

Медицинский университет Астана  
Кафедра молекулярной биологии и медицинской генетики

# СРС

Презентация

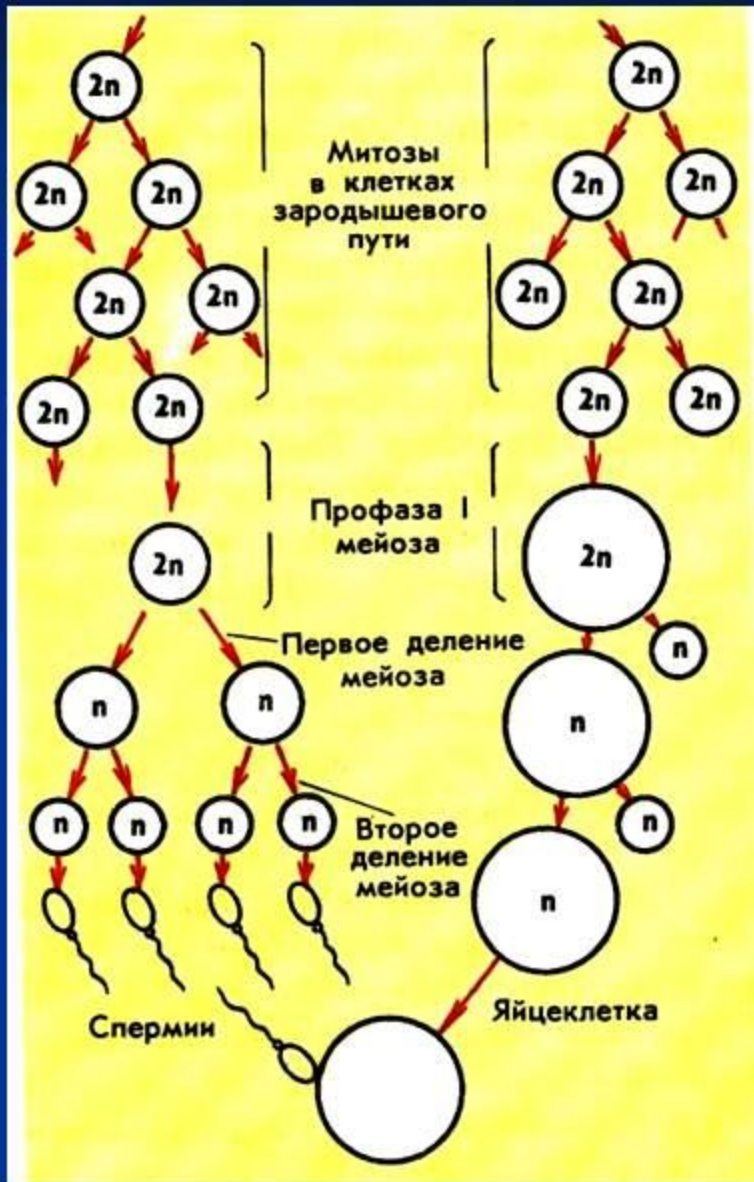
на тему: «Молекулярно-генетические механизмы  
гаметогенеза. Сперматогенез. Овогенез.»

Выполнила: Болтай А.Т  
145ОМ

Проверили: Сманова Г.Б

Астана 2018

# ГАМЕТОГЕНЕЗ



## ГАМЕТОГЕНЕЗ

■ **Сперматогенез** ♂  
(в семенниках)

■ **Оогенез** ♀  
(в яичниках)

Период размножения

(МИТОЗ)

■ В репродуктивный период

■ В эмбриональный период

Период роста  
(интерфаза)

■ Незначительный  
Спермацит 1-го  
порядка

■ Длительный период  
Ооцит 1-го  
порядка

Период созревания  
(мейоз)

■ Первое и второе  
мейотическое  
деление

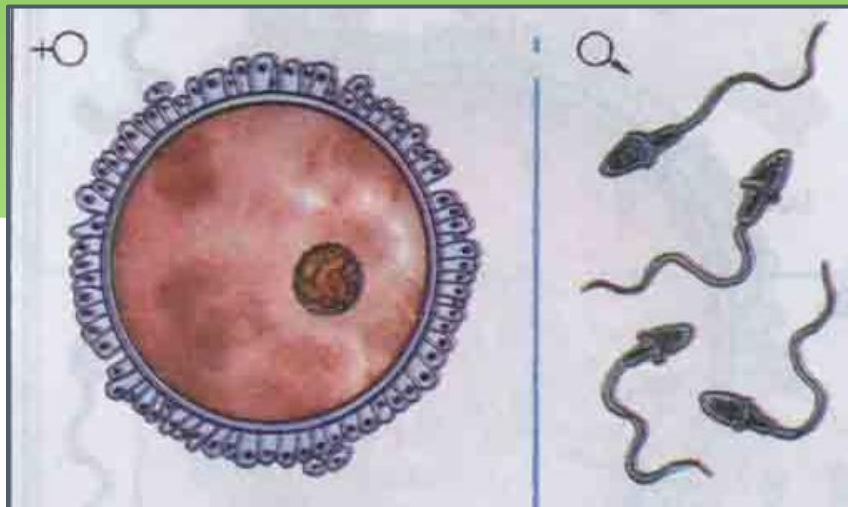
■ Первое и второе  
неравномерное  
мейотическое  
деление

■ 4 сперматозоида

■ 1 яйцеклетка

**Гаметогенез-Гаметогенез или предзародышевое развитие — процесс созревания половых клеток, или гамет. Поскольку в ходе гаметогенеза специализация яйцеклеток и спермиев происходит в разных направлениях, обычно выделяют овогенез и сперматогенез соответственно.**

**Гаметогенез закономерно присутствует в жизненном цикле ряда простейших, водорослей, грибов, споровых и голосеменных растений, а также многоклеточных животных. В некоторых группах гаметы вторично редуцированы (сумчатые и базидиевые грибы, цветковые растения). Наиболее подробно процессы гаметогенеза изучены у многоклеточных животных.**



\* **Сперматогенез** — развитие мужских половых клеток (сперматозоидов), происходящее под регулирующим воздействием гормонов. Одна из форм гаметогенеза.

- \* Сперматозоиды развиваются из клеток-предшественников, которые проходят редукционные деления (деления мейоза) и формируют специализированные структуры (акросома, жгутик и пр.). В разных группах животных сперматогенез различается. У позвоночных животных сперматогенез проходит по следующей схеме: в эмбриогенезе первичные половые клетки — гоноциты мигрируют в зачаток гонады, где формируют популяцию клеток, называемых сперматогониями. С началом полового созревания сперматогонии начинают активно размножаться, часть из них дифференцируется в другой клеточный тип — сперматоциты I порядка, которые вступают в мейоз и после первого деления мейоза дают популяцию клеток, называемых сперматоцитами II порядка, проходящих впоследствии второе деление мейоза и образующих сперматиды; путём ряда преобразований последние приобретают форму и структуры сперматозоида в ходе спермиогенеза.

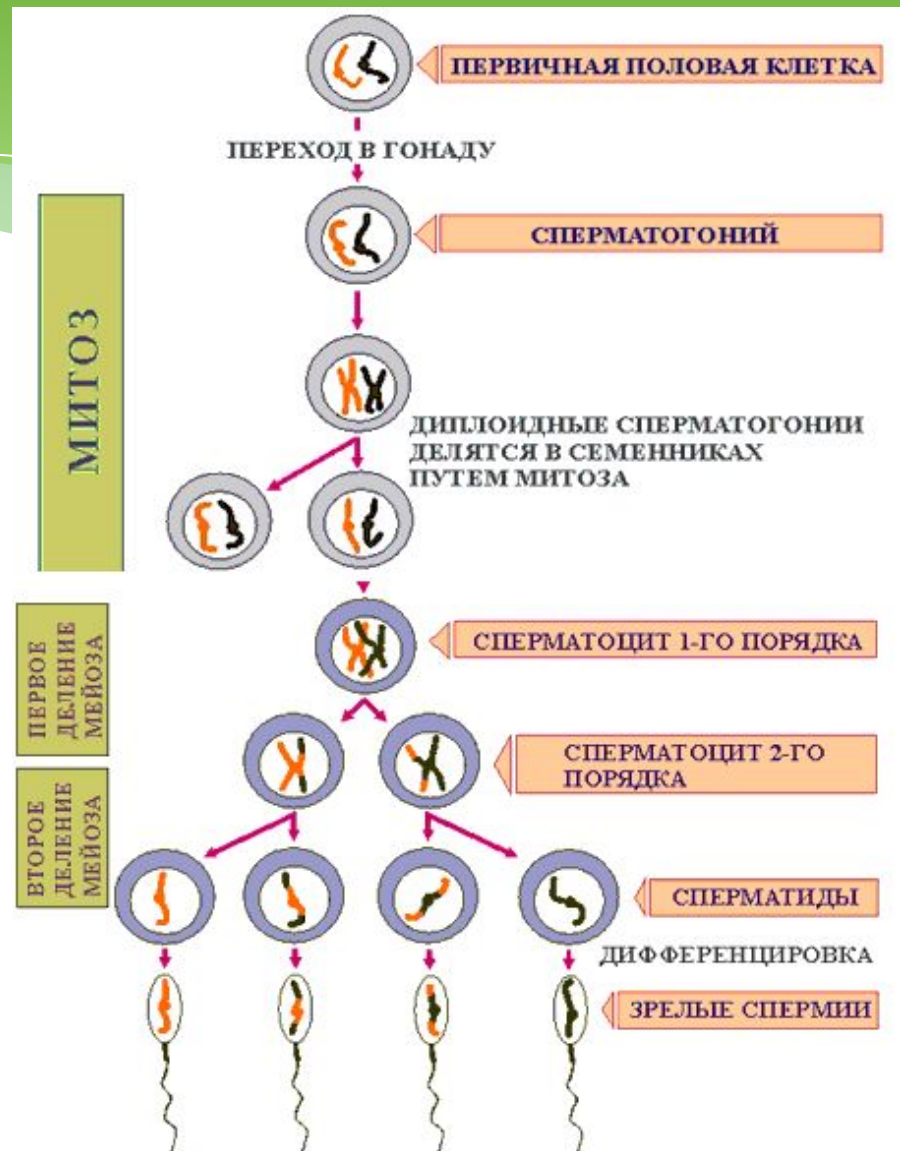


- \* У многоклеточных животных, размножающихся половым способом, онтогенез подразделяется на **эмбриональный** (от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек) и **постэмбриональный** (от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма) периоды. Зигота образуется в результате 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:

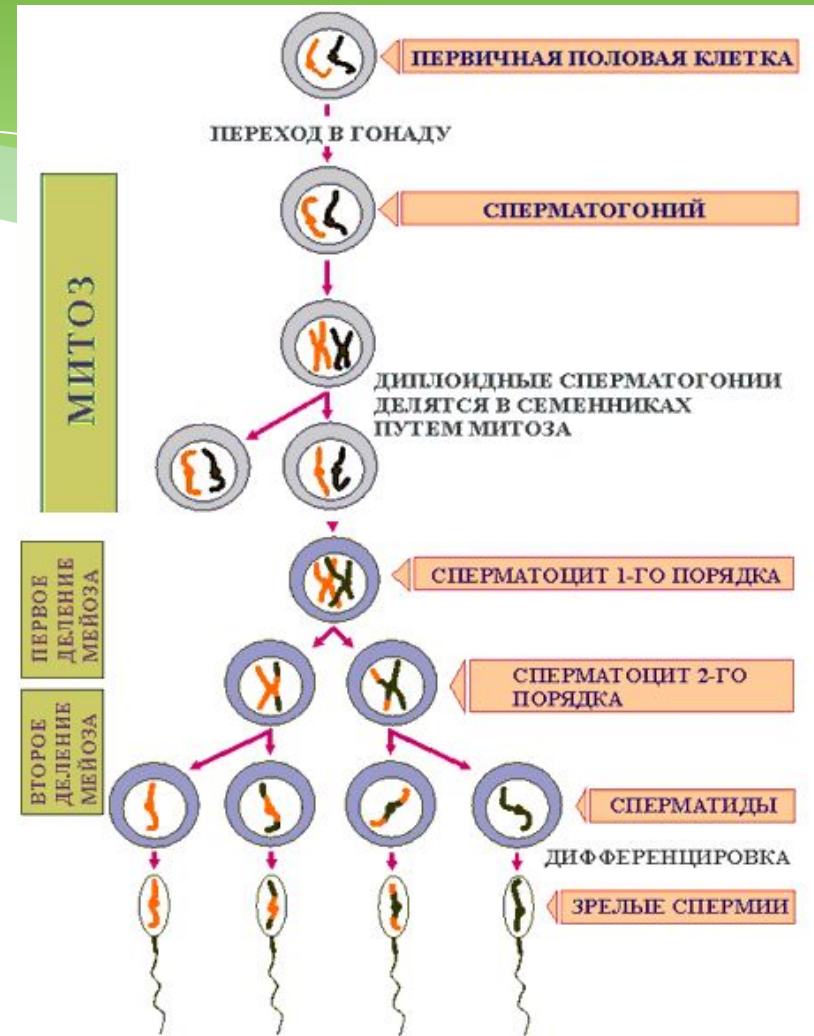
- 1) размножения,
- 2) роста,
- 3) созревания,
- 4) формирования.



# Сперматогенез

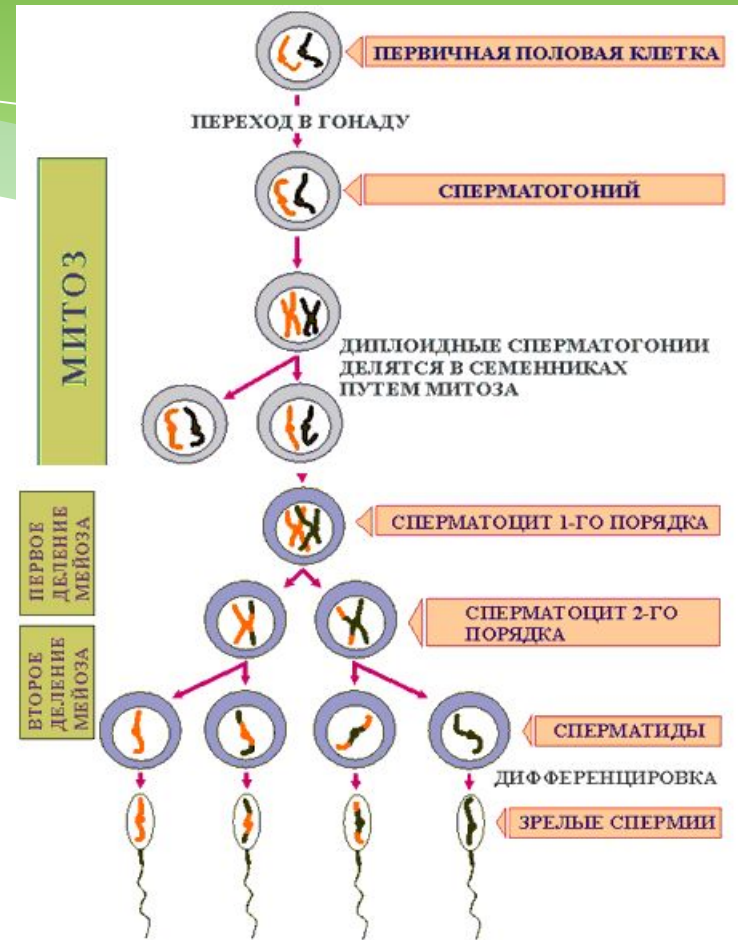
## Фаза роста в сперматогенезе

выделяется в определенной степени условно, поскольку она не связана, как в женском гаметогенезе, с накоплением питательных веществ для будущего зародыша, и по этой причине ее часто объединяют с третьей фазой сперматогенеза (фазой созревания) в одну, так называемую, мейотическую фазу. В мейотической фазе половая клетка (именуемая первичным сперматоцитом, или сперматоцитом 1-го порядка) проходит длинную профазу первого мейотического деления, которая у человека продолжается около 22 суток. Рост характеризуется небольшим увеличением объема сперматоцитов



# 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.





- \* 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.
- \* Перед вступлением в мейоз диплоидные половые клетки с генетическим набором  $2c2n$  (сперматогоний типа В и овогоний) в синтетическом периоде клеточного цикла удваивают количество ДНК и, соответственно, — количество субъединиц хромосом. Их ядерная формула может быть представлена как  $4c2n$ .

\* Собственно мейоз включает два последовательных деления созревания, протекающих без интерфазы и количественного изменения генетического материала. Первое деление именуется редукционным, второе — эквационным. В сперматогенезе исходная половая клетка, вступающая в мейоз, носит название сперматоцита 1-го порядка (первичного сперматоцита), в овогенезе — овоцита 1-го порядка. Ответственным этапом мейоза является профазы первого деления. В спермато- и овогенезе она включает стадии лептотены, зиготены, пахитены, диплотены и диакинеза.

\* При этом в пахитене происходит обмен генами и группами генов между гомологичными хромосомами (кроссинговер). Значение последнего состоит в формировании качественного разнообразия генофонда половых клеток и в последующем — развивающихся из них организмов. Следует отметить, что в профазе 1-го деления мейоза многие половые клетки погибают из-за сложности происходящих процессов.

\* В сперматогенезе профазы непосредственно продолжается в последующие стадии первого деления мейоза. В овогенезе половые клетки останавливаются в стадии диакинеза под влиянием мейоз-ингибирующей субстанции и могут пребывать в ней разное число лет. В этой связи стадия диакинеза в овогенезе именуется стационарной стадией профазы первого деления мейоза. Разные женские половые клетки выходят из стационарного состояния и продолжают свое развитие в разные периоды репродуктивного возраста, многие погибают, так и не реинициировав мейоз. Фактором, стимулирующим продолжение мейоза, является мейоз-стимулирующая субстанция, которая как и мейоз-ингибирующая, синтезируется соматическими (фолликулярными) клетками овариальных фолликулов, в окружении которых развиваются женские половые клетки.

\* В процессе первого мейотического деления в каждую дочернюю клетку расходуется по одной гомологичной двойной хромосоме от каждого бивалента. Иными словами, каждая дочерняя клетка получает гаплоидный набор хромосом, в связи с чем первое деление именуется редукционным. Каждая из хромосом этих клеток, однако, состоит из двух хроматид (ядерная формула клеток  $2c1n$ ). В сперматогенезе телофаза завершается неполной цитотомией и образующиеся клетки — сперматоциты 2-го порядка — также остаются связанными друг с другом цитоплазматическими мостиками (формируется синцитий). Далее следует второе деление созревания — эквационное, протекающее как обычный митоз. Однако, в отличие от чередования митозов соматических клеток здесь отсутствует отчетливая интерфаза и клетки переходят от первого деления мейоза ко второму делению мейоза без деконденсации хроматина и удвоения содержания ДНК. В образующиеся дочерние клетки расходятся хроматиды от каждой из метафазных хромосом, таким образом, клетки получают истинно гаплоидный набор генетического материала (ядерная формула сперматид 2-го порядка). В результате мейоза в сперматогенезе из одной исходной сперматогонии образуется 4 дифференцированные половые клетки — сперматиды, которые теряют синцитиальные связи. Половина образующихся сперматид содержит Y-половую хромосому, другая половина — X-хромосому.

# 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.

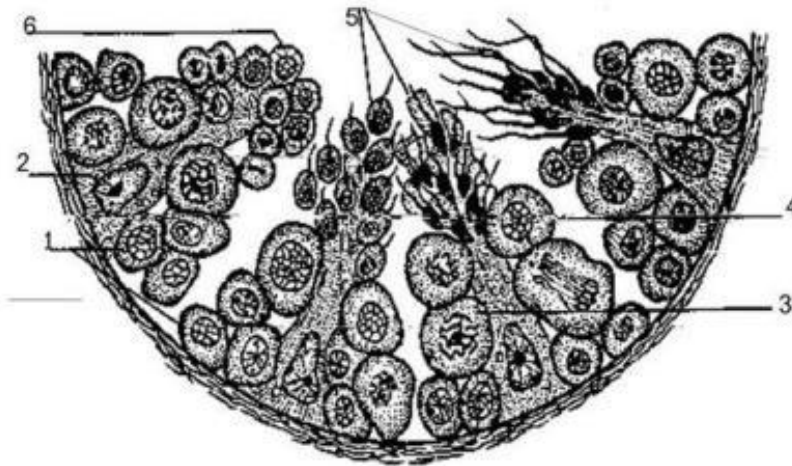


Схема среза извитого семенного канальца.  
1 – сперматогенный эпителий; 2 – клетка Сертоли; 3 – сперматоцит 1 порядка; 4 – сперматоцит 2 порядка; 5 - сперматозоиды в разной стадии созревания; 6 - сперматиды

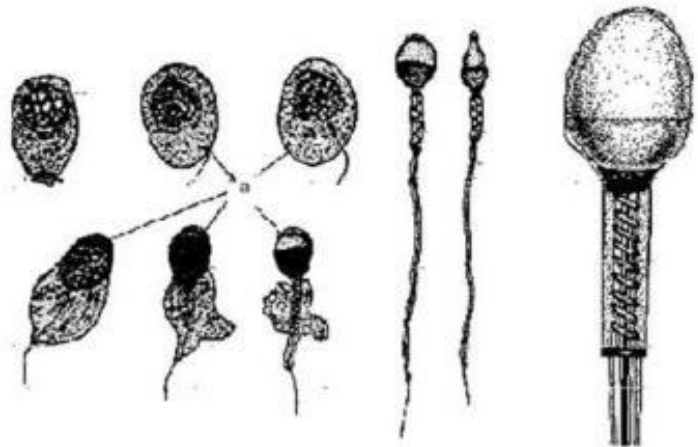
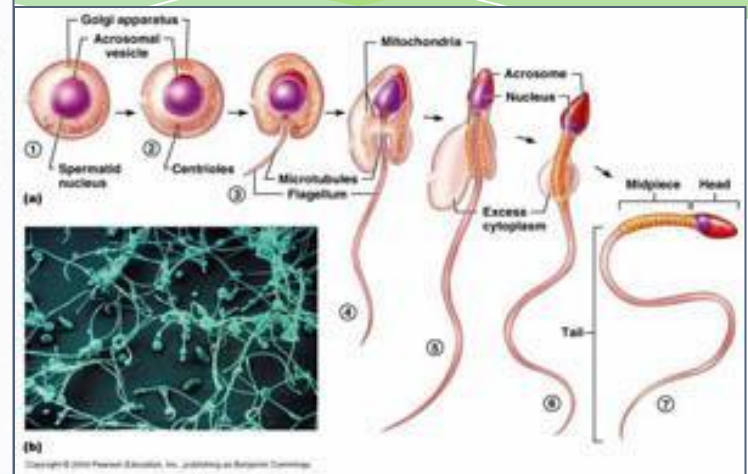
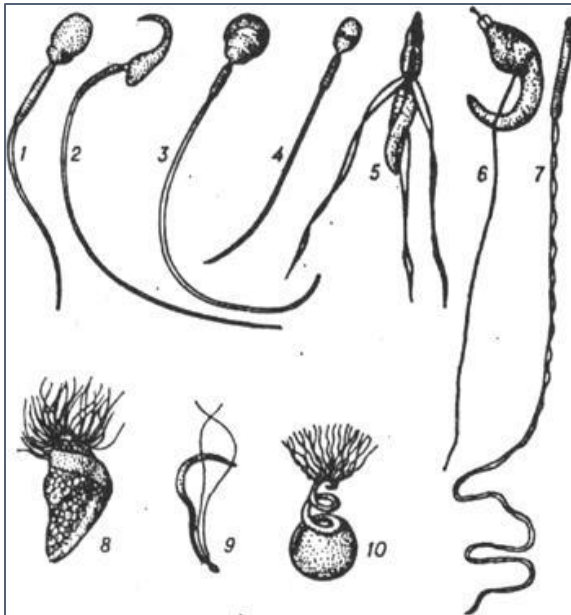


Схема строения сперматозоидов  
а - процесс формирования сперматозоидов

# 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. Термин введен Бэрром в 1827 году.

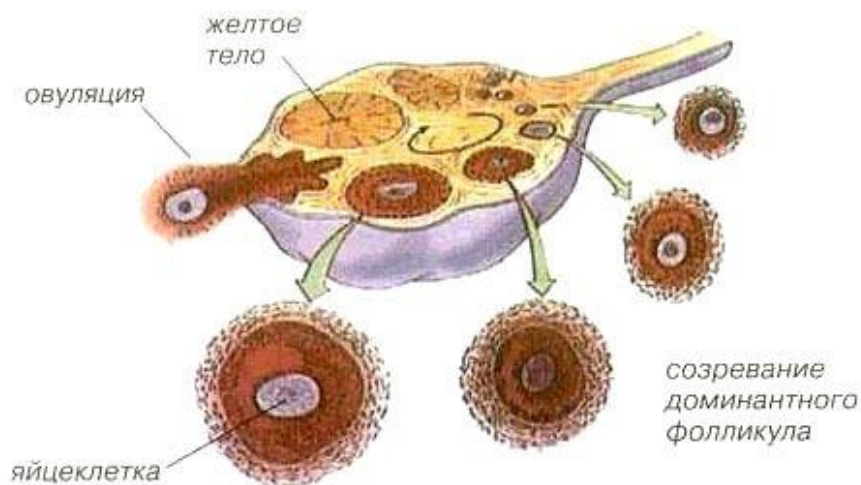
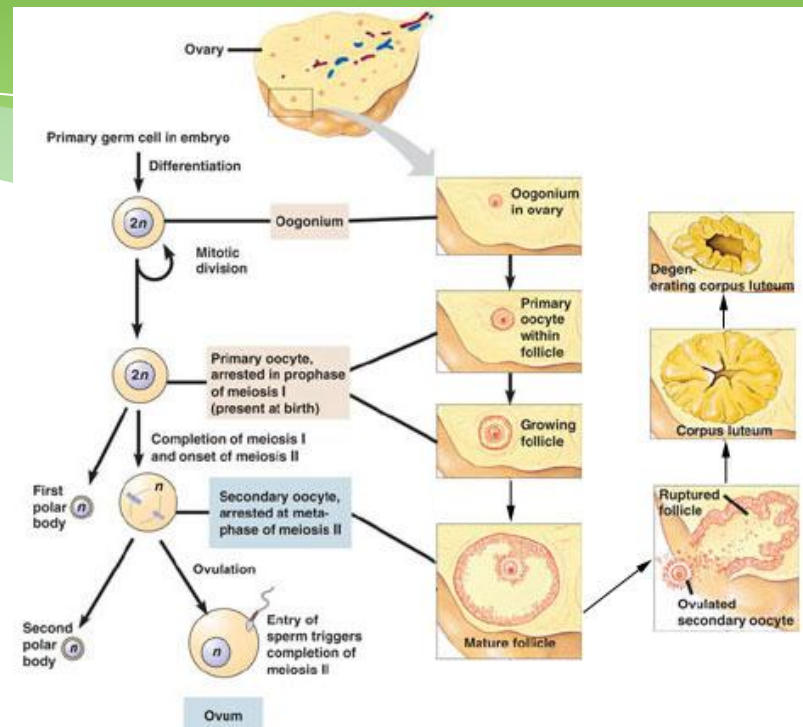


**Сперматозоиды:** 1 - кролика; 2 - крысы; 3 - морской свинки; 4 - человека; 5 - десятиногого рака; 6 - паука; 7 - жука; 8 - хвоща; 9 - мха; 10 - папоротника.

# Овогенез

Осуществляется в яичниках, подразделяется на три фазы:

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



# Овогенез

Овогенез — это процесс образования женских половых гамет, идет по той же схеме, что и сперматогенез, но с некоторыми существенными отличиями.

В результате неравномерного распределения цитоплазмы как при первом, так и при втором делениях мейоза только в одной клетке оказывается большой запас питательных веществ, необходимых для развития будущего зародыша. Следовательно, образуется только одна зрелая яйцеклетка с гаплоидным набором хромосом ( $n$ ) и три маленькие клеточки, которые впоследствии исчезают. При овогенезе наряду с мейозом происходит так называемое созревание яйцеклетки, во время которого значительно увеличивается ее объем.



# Овогенез

Овогенез (лат. ovum — яйцо + греч. genesis — зарождение, происхождение, развитие), процесс развития женских половых клеток (гамет), заканчивающийся формированием яйцеклеток. У женщины в течение менструального цикла созревает лишь одна яйцеклетка. Процесс овогенеза имеет принципиальное сходство со сперматогенезом и также проходит через ряд стадий: размножения, роста и созревания. Яйцеклетки образуются в яичнике, развиваясь из незрелых половых клеток — овогониев, содержащих диплоидное число хромосом. Овогонии, подобно сперматогониям, претерпевают последовательные митотические деления, которые завершаются к моменту рождения плода. Затем наступает период роста овогониев, когда их называют овоцитами I порядка. Они окружены одним слоем клеток — гранулёзной оболочкой — и образуют так называемые примордиальные фолликулы. Плод женского пола накануне рождения содержит около 2 млн. этих 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. Полярные тельца, представляющие собой мелкие клетки, не играют роли в овогенезе и в конечном счёте разрушаются. 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.

# 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

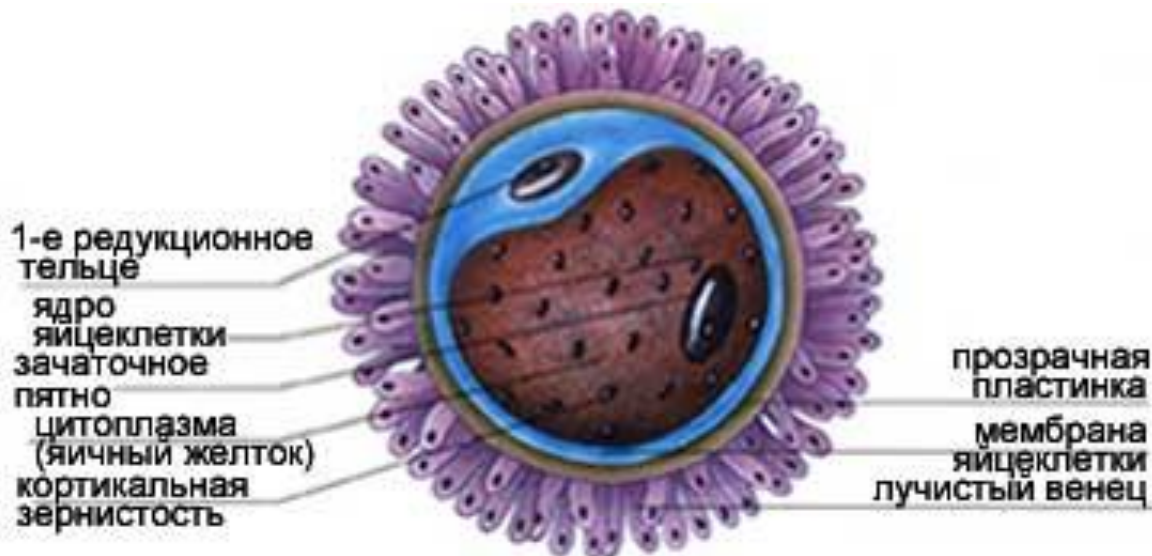
В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости, процесс образования яйцеклеток у человека начинается еще в эмбриональном периоде и течет прерывисто. У зародыша полностью осуществляются фазы размножения и роста и начинается фаза созревания. К моменту 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.

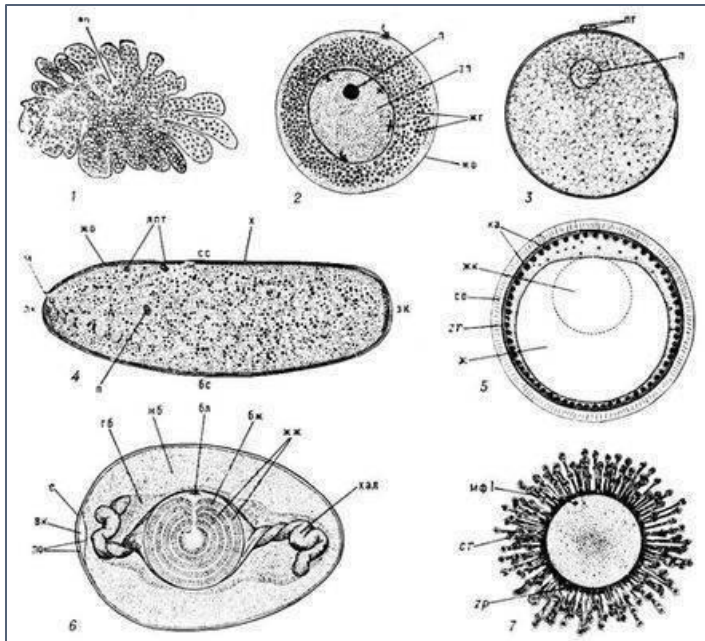


# Строение яйцеклеток

- \* 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

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.

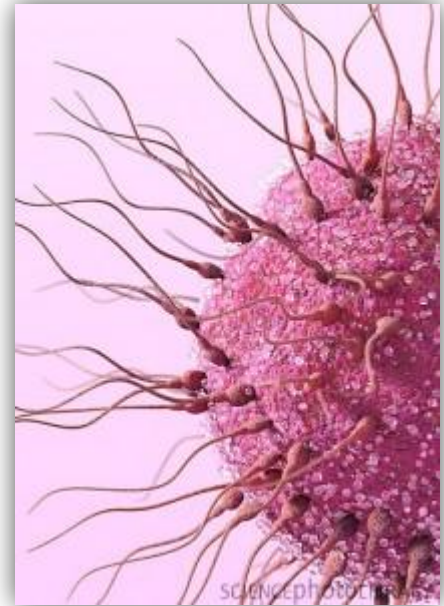
# Оплодотворение

**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).





# Список использованной литературы:

<http://meduniver.com/Medical/gistologia>

<http://ru.wikipedia.org>

<http://edu.glavsprav.ru/info/ovogenez>

<http://emed.nextday.su>

<http://vocabulary.ru/dictionary/978/word/gametogenez>

<http://www.4medic.ru>