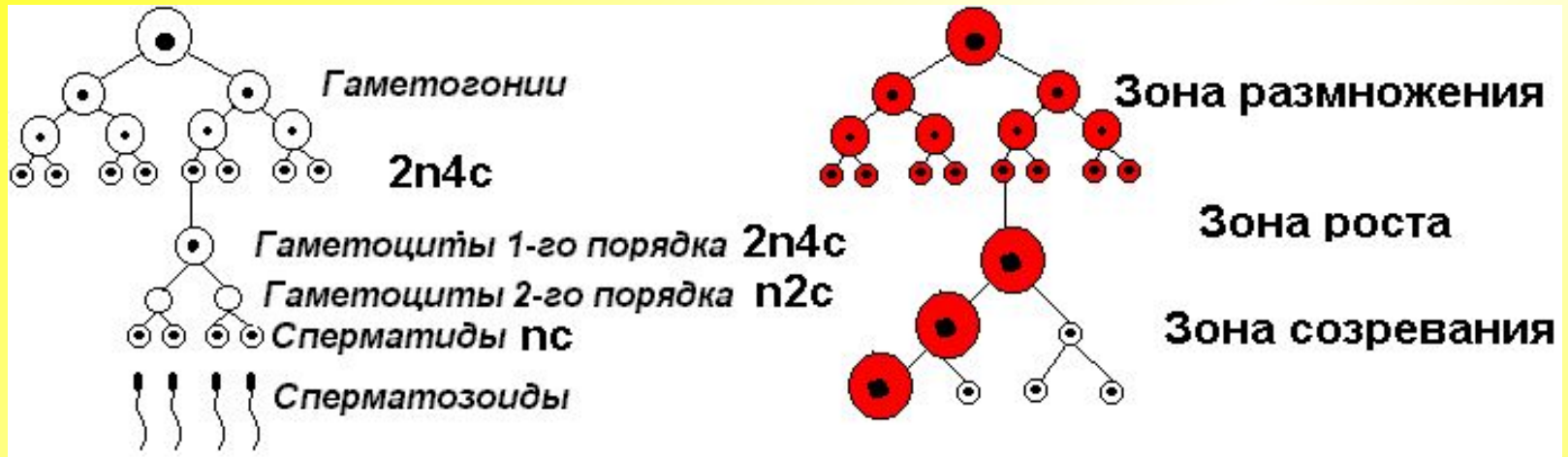


Гаметогенез — это процесс развития половых клеток — гамет.

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



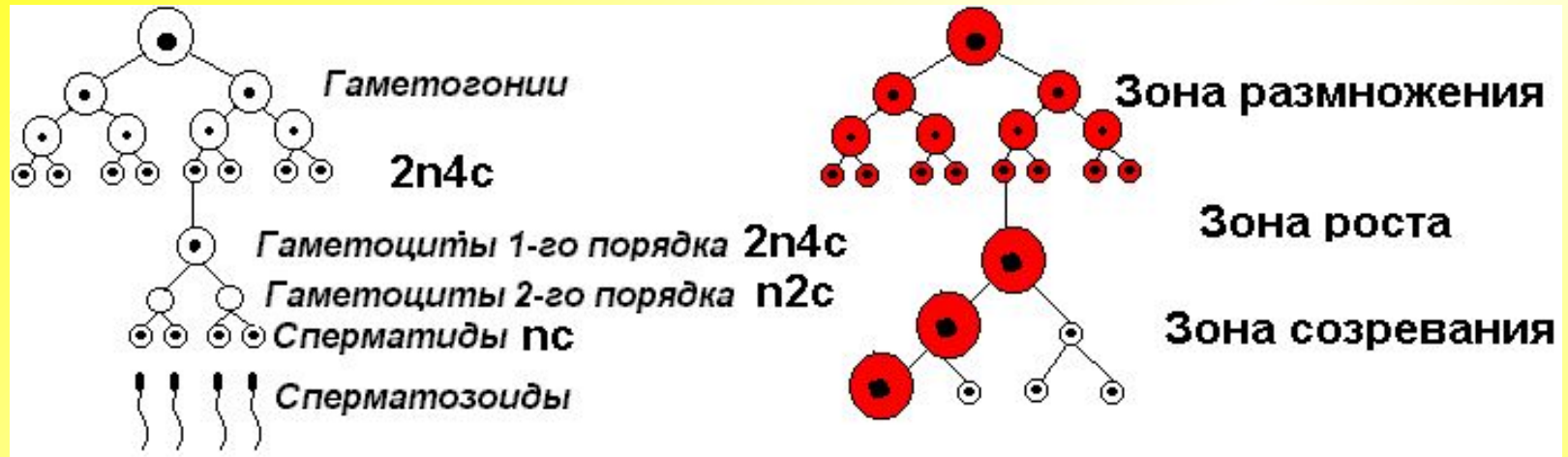
Фаза размножения:

Диплоидные клетки многократно делятся митозом. Их называют *оогонии* и *сперматогонии*. Набор хромосом $2n2c$.

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)-сперматиды и овотиды. Овогенез на этом этапе практически заканчивается, а сперматогенез включает еще одну фазу, во время которой сперматозоиды приобретают свою специфическую структуру.

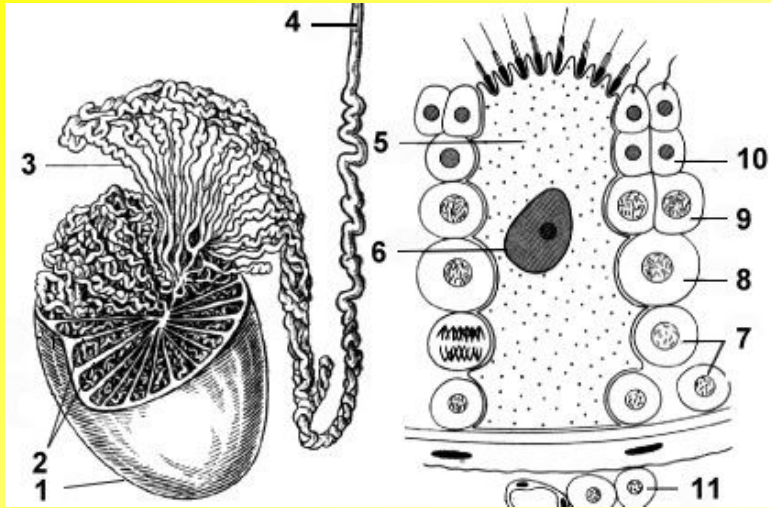
Далее наступает **период созревания**, в процессе которого происходят два последовательных деления, связанные с преобразованием хромосомного аппарата — мейозом. Кроме того, эти деления сопровождаются неравномерным разделением цитоплазмы между дочерними клетками. **При первом делении — делении овоцита первого порядка — образуются:** одна крупная клетка — овоцит второго порядка, содержащая почти всю цитоплазму; маленькая клетка, получившая название полярного, или редукционного, тельца.

При втором делении цитоплазма снова распределяется неравномерно. **Образуются:** одна крупная овоцида; второе редукционное тельце. В это время первое редукционное тельце также можетделиться на две клетки.

Таким образом, из одного овоцита первого порядка образуются: одна овоцида; 3 редукционных тельца.

Далее из овоциды формируется яйцо, а редукционные тельца рассасываются или сохраняются на поверхности яйца, но не принимают участия в дальнейшем развитии. Неравномерное распределение цитоплазмы обеспечивает яйцу получение значительного количества цитоплазмы и питательных веществ, которые потребуются в будущем для развития зародыша.

Сперматогенез

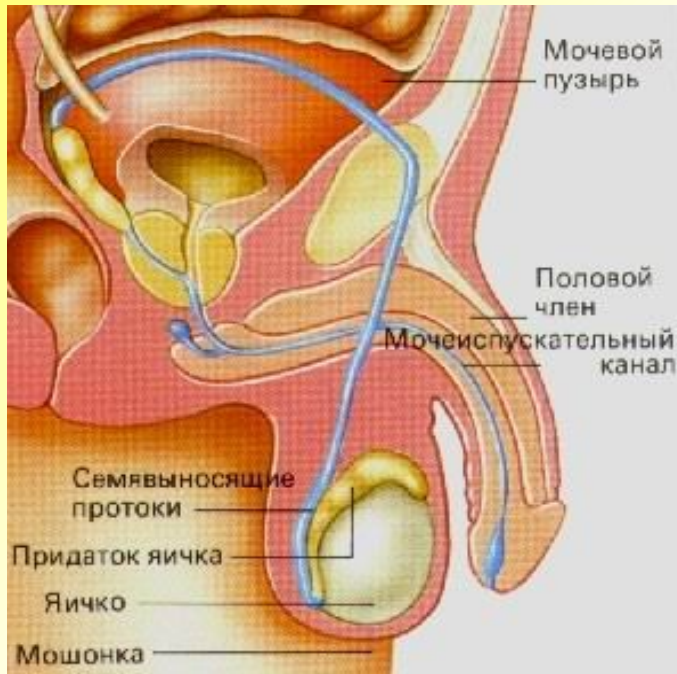


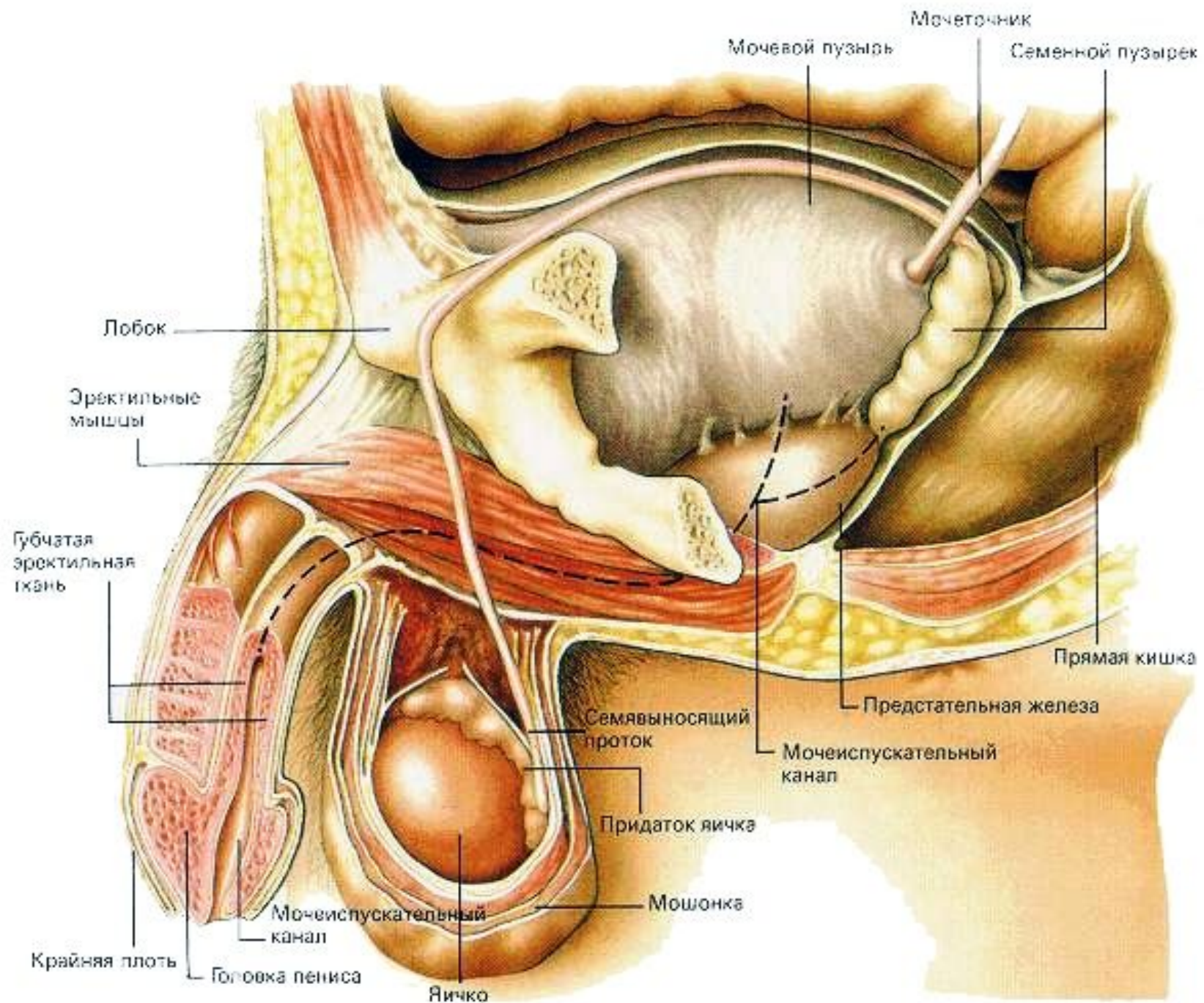
Во время периода полового созревания диплоидные клетки в семенных канальцах семенников делятся митотически, в результате чего образуется множество более мелких клеток, называемых *сперматогониями*.

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

Лейдиговы клетки образуют мужские половые гормоны

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

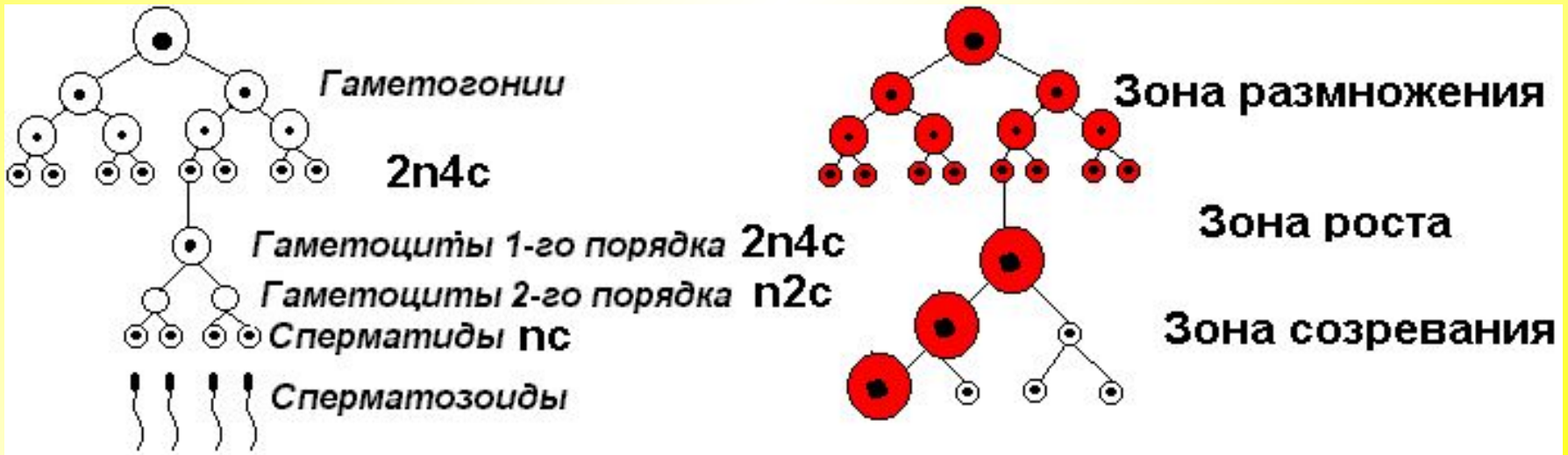




Сперматогенез

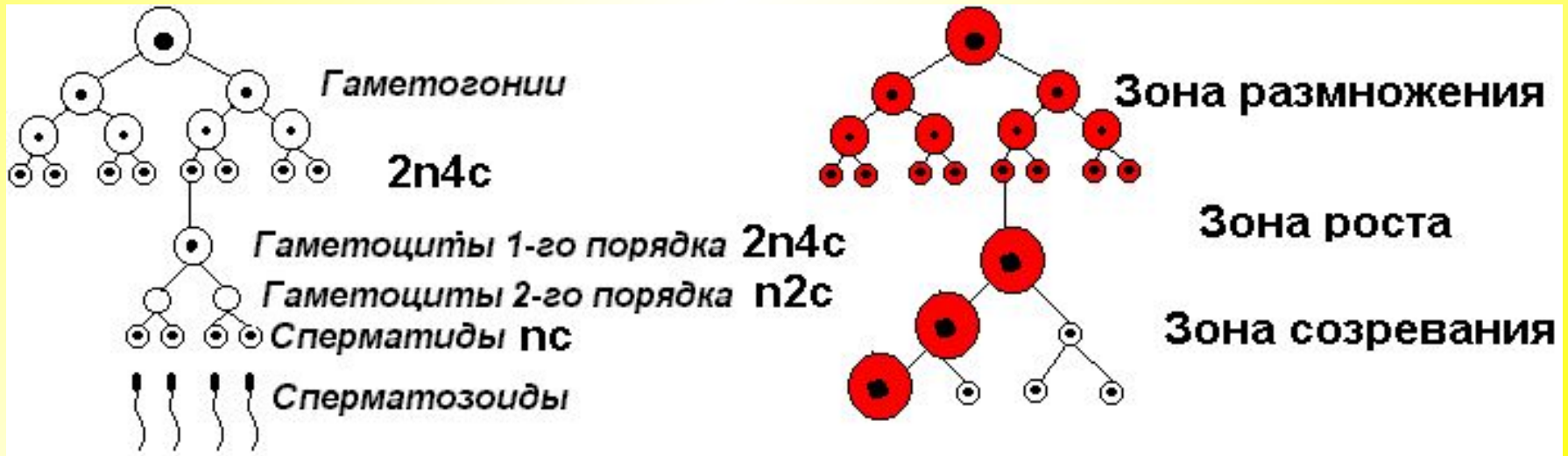
Период созревания начинается тогда, когда сперматоцит 1-го порядка подвергается первому мейотическому делению, в результате чего образуются два *сперматоцита 2-го порядка*.

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.



Строение сперматозоида



Приблизительно в шесть лет яички могут начать вырабатывать единичные сперматогонии. Полное формирование сперматогенеза приходится на 15—16 лет. В старости мужской организм вырабатывает совсем мало спермы, однако сам по себе процесс не прекращается.

Процесс созревания сперматозоидов происходит внутри извитых семенных канальцев, составляющих более 90% объёма яичка взрослого половозрелого мужчины и длится 74 дня.

- Основная роль спермы – быть питательной средой в процессе созревания сперматозоидов. Для этого в ней находится масса полезных веществ:
- Аскорбиновая кислота.
- Фруктоза.
- Молочная кислота.
- Витамин В 12 и другие.

Вторая функция-защита от воздействия кислой среды влагалища

Фертильность у мужчин – способность мужского организма принимать участие в оплодотворение. Проще говоря, способность сперматозоидов к оплодотворению.

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.

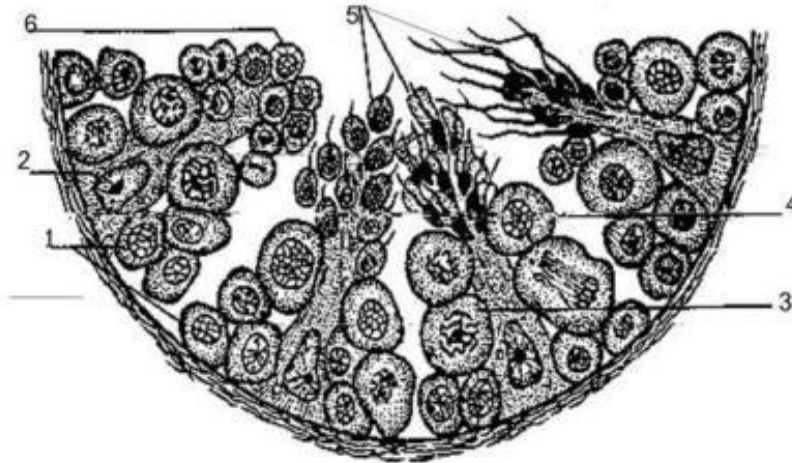


Схема среза извитого семенного канальца.
1 – сперматогенный эпителий; 2 – клетка Сертоли; 3 – сперматоцит 1 порядка; 4 – сперматоцит 2 порядка; 5 - сперматозоиды в разной стадии созревания; 6 - сперматиды

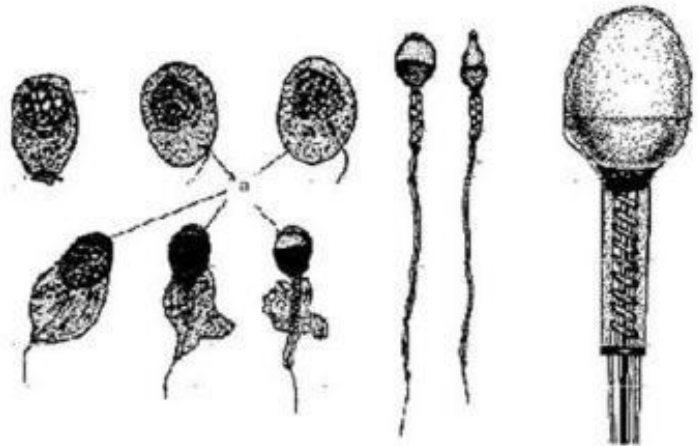
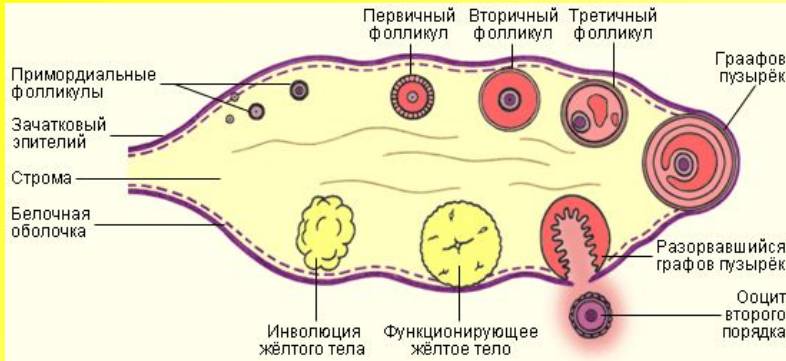
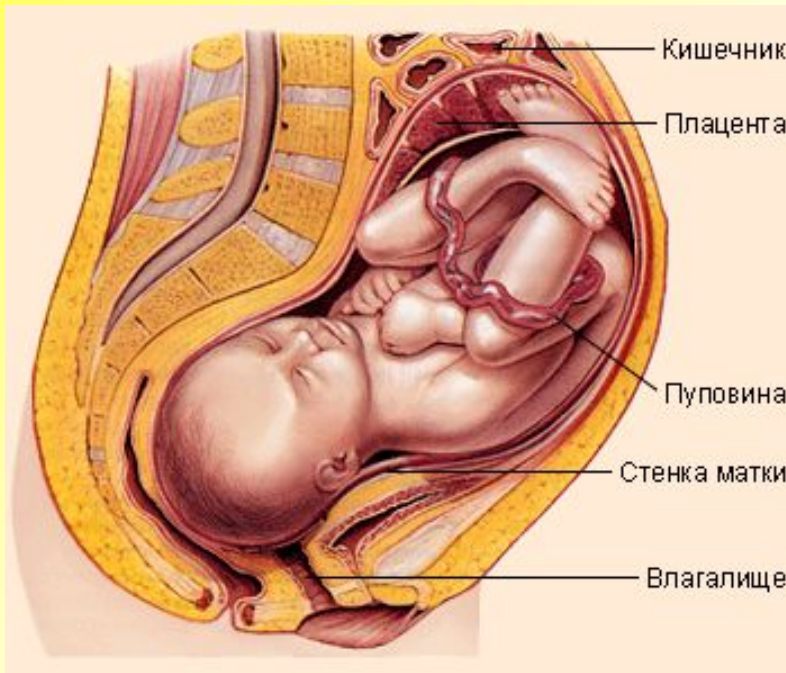


Схема строения сперматозоидов
а - процесс формирования сперматозоидов

Овогенез

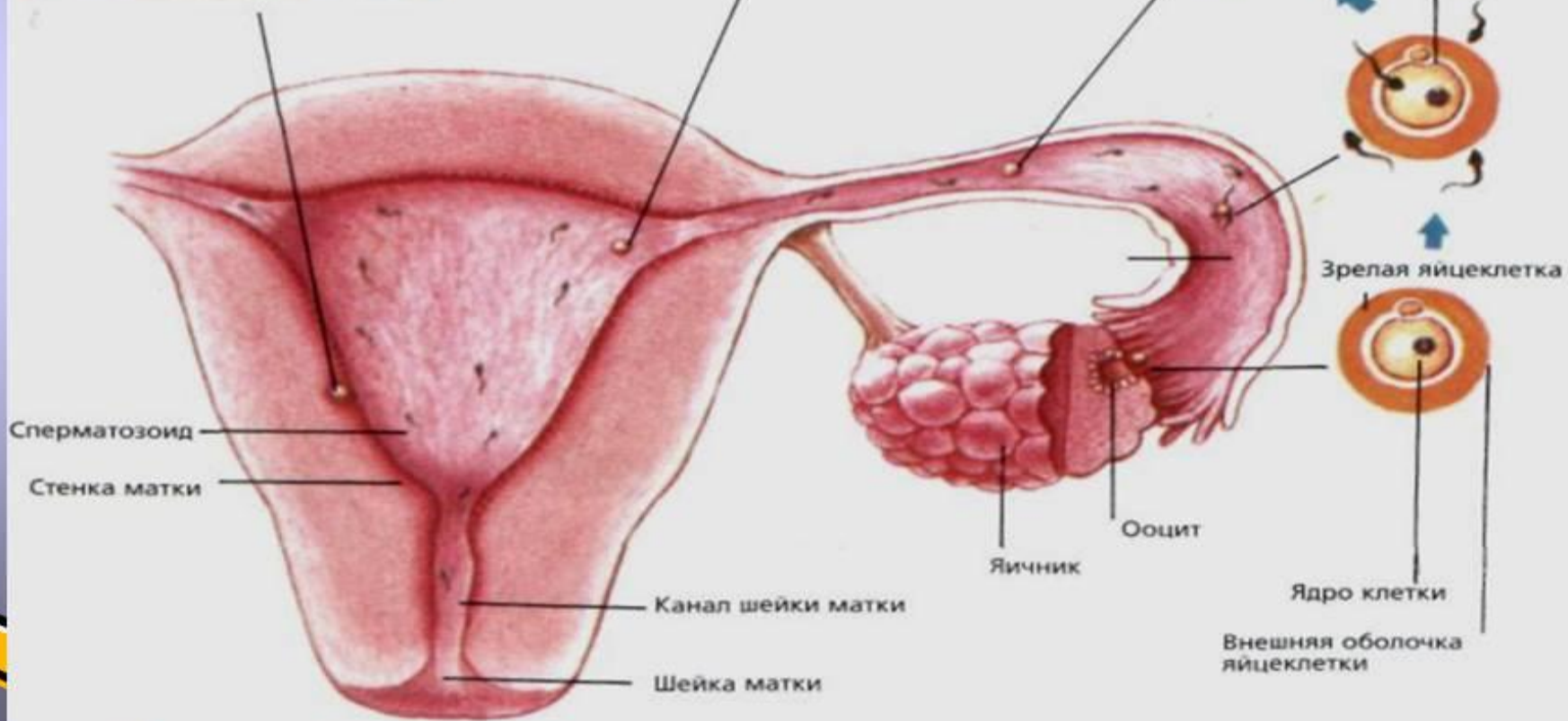


Все периоды развития яйцеклеток осуществляются у животных в яичниках. В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша.



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

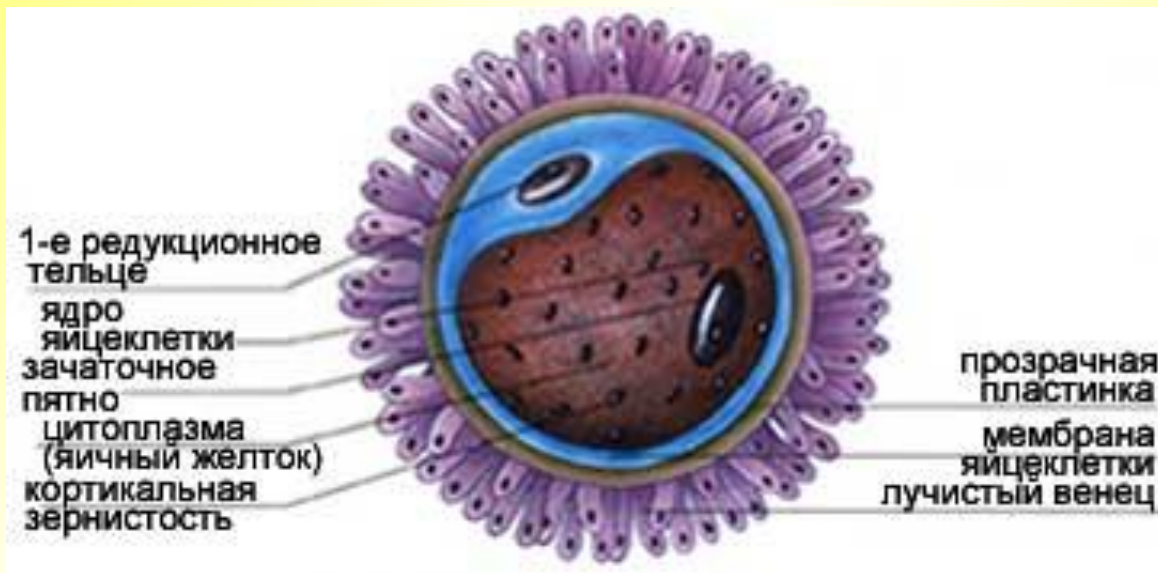
ПОСЛЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ



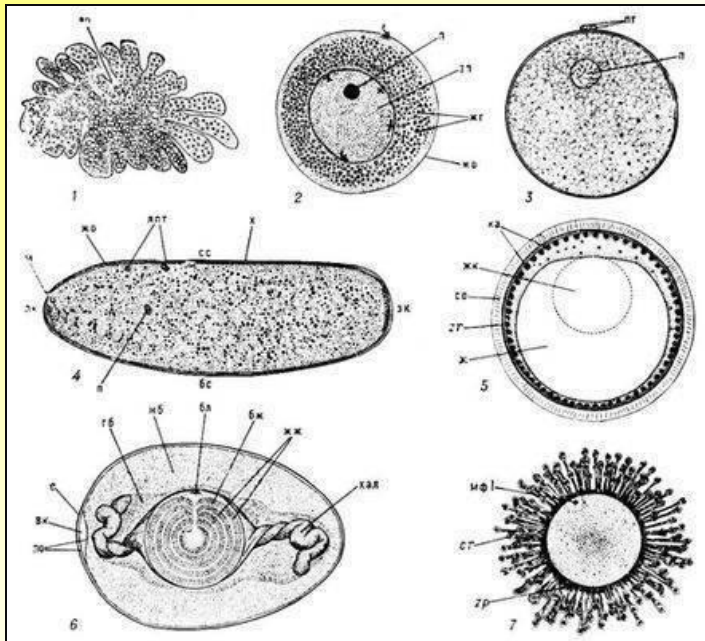


Строение яйцеклеток

- 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.



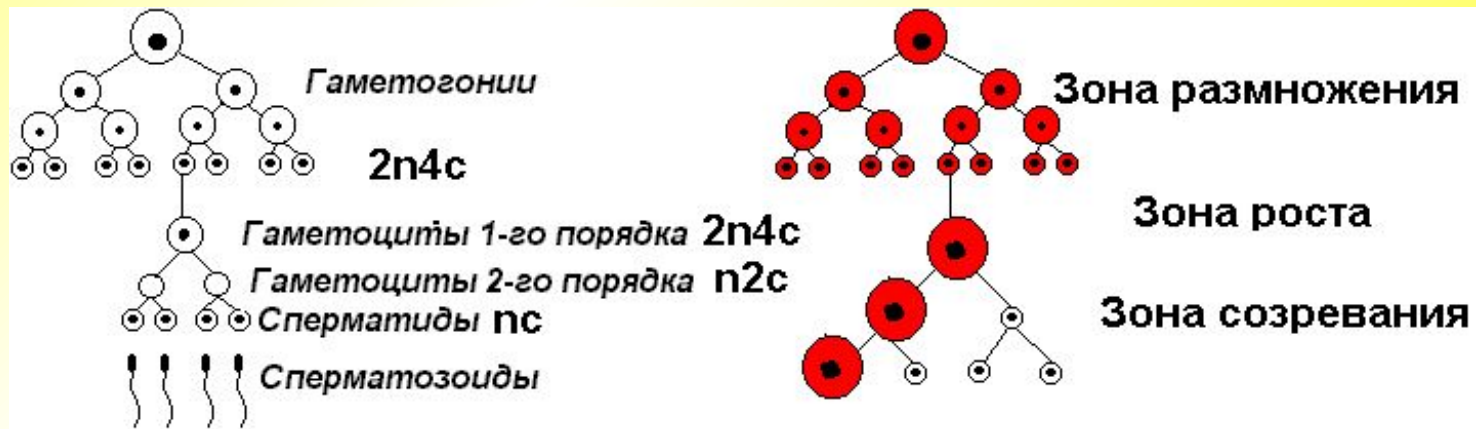
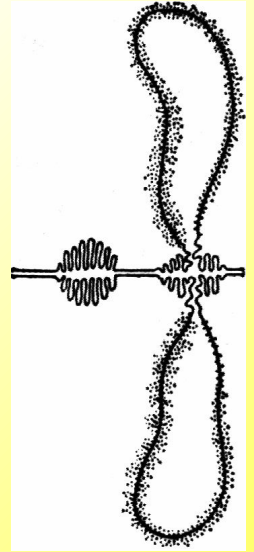
- В связи с накоплением питательных веществ, у яйцеклеток появляется полярность. Противоположные полюсы называются **вегетативным** и **анимальным**. Полярзация проявляется в том, что происходит изменение местоположения ядра в клетке (оно смещается в сторону анимального полюса), а также в особенностях 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)

Овогенез

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



Гены «домашнего хозяйства» — это гены, необходимые для поддержания важнейших жизненных функций организма, которые экспрессируются практически во всех тканях и клетках на относительно постоянном уровне. Гены домашнего хозяйства функционируют повсеместно, на всех стадиях жизненного цикла организма.

Основными функциями данных генов в организме являются обеспечение процессов:

Репликации (удвоения) ДНК

Транскрипции

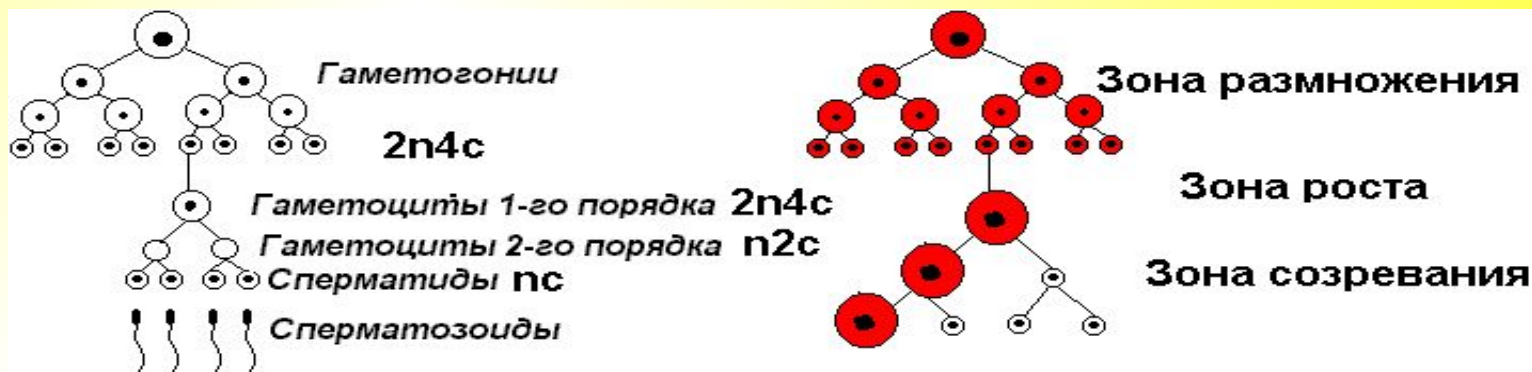
Трансляции

Анаболизма и катаболизма (гликолиз, цикл Кребса, глюконеогенез, расщепление белков, жиров и углеводов, биосинтез аминокислот и нуклеотидов и др.)/

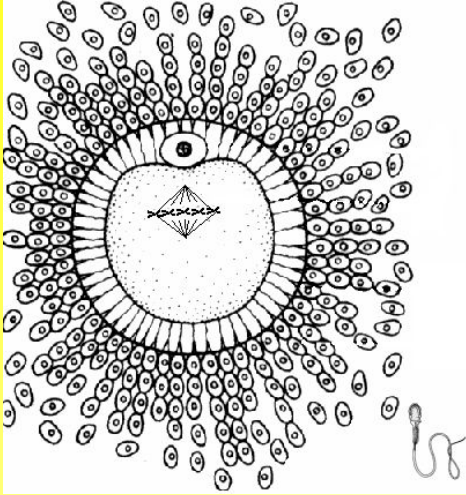
Овогенез

Фаза созревания — наиболее продолжительная фаза гаметогенеза. В овогенезе она начинается в эмбриогенезе (практически одновременно с началом малого роста половых клеток). К рождению девочки фаза созревания половых клеток (овоцитов) в ее яичниках приостанавливается и возобновляется лишь после наступления половой зрелости. В фазе созревания как мужские, так и женские половые клетки проходят мейоз — особый вид деления, в ходе которого содержание хромосом в их ядрах сокращается наполовину и составляет 23.

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*.



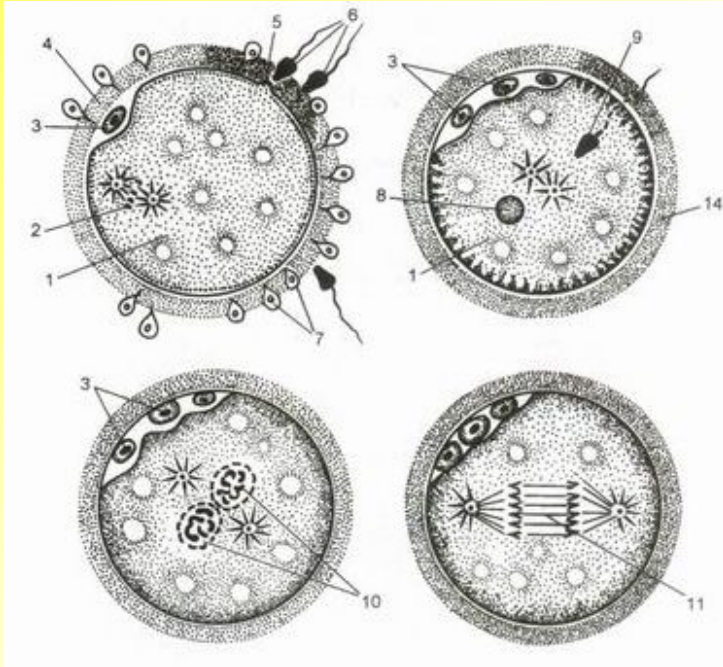
Овогенез



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

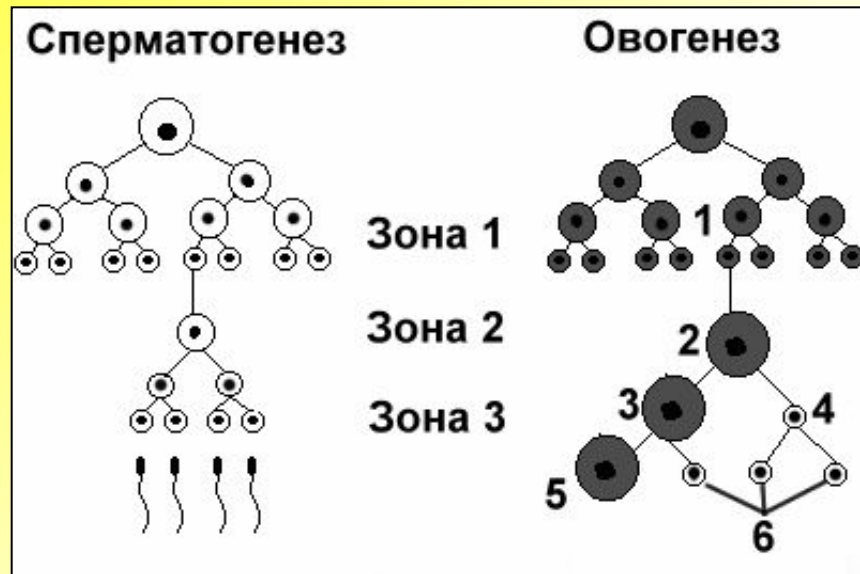
Таким образом, из яичника выходит, строго говоря, не яйцеклетка, а овоцит 2-го порядка- п2с (если не произошло оплодотворение).

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.



Плод женского пола накануне рождения содержит около 2 млн. фолликулов, но лишь примерно 450 из них достигают стадии овоцитов II порядка и выходят из яичника в процессе овуляции. Созревание овоцита сопровождается двумя последовательными делениями, приводящими к уменьшению числа хромосом в клетке вдвое. В результате первого деления, мейоза, образуется крупный овоцит II порядка и первое полярное тельце, а после второго деления — зрелая, способная к оплодотворению и дальнейшему развитию яйцеклетка с гаплоидным набором хромосом и второе полярное тельце.

В отличие от образования спермиев у мужчин, которое начинается только в период полового созревания, образование яйцеклеток у женщин начинается ещё до их рождения и завершается для каждой данной яйцеклетки только после её оплодотворения. Поэтому любые неблагоприятные факторы внешней среды, начиная со стадии внутриутробного развития девочки, могут повлечь за собой генетические аномалии у её потомства.



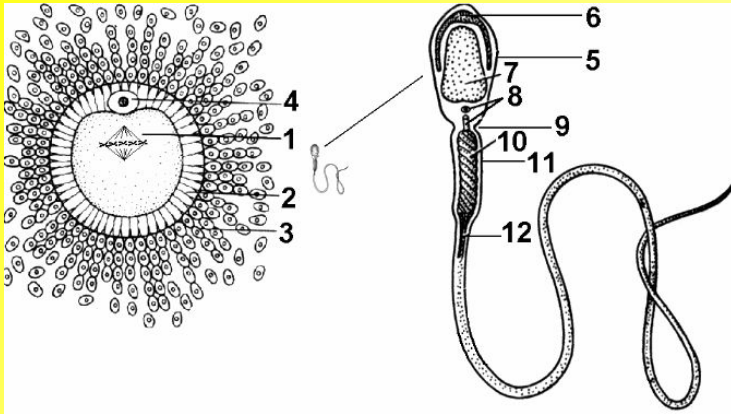
1. Как называются клетки, обозначенные цифрами 1 — 6?
2. Какой набор хромосом в зоне размножения, где предшественники гамет делятся митотически?
3. Какой набор хромосом в зоне роста, перед первым делением мейоза?
4. Какой набор хромосом и ДНК после первого деления мейоза? После второго деления?
5. Какое количество нормальных яйцеклеток образуется из одного овоцита, вступающего в мейоз?

Гаметы

Яйцеклетка млекопитающих была открыта в 1821 году **К.М.Бэр**ом.

Сперматозоид открыт в 1677 году **А. Левенгуком**.

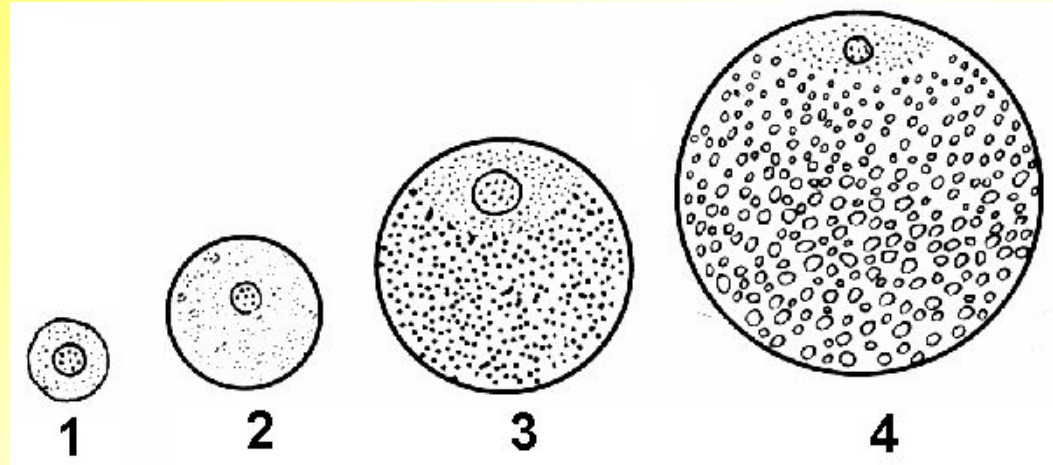
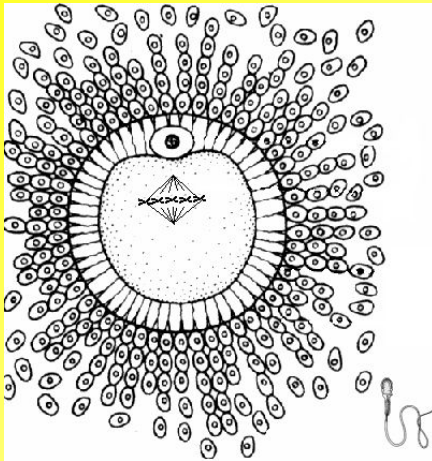
Окончательное созревание яйцеклетки происходит уже после оплодотворения, поэтому фактически зрелой яйцеклетки не существует.



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.**

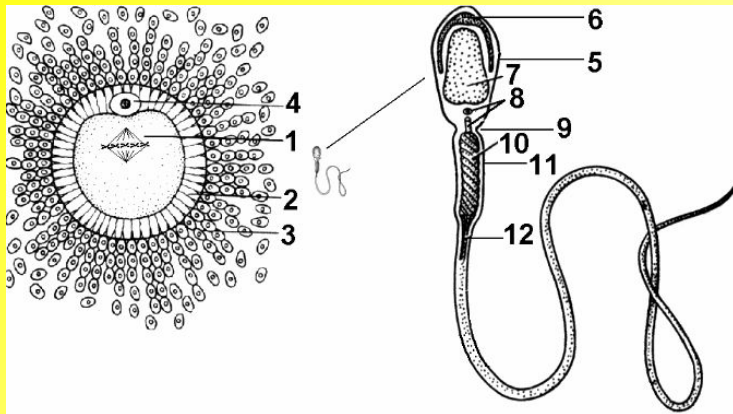
Гаметы



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.

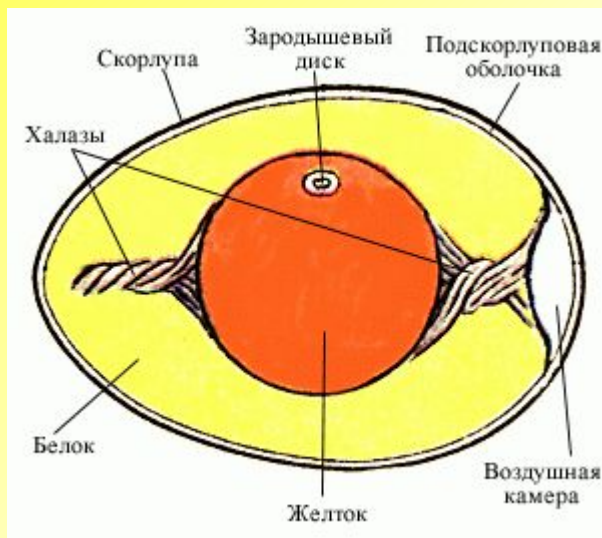
В зависимости от количества желтка, содержащегося в яйцеклетках, различают: *алецитальные яйца* (млекопитающие, плоские черви); *изолецитальные яйца* (ланцетник, морской еж); *умеренно телелецитальные яйца* (рыбы, земноводные); *резко телелецитальные яйца* (птицы).

Гаметы

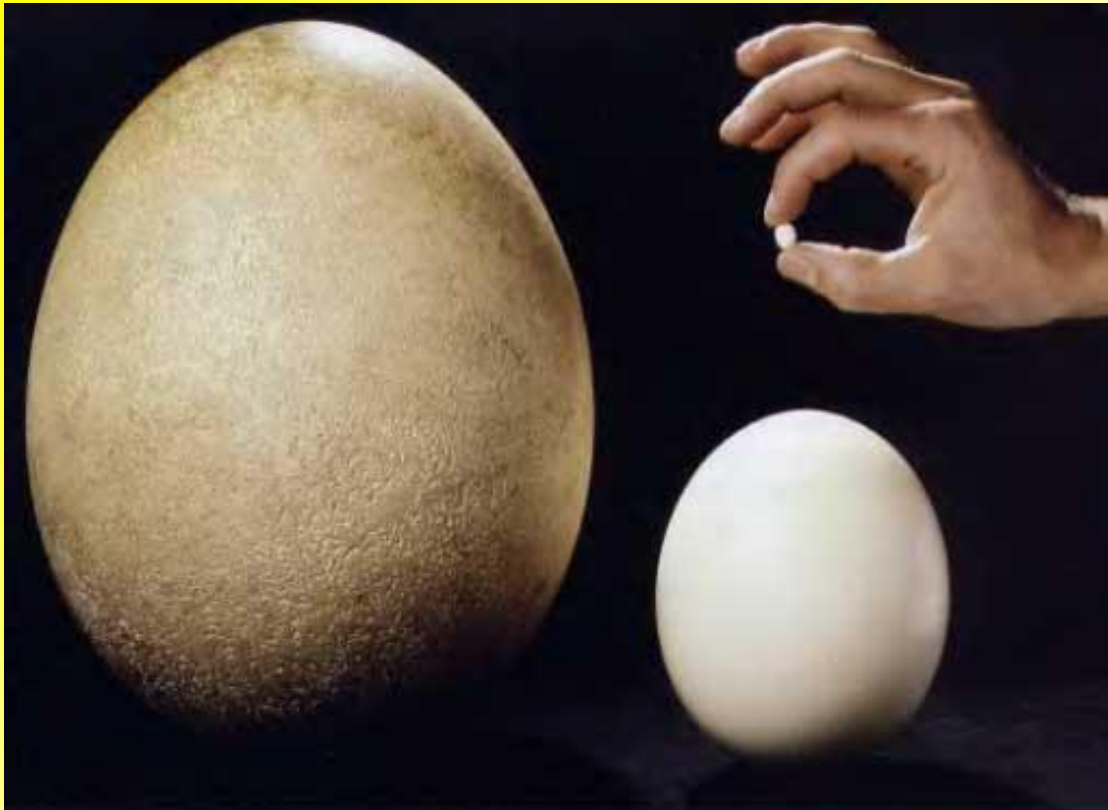


Вторичные оболочки, образованные выделениями фолликулярных клеток яичника. Имеются не у всех яиц. Вторичная оболочка яиц многих насекомых, например, содержит канал — *микропиле*, через который сперматозоид проникает в яйцеклетку.

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

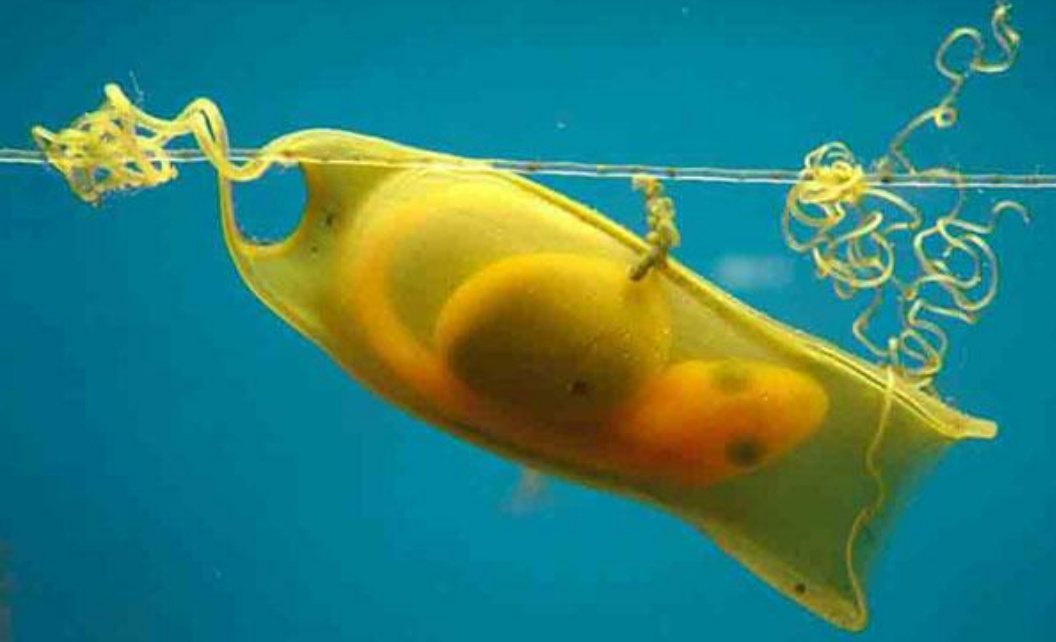


Вторичные и третичные оболочки, как правило, образуются у яйцеклеток животных, зародыши которых развиваются во внешней среде. Их строение соответствует условиям среды.



Сравните яйца эпиорниса - самой крупной из известных в мире птиц, вымершей уже в историческое время, африканского страуса - самого большого представителя ныне живущих пернатых и колибри - самой маленькой птицы. Яйцо эпиорниса вмещает около восьми литров жидкости.





Яйца рифовой акулы благодаря своей спиралевидной форме зарываются в песок







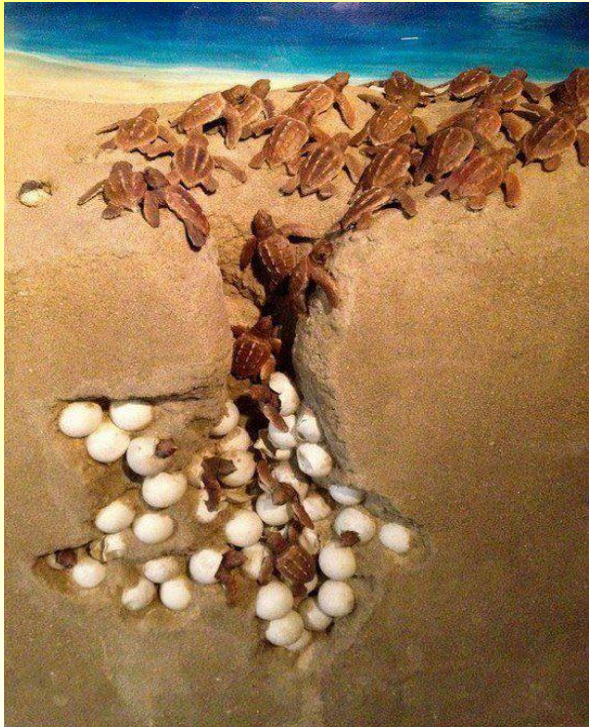
Кладка яиц серой жабы.



Лягушки откладывают яйца в прудах или других водоёмах. Яйца или икра выглядят как комочек желе. Чёрные точки - это зародыши. выводящиеся из яиц детёныши совсем не похожих на своих родителей.

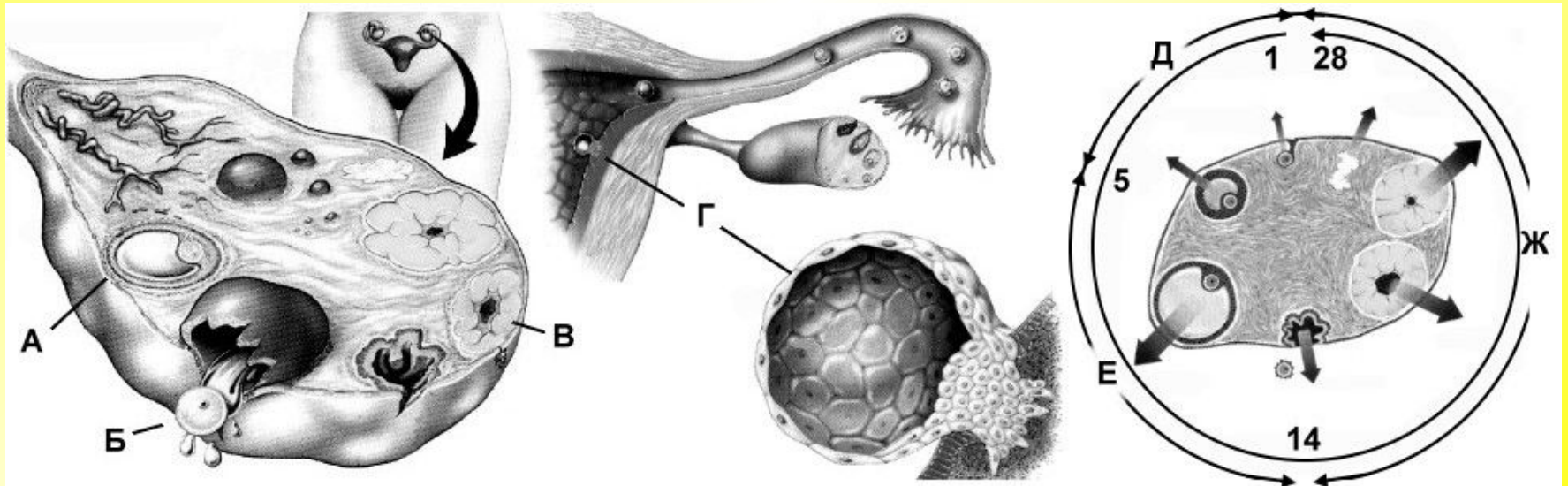
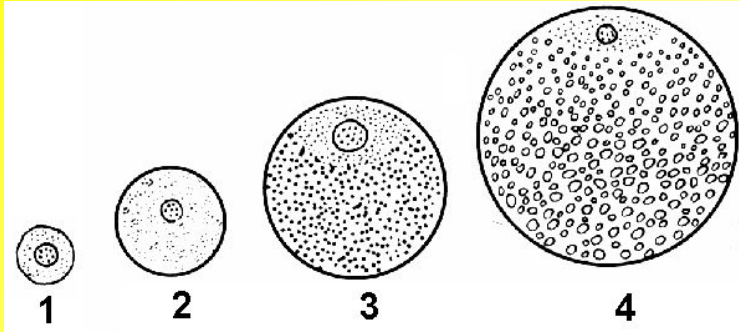






Гаметы

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



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).



Оплодотворение

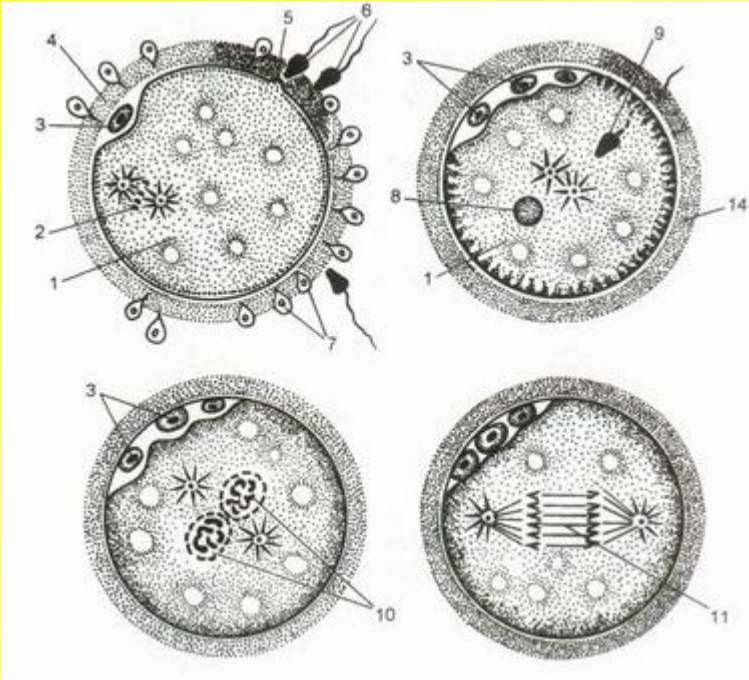
Различают два типа оплодотворения:

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*.

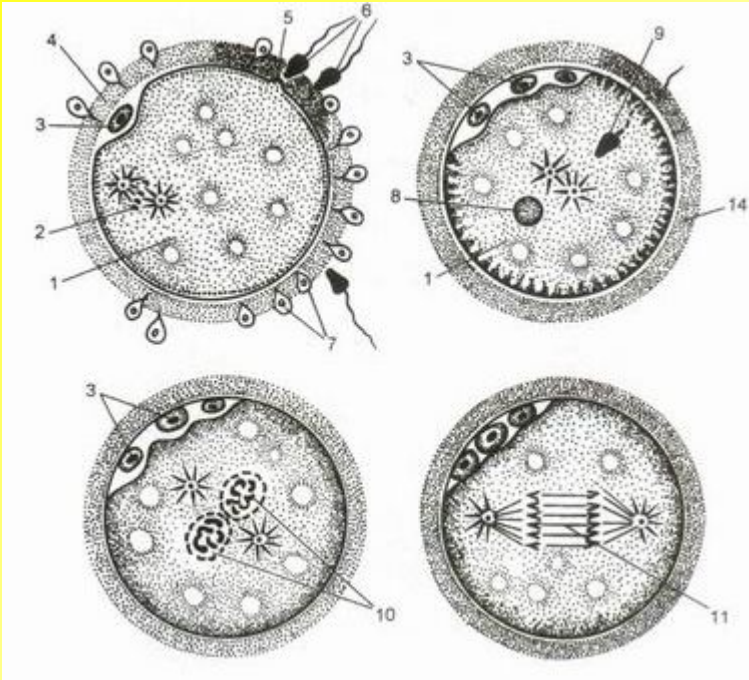
Оплодотворение



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).

Дайте определение терминам или раскройте понятия (одним предложением, подчеркнув важнейшие особенности):

1. Гаметогенез. 2. Гаметогонии. 3. Гаметоциты 1-го порядка. 4. Гаметоциты 2-го порядка. 5. Алецитальные, изолецитальные яйцеклетки. 6. Оогенез. 7. Сперматогенез. 8. Умеренно телолецитальные, резко телолецитальные яйцеклетки. 9. Анимальный и вегетативный полюса яйцеклетки 10. Партеногенез.