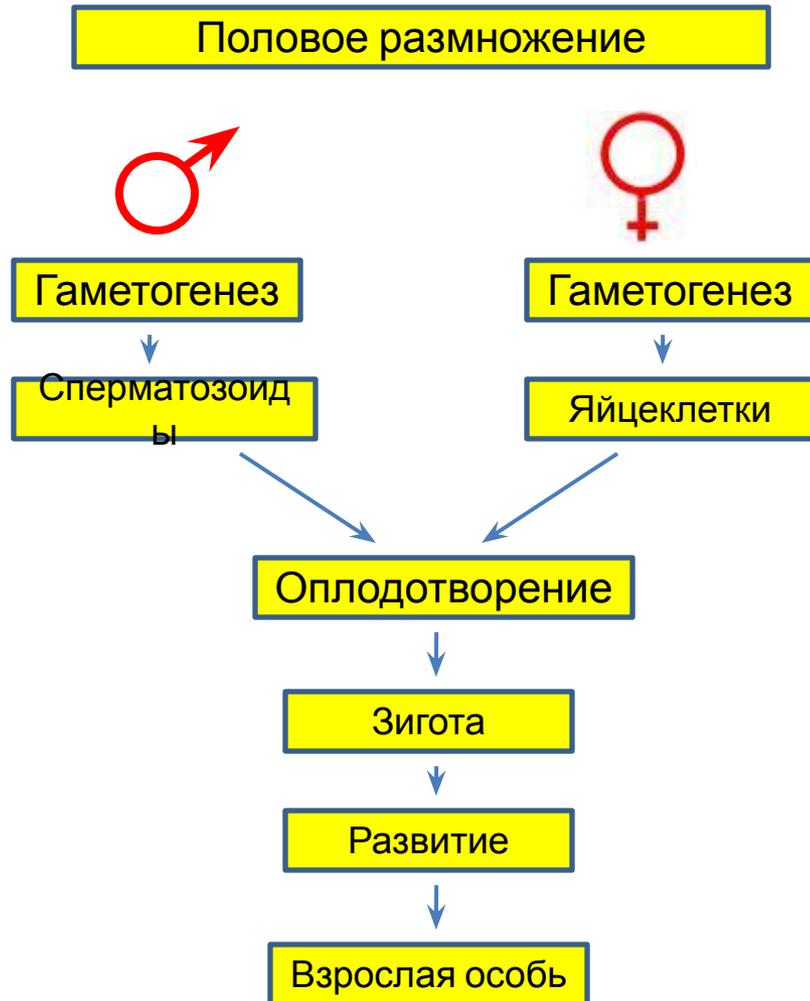


Размножение, рост и развитие организмов



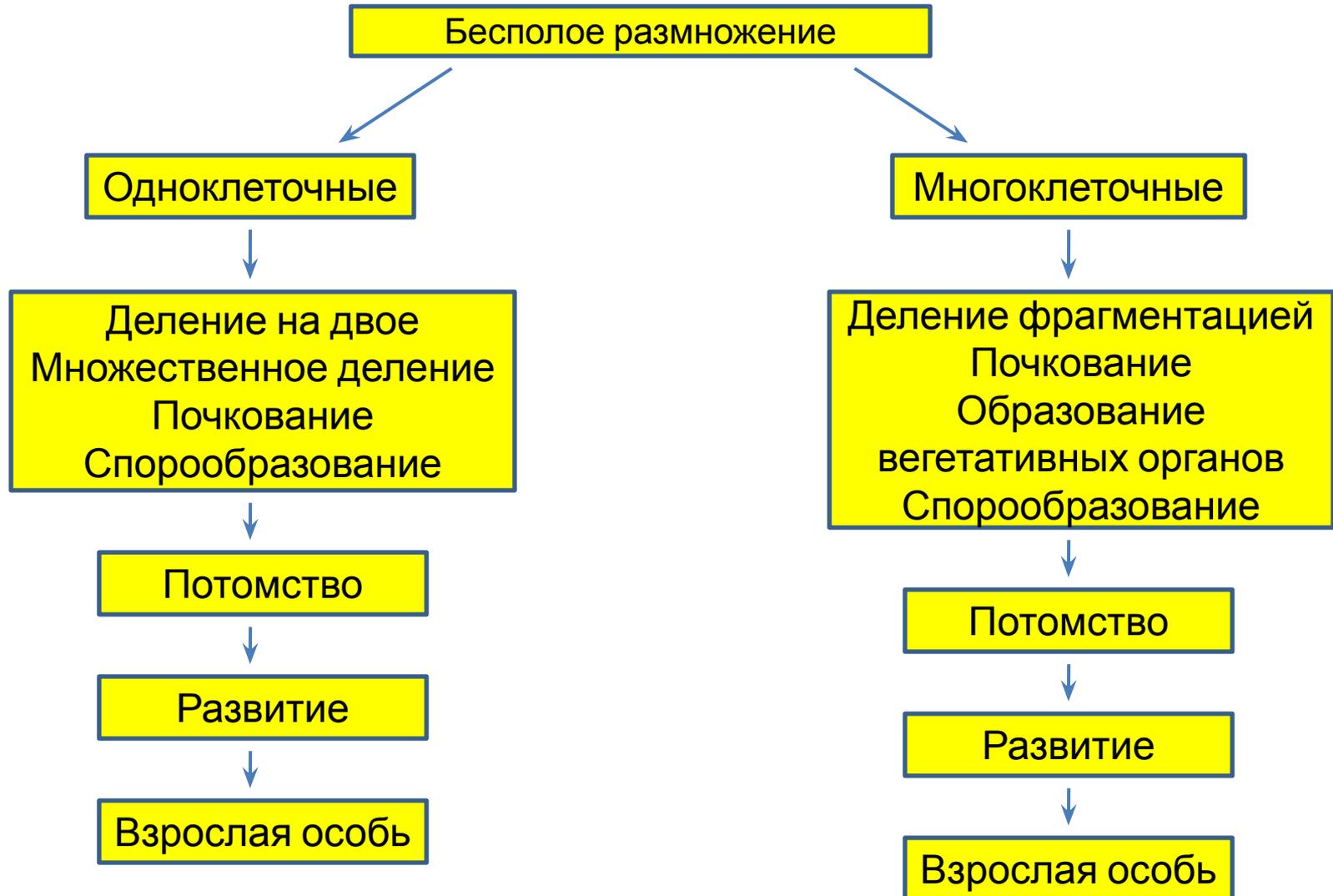
Размножение – это свойство организмов производить потомство или способность организмов к самовоспроизведению. Являясь важнейшим свойством живого, размножение обеспечивает непрерывность жизни, продолжение существования видов.



При всём многообразии способов размножения выделяют два основных : **половое и бесполое.**

В половом размножении участвуют два родителя, каждый из которых имеет собственную репродуктивную систему и продуцирует половые клетки – **гаметы**, которые после слияния образуют **зиготу**, дифференцирующуюся потом в эмбрион.

Бесполое размножение представляет собой процесс в котором участвует лишь один родитель. Этот тип размножения характерен как для растений, так и для животных. Оно встречается у бактерий, растений, простейших, кишечнополостных.



При бесполом размножении различают вегетативное и размножение спорообразованием. При **вегетативном размножении** из части, отделившейся от материнского организма, развивается новый организм. У растительных организмов этот тип размножения осуществляется черенками, луковицами, листьями и т.д. Организмы, развивающиеся из одной клетки, обладают всеми свойствами исходного организма. Такой тип называется **клональное размножение**. **Размножение спорообразованием** связано с образованием специализированных клеток – спор, которые содержат ядро, цитоплазму, покрыты плотной оболочкой и способны к длительному существованию в неблагоприятных условиях.



Вегетативное размножение у растений



Споры и нить капиллиция у миксомицета
Trichia decipiens

Половое размножение встречается как у одноклеточных, так и многоклеточных организмов. Оно заключается в пересортировке генов и способствует появлению разнообразия организмов и появлению более конкурентоспособных форм. У одноклеточных половое размножение существует в нескольких формах. У бактерий оно называется **конъюгацией**, заключающееся в передаче плазмидной или хромосомной ДНК от клетки-донора к клетке-реципиенту.



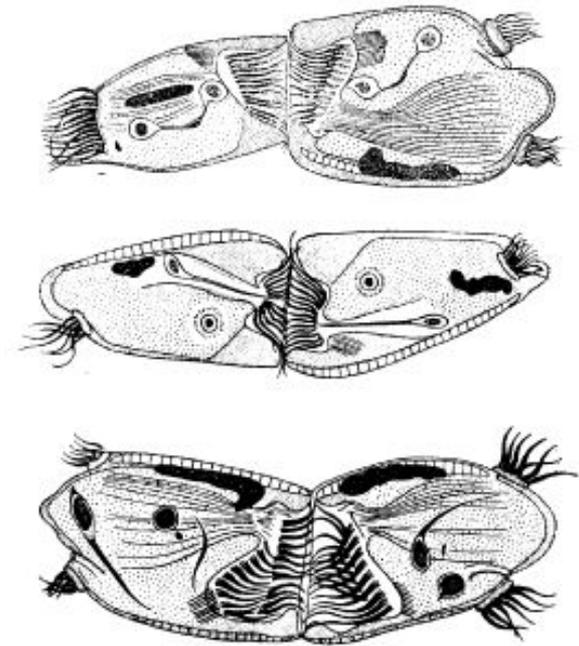
Конъюгация у бактерий

Конъюгация встречается и у инфузорий, у которых во время этого процесса происходит переход ядер от одних ядер к другим, после чего следует процесс деления последних. У простейших также наблюдается форма полового процесса, называемая **копуляцией**. В этом случае происходит слияние двух особей, которые являются гаметами, в одну (споровая форма).

Наблюдается конъюгация и у водорослей. Например, часто в процессе размножения конъюгируют нитчатые водоросли.

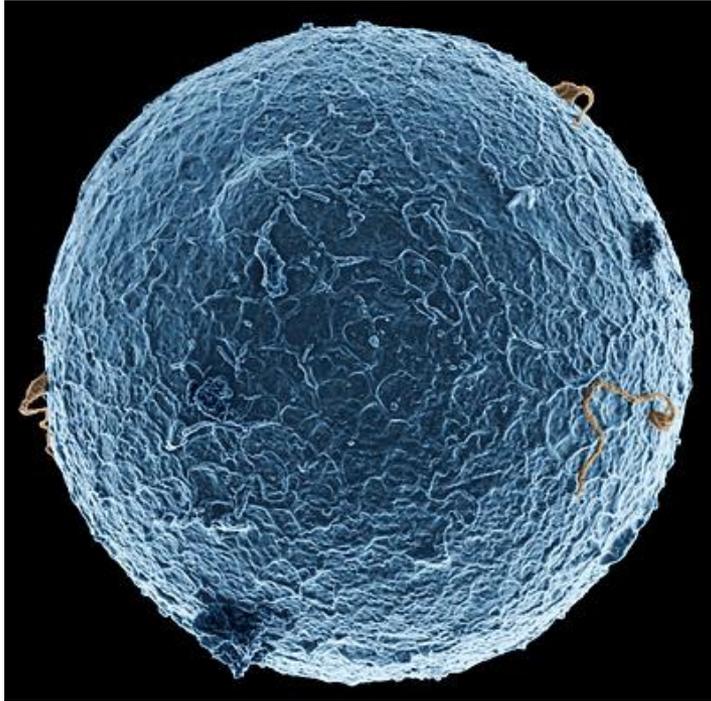


Конъюгация нитчатой водоросли спирогиры

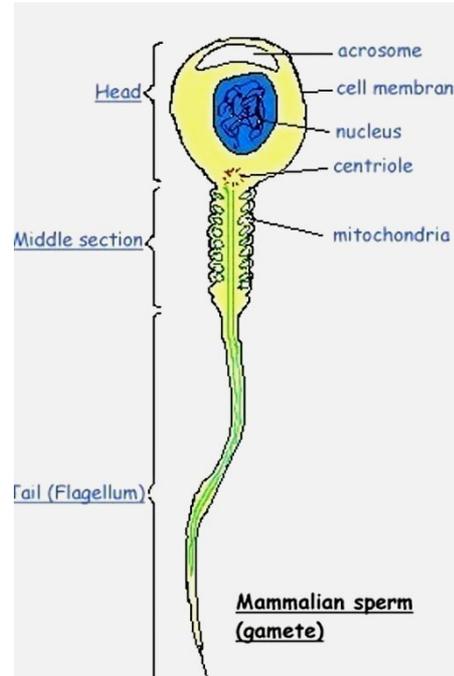


Конъюгация у инфузорий

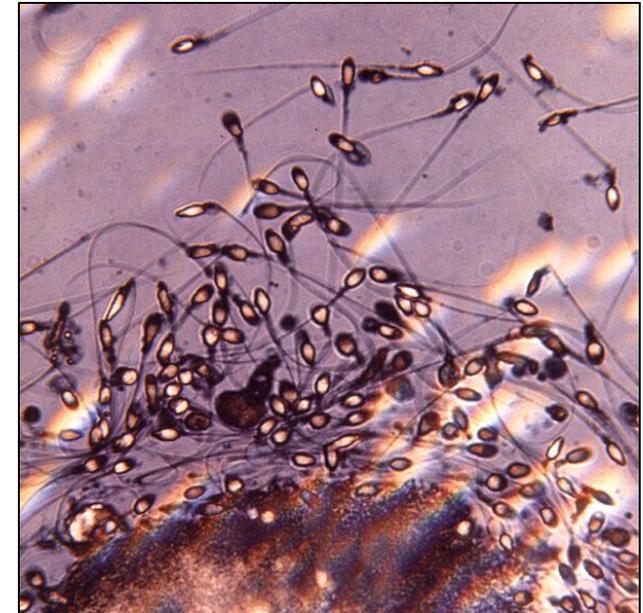
У многоклеточных половое размножение происходит через образование женских и мужских половых клеток – яйцеклеток и сперматозоидов с последующим их слиянием и образованием **зиготы**. Между соматическими и половыми клетками животных существует важное различие. Соматические клетки несут двойной набор хромосом ($2n$), они способны к делению, и кроме того из них образуются половые клетки. Диплоидные соматические клетки, из которых образуются мужские половые клетки, называются **сперматогониями**, а соматические клетки дающие женские гаметы – **овогониями**. Половые клетки имеют одинарный набор хромосом ($1n$), не делятся, но начинают репродукцию целого организма. Процесс образования (роста и дифференцировки) мужских и женских половых клеток называется **гаметогенез**.



Яйцеклетка – женская гамета



Сперматозоиды – мужские гаметы

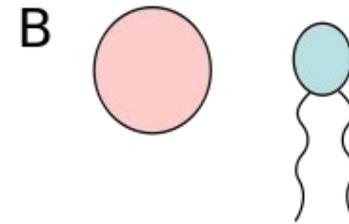
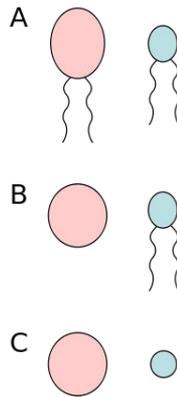
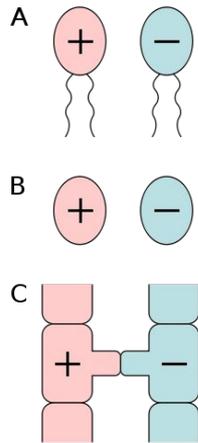


Гаметообразование у животных происходит в процессе мейоза. У многих водорослей и всех высших растений гаметы развиваются в гаметофите, уже обладающим одинарным набором хромосом, и получают простым митотическим делением.

Вследствие различия возникающих гамет между собой выделяют несколько типов гаметообразования: **изогамия** — гаметы одинакового размера и строения, со жгутиками

анизогамия — гаметы различного размера, но сходного строения, со жгутиками

оогамия — гаметы различного размера и строения.



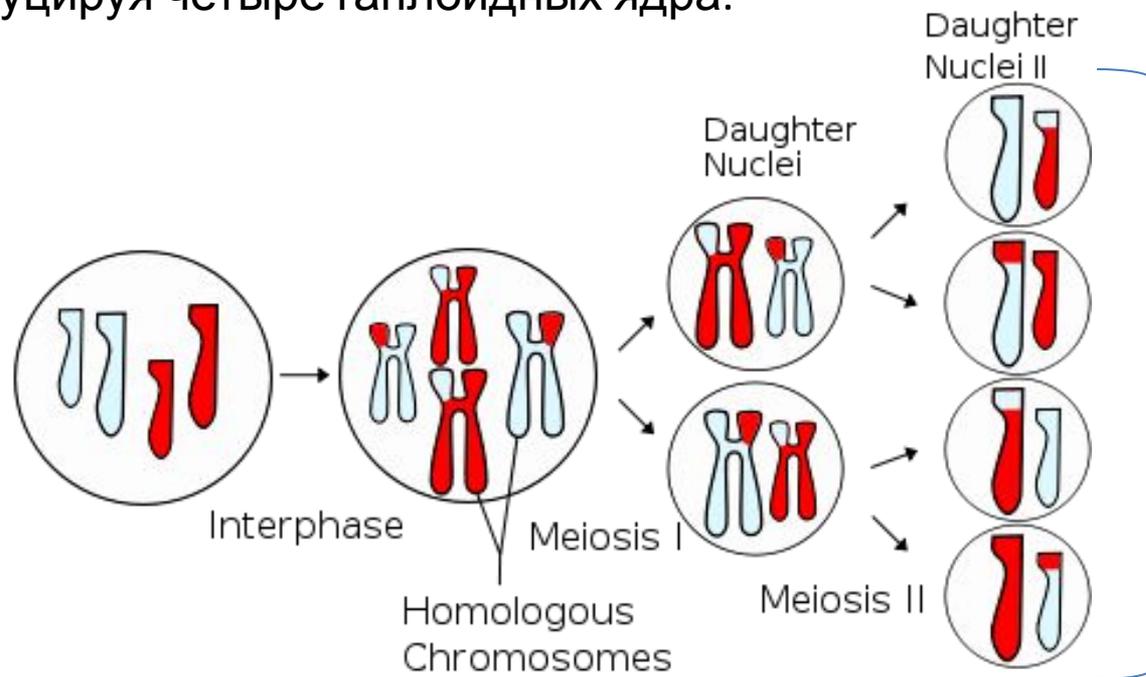
Оогамия: гаметы резко отличаются друг от друга по размерам и форме.

Различные формы изогамии:
 А) изогамия подвижных гамет,
 В) изогамия неподвижных гамет,
 С) конъюгация

Анизогамия: А) обе клетки имеют жгутики, В) жгутики только у сперматозоида, С) гаметы без жгутиков

Гаметогенез

Гаметогенез – это образование половых клеток – гамет. Этот процесс основан на **мейозе** – редукционном делении ядер клеток при котором происходит уменьшение числа хромосом. Мейоз состоит из двух делений клеточного ядра. Первое мейотическое деление ядра разделяет членов каждой пары гомологичных хромосом после того, как они спарились одна с другой и обменялись генетическим материалом (кроссинговер). В результате этого разделения образуется два гаплоидных ядра. Второе мейотическое деление разделяет две продольные половины хромосом в каждом из этих ядер, продуцируя четыре гаплоидных ядра.



Четыре гаплоидных ядра – результат мейоза

Профаза I — профаза первого деления очень сложная и состоит из 5 стадий:

Фаза **лептонема** — конденсация ДНК с образованием хромосом в виде тонких нитей.

Зигонема — конъюгация гомологичных хромосом с образованием структур, состоящих из двух соединённых хромосом, называемых тетрадами или бивалентами.

Пахинема — кроссинговер, обмен участками между гомологичными хромосомами; гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.

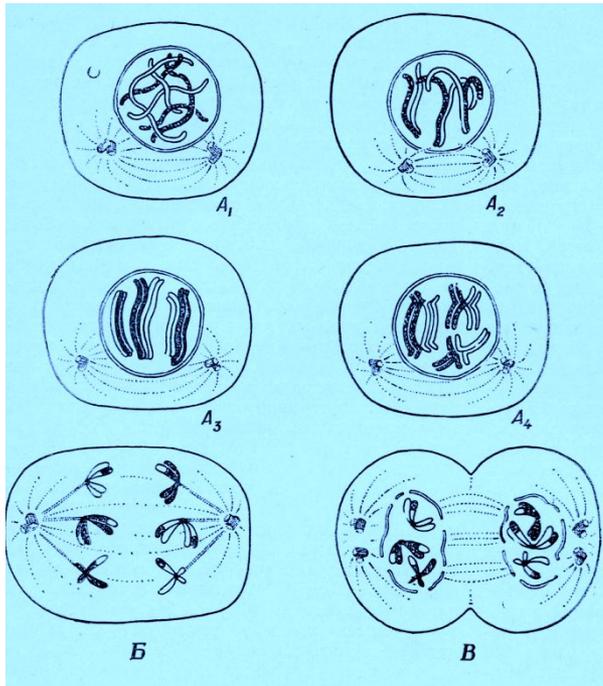
Диплонема — происходит частичная деконденсация хромосом, при этом часть генома может работать, происходят процессы транскрипции (образование РНК), трансляции (синтез белка); гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.

Диакинез — ДНК снова максимально конденсируется, синтетические процессы прекращаются, растворяется ядерная оболочка; гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.

Метафаза I — бивалентные хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки.

Анафаза I — микротрубочки сокращаются, биваленты делятся и хромосомы расходятся к полюсам. Важно отметить, что, из-за конъюгации хромосом в зигонеме, к полюсам расходятся целые хромосомы, состоящие из двух хроматид каждая, а не отдельные хроматиды, как в митозе.

Телофаза I — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.



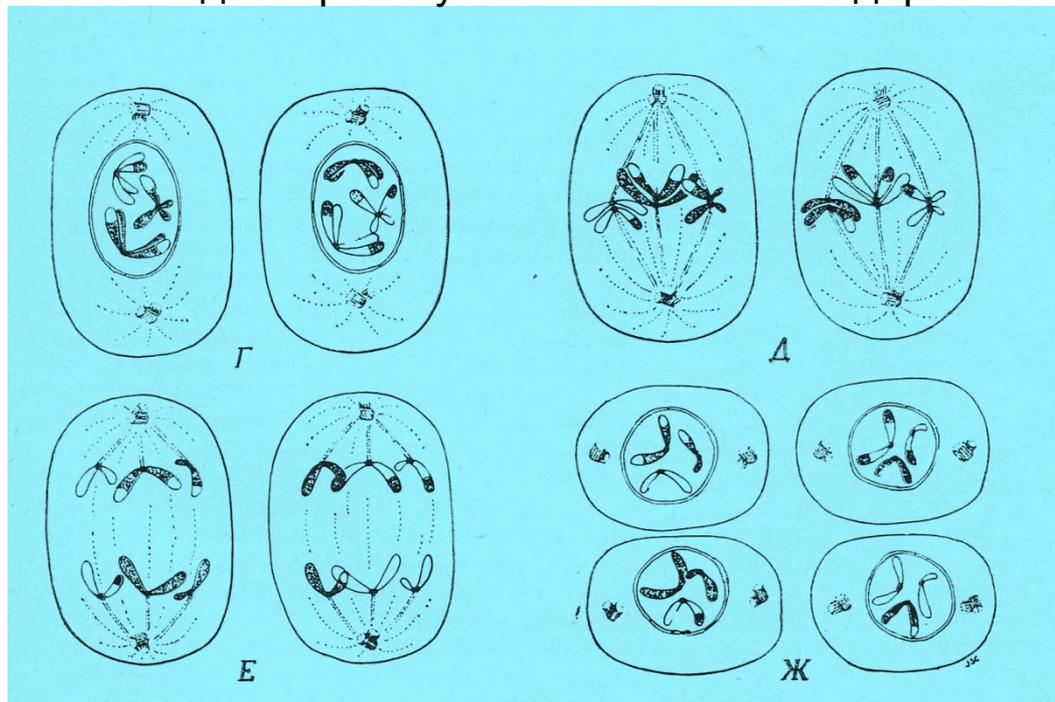
Второе деление мейоза следует непосредственно за первым, без выраженной интерфазы: S-период отсутствует, поскольку перед вторым делением не происходит репликации ДНК.

Профаза II — происходит конденсация хромосом, клеточный центр делится и продукты его деления расходятся к полюсам ядра, разрушается ядерная оболочка, образуется веретено деления.

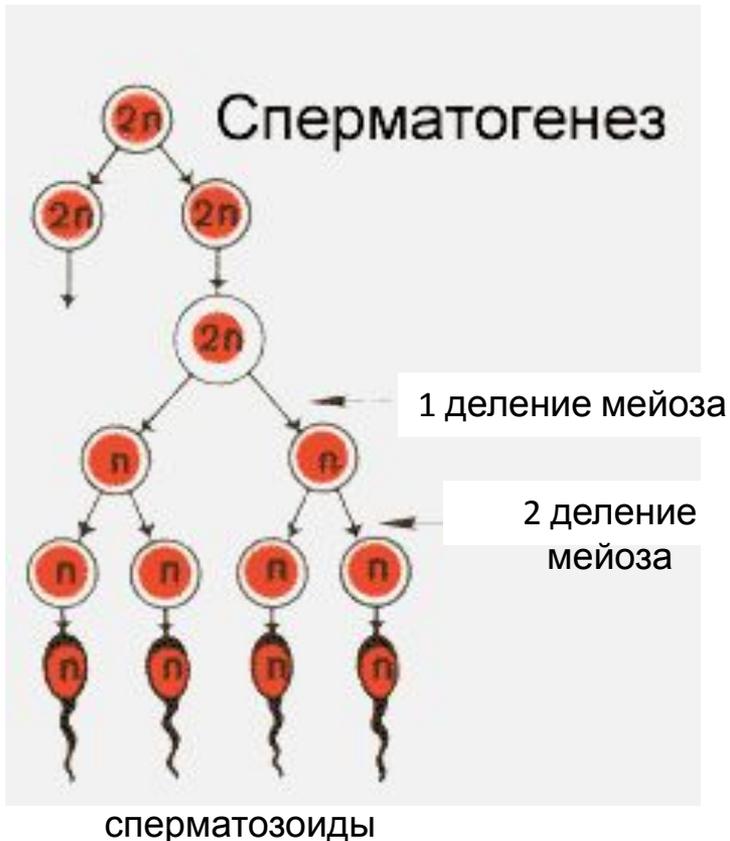
Метафаза II — унивалентные хромосомы (состоящие из двух хроматид каждая) располагаются на «экваторе» (на равном расстоянии от «полюсов» ядра) в одной плоскости, образуя так называемую метафазную пластинку.

Анафаза II — униваленты делятся и хроматиды расходятся к полюсам.

Телофаза II — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.

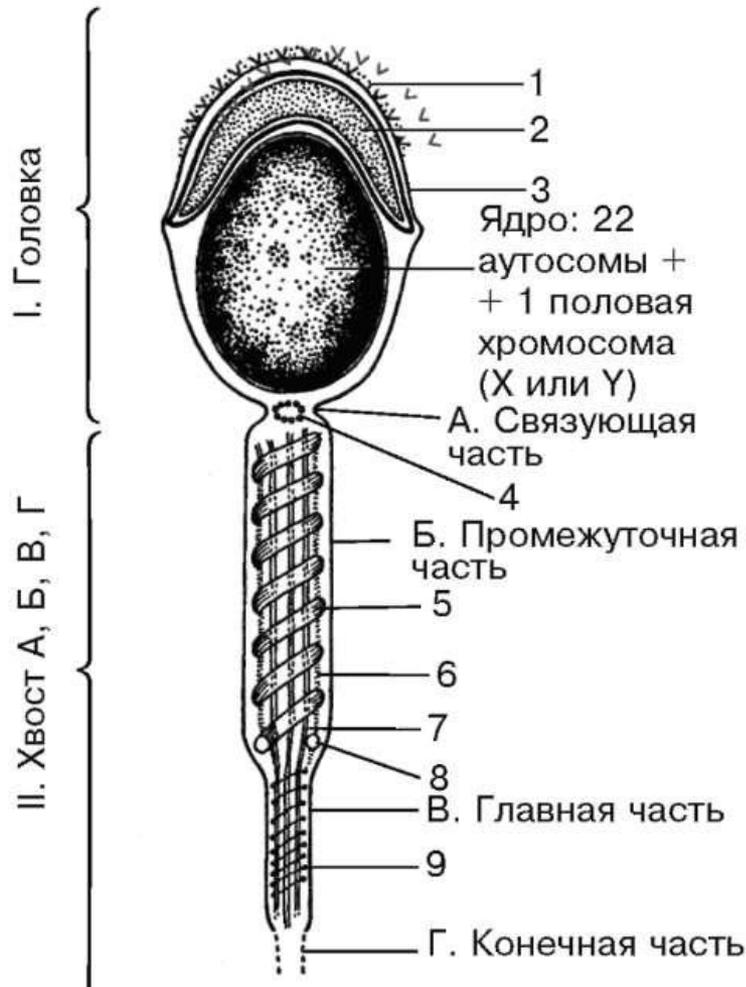


В процессе гаметогенеза происходит дифференциация яйцеклеток (овогенез) и сперматозоидов (сперматогенез). Образование сперматозоидов происходит в семенниках. Стенки канальцев семенников выстланы первичными неспециализированными половыми клетками – **сперматогониями**. В эмбриональный период сперматогонии делятся митотически, давая начало дополнительным сперматогониям. После наступления половой зрелости некоторые из сперматогониев вступают в сперматогенез, состоящий из серии превращений, ведущих к образованию зрелых сперматозоидов.



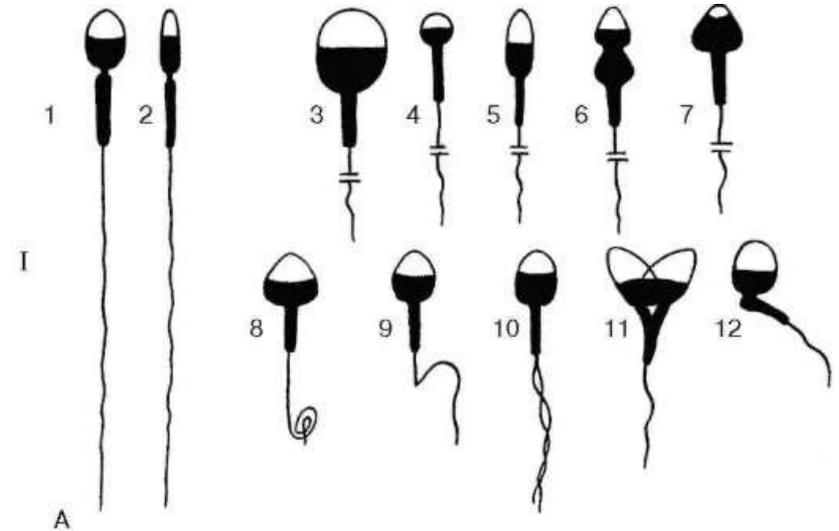
Сперматогонии вырастают и превращаются в **сперматоцитов первого порядка**, после чего они приступают к 1-е мейотическому делению, дающему начало двум одинаковым клеткам – **сперматоцитам второго порядка**. В них происходит 2-е мейотическое деление, в результате которого образуются 4 одинаковых **сперматиды**. Сперматиды проходят дифференцировку без клеточного деления, в результате которой сбрасывают большую часть цитоплазмы, формируют локомоторный орган, и образуют **акросому** которая помогает сперматозоиду прокалывать оболочку яйцеклетки.

Строение мужской половой клетки - сперматозоида



I - головка; II – хвост

1 - рецептор; 2 - акросома; 3 - «чехлик»; 4 - проксимальная центриоль; 5 - митохондрия; 6 - слой упругих фибрилл; 7 - аксонема; 8 - терминальное кольцо; 9 - циркулярные фибриллы



Аномалии сперматозоидов

Яйцеклетки развиваются в яичниках из незрелых половых клеток – **овогоний**. На ранних стадиях развития организма овогонии размножаются простым митотическим делением и содержат диплоидное число хромосом. В процессе развития овогонии окружаются слоем фолликулярных клеток и превращаются в **овоциты**. Эти овоциты остаются на стадии профазы в течение многих лет. К моменту рождения организма **овоциты первого порядка** претерпевают 1-е мейотическое деление. При этом цитоплазма делится на две неравные части, так что образуется одна нормальная (**овоцит второго порядка**) клетка и полярное тельце – **полоцит**, содержащее только ядро.

При втором мейотическом делении овоциты второго порядка снова делятся на две неравные части, образуя крупную **овотиду** и маленький второй полярцит. Овотида растёт и превращается в яйцелетку, а три маленьких полярцита дегенерируют. Неравные деления цитоплазмы обеспечивают зрелой яйцеклетке достаточное количество цитоплазмы и запасного желтка.

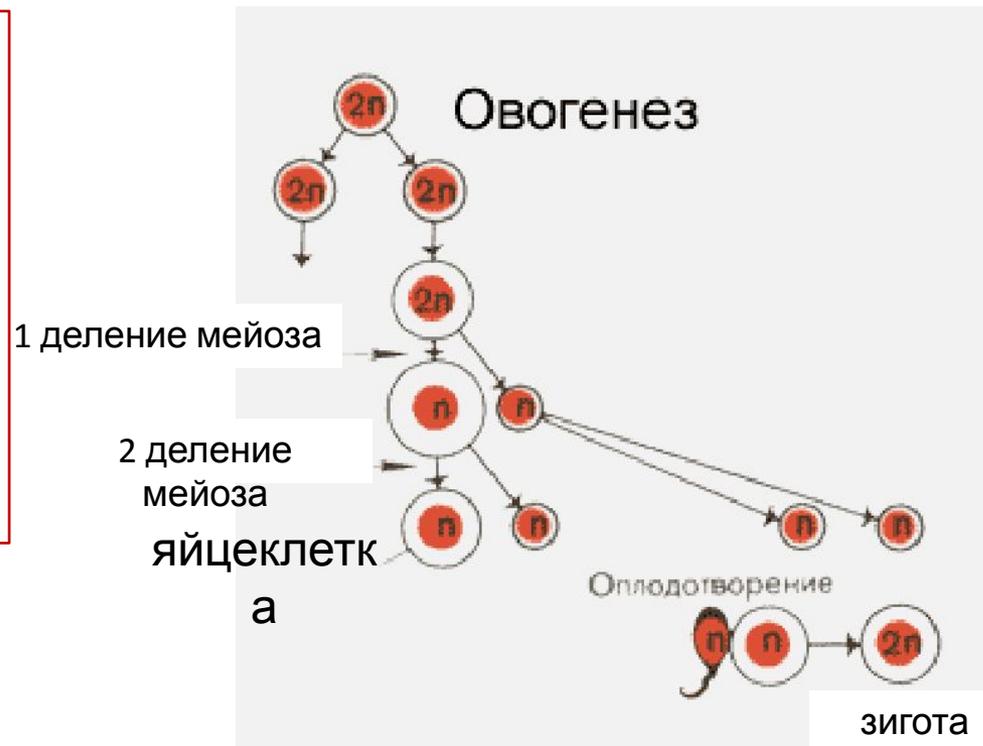
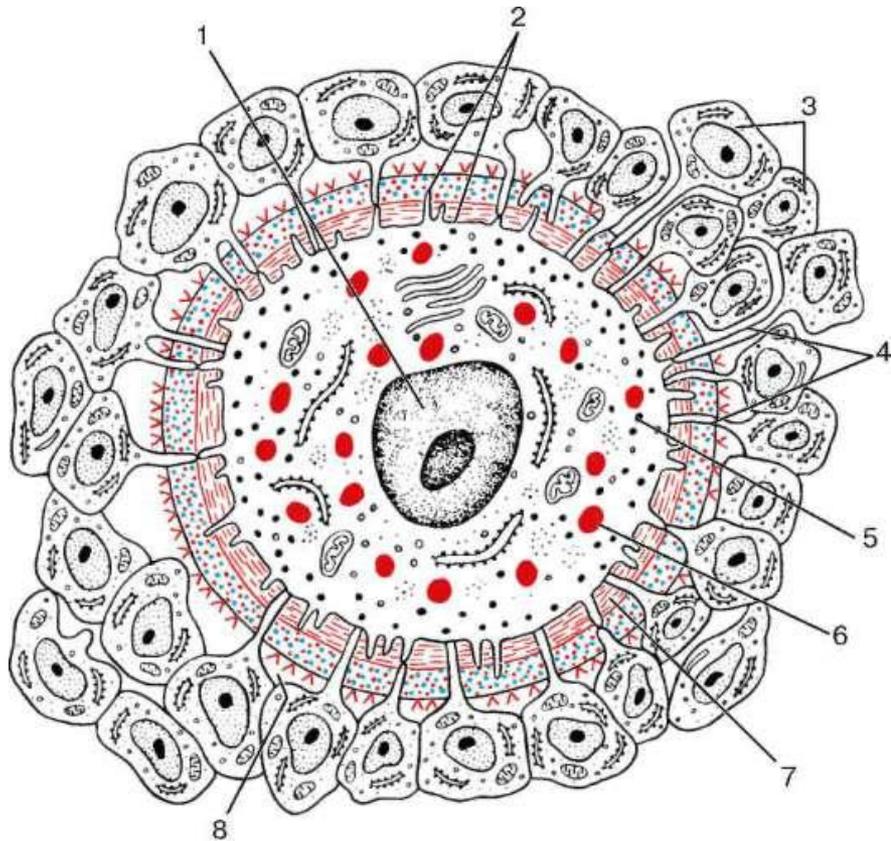


Схема строения женской половой клетки



1- ядро; 2 - плазмолемма; 3 - фолликулярный эпителий; 4 - лучистый венец; 5 - кортикальные гранулы; 6 - желточные включения; 7 - прозрачная зона; 8 - рецептор Zp3

Оплодотворение

Это процесс объединения мужской и женской гамет, который приводит к формированию зиготы и последующему развитию нового организма. Различают наружное оплодотворение, которое происходит в окружающей среде, и внутреннее оплодотворение, обеспечивающееся переносом сперматозоидов из мужского организма в женский. В результате оплодотворения в зиготе восстанавливается диплоидный набор хромосом. Развитие организма через образование зиготы, называется **зигогенезом**.

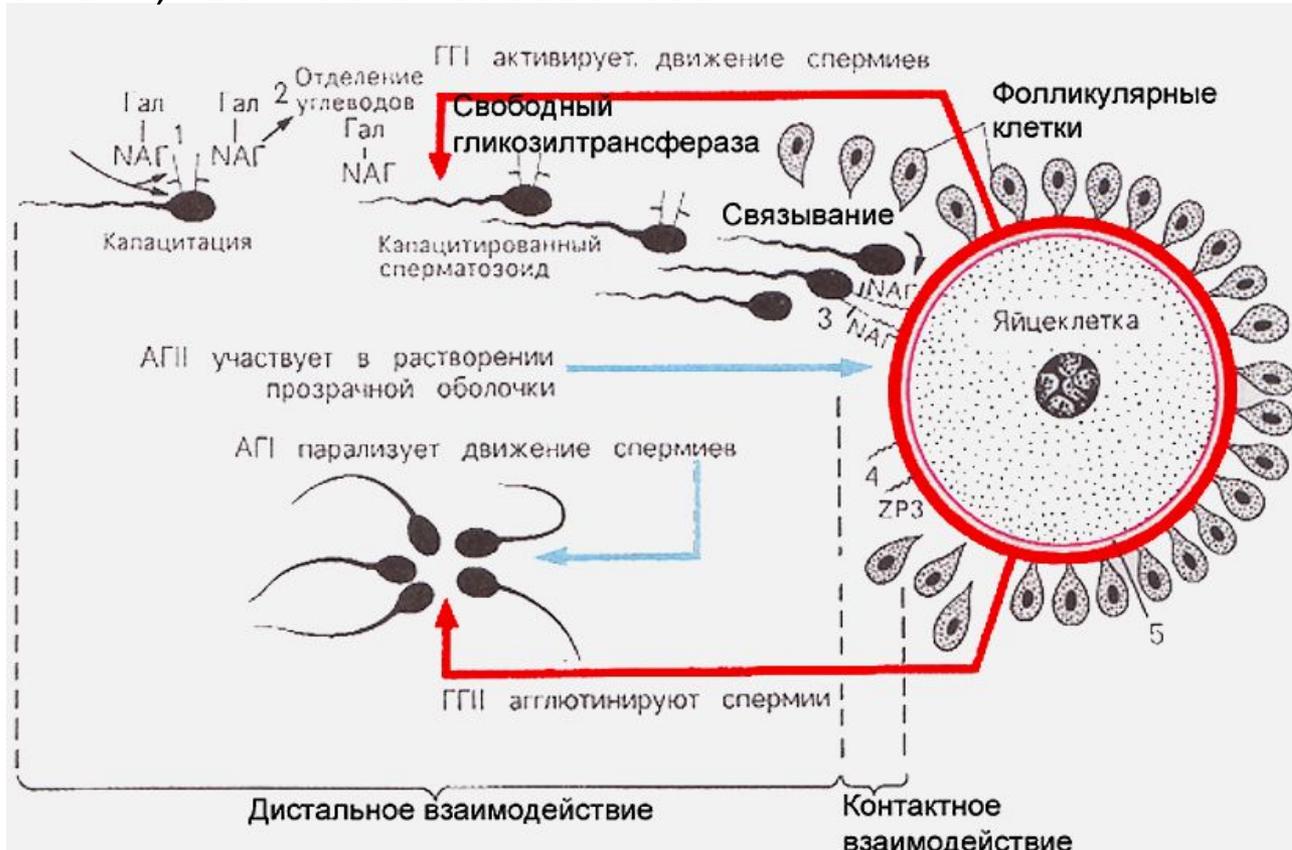
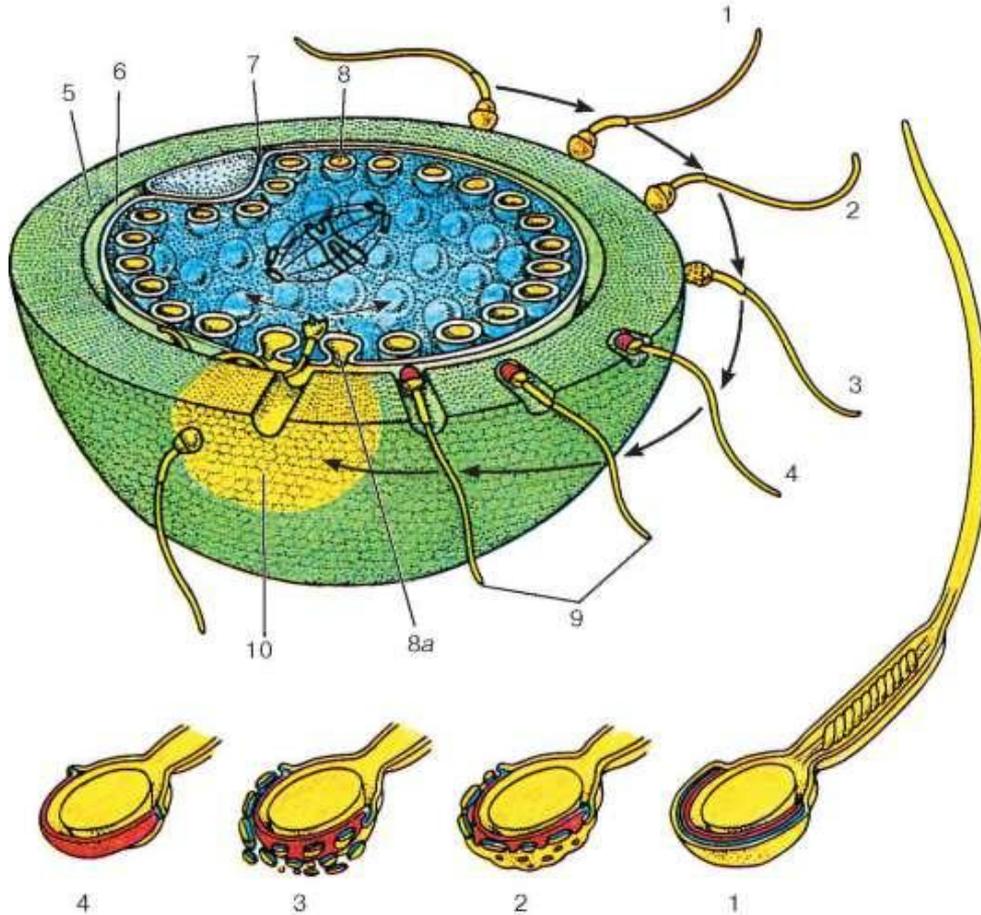
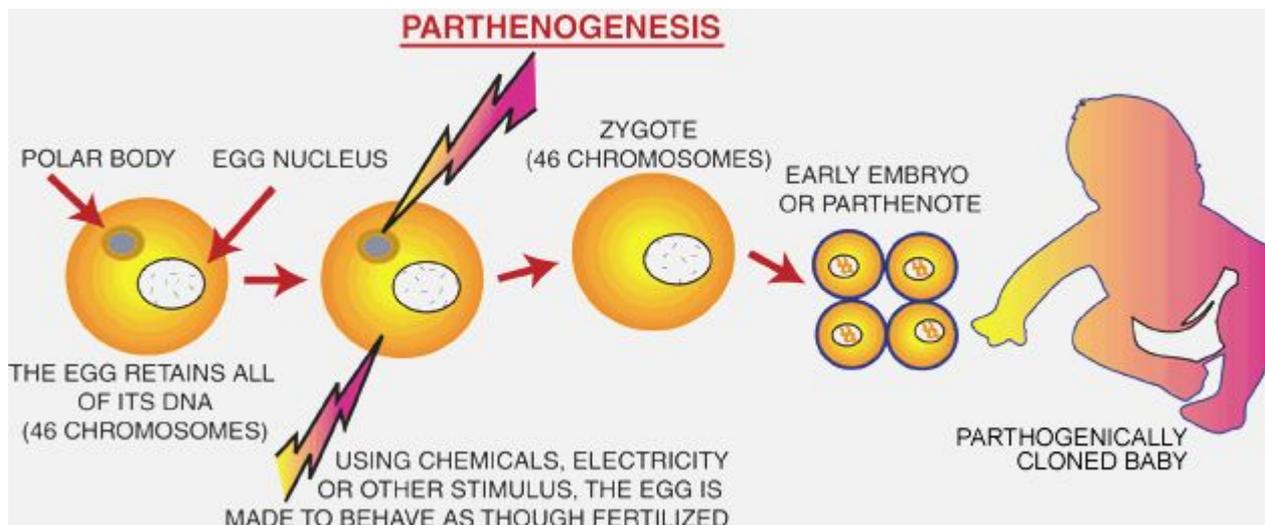


Схема оплодотворения по Вассерману



1-4 - стадии акросомной реакции;
5 - *zona pellucida* (прозрачная зона); 6 - периви-теллиновое пространство; 7 - плазматическая мембрана; 8 - кортикальная гранула; 8а - кортикальная реакция; 9 - проникновение спермия в яйцеклетку; 10 - зонная реакция

В отличие от зиготенеза, многие организмы способны к размножению в естественных условиях путём **партеногенеза** – размножение организмов из неоплодотворённой яйцеклетки. Различают облигатный и факультативный партеногенез. Факультативный партеногенез заключается в том, что яйцеклетки способны развиваться как без оплодотворения, так и после оплодотворения. Этот тип размножения наблюдается у муравьёв, пчёл, коловраток. Различают так же искусственный партеногенез, который можно вызвать раздражением яйцеклеток с помощью физических или химических факторов, что ведёт к активации яйцеклетки развитию неоплодотворённых яиц.



Искусственный партеногенез

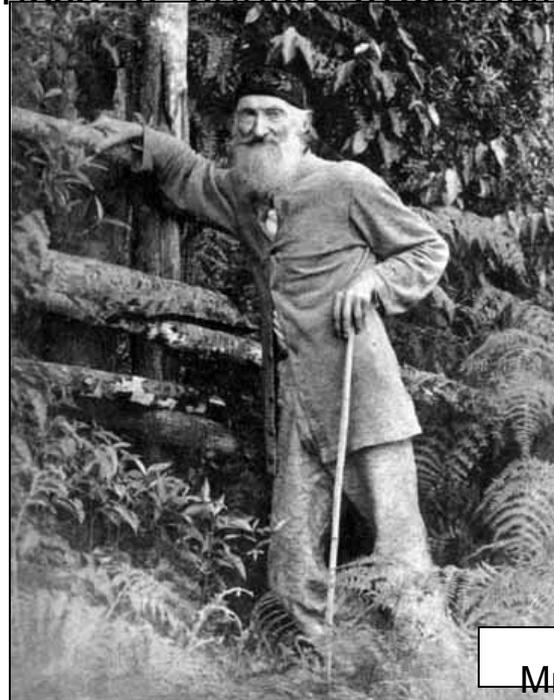
Онтогенез и филогенез

Онтогенез – это полная история развития индивидуального развития организма, начинающая с образования давших ему начало половых клеток и заканчивающаяся его смертью. Следовательно, онтогенез есть категория индивидуальная.

Филогенез – история возникновения и развития вида организма. Между онтогенезом и филогенезом существует тесная связь, которая отражена в биогенетическом законе Э. Геккеля и Ф. Мюллера. Поскольку онтогенез индивидуума определяется некоторыми чертами филогенетического развития вида, к которому принадлежит данный индивидуум, то можно сказать, что онтогенез является основой филогенеза с одной стороны и результатом филогенеза с другой.

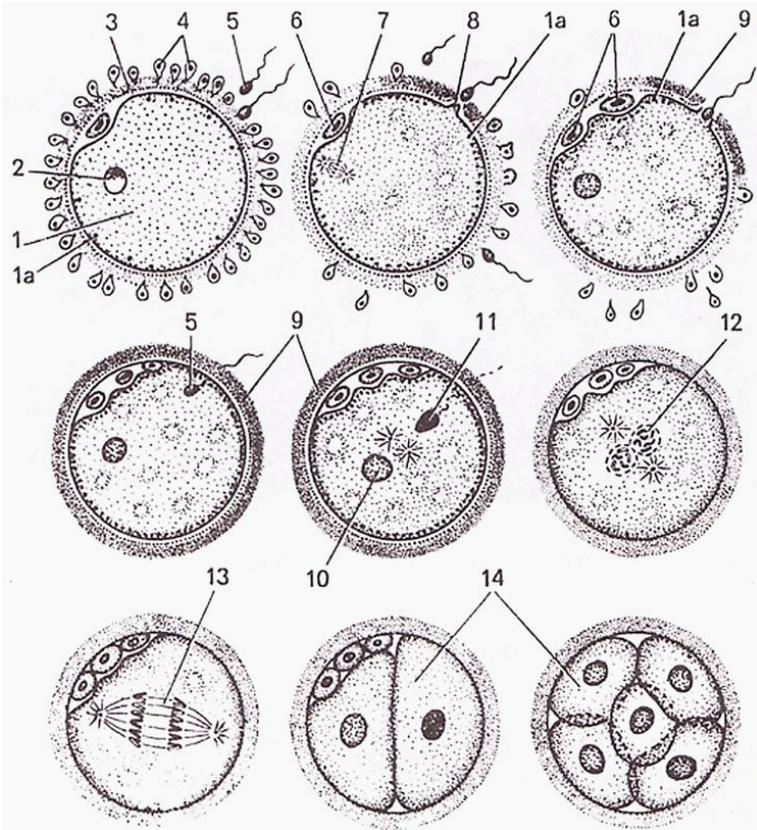


Э. Геккель



Ф.
Мюллер

У человека первое митотическое деление зиготы происходит спустя примерно 30 часов после оплодотворения, что обусловлено сложными процессами подготовки к первому акту дробления. Клетки, образовавшиеся в результате дробления зиготы называют бластомерами. Первые деления зиготы называют «дроблениями» потому, что клетка именно дробится: дочерние клетки после каждого деления становятся всё мельче, а между делениями отсутствует стадия клеточного роста. Из крупной яйцеклетки образуются более мелкие клетки, в которых уменьшено отношение цитоплазмы к ядру.



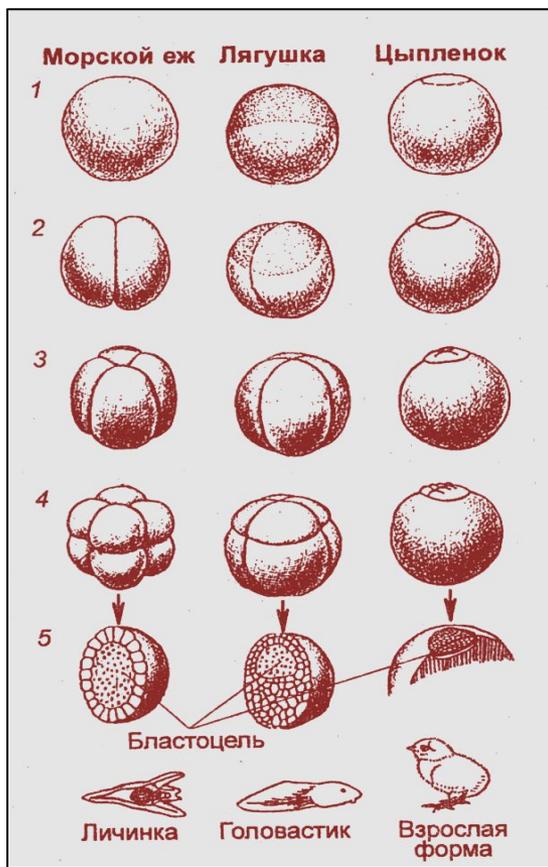
1 - овоплазма; 1a - кортикальные гранулы; 2 - ядро; 3 - прозрачная зона; 4 - фолликулярный эпителий; 5 - спермии; 6 - редукционные тельца; 7 - завершение митотического деления овоцита; 8 - бугорок оплодотворения; 9 - оболочка оплодотворения; 10 - женский пронуклеус; 11 - мужской пронуклеус; 12 - синкарион; 13 - первое митотическое деление зиготы; 14 - бластомеры

Деление начинается с появлением на поверхности зиготы борозды. Первая борозда приводит к образованию двух клеток-бластомеров, вторая – четырёх, третья – восьми бластомеров и т.д. Группа клеток, образовавшихся в результате последовательных дроблений зиготы, получила название **морулы** (morum – тутовая ягода).



Дробление зиготы

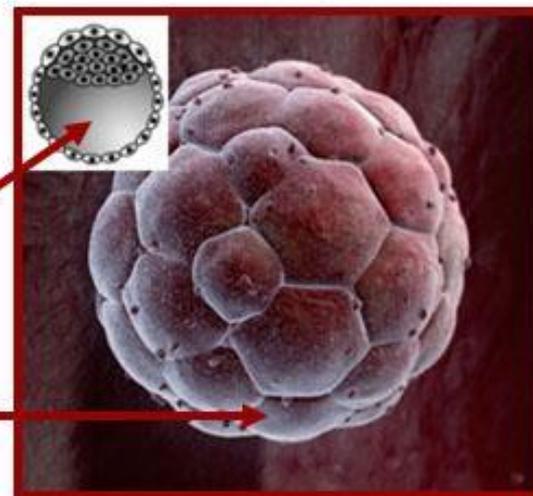
Стадию морулы проходят все многоклеточные животные, размножающиеся половым путём. В зависимости от видовой принадлежности деление идёт по разному. Различают **радиальное** (позвоночные, иглокожие), **билатеральное** (гребневники, некоторые хордовые) и **спиральное** (кольчатые черви, моллюски), причём эти формы дробления зависят от плоскости дробления. Поэтому их морулы состоят из разного количества клеток. Кроме того из части клеток образуется структура называемая трофобластом. Позднее клетки трофобласта отслаиваются от зародыша и образуют пузырёк, который заполняется жидкостью тканей матки.



Дробление зиготы завершается образованием многоклеточной структуры, называемой **бластулой**. Она имеет форму пузырька, состоящего из одного слоя клеток (**бластодерма**). По размерам бластула сходна с яйцеклеткой. В период дробления увеличивается количество ядер, общее количество ДНК, синтезируется небольшое количество мРНК и тРНК, но новые рибосомы и рибосомная РНК до начала гаструляции ещё не образуются.

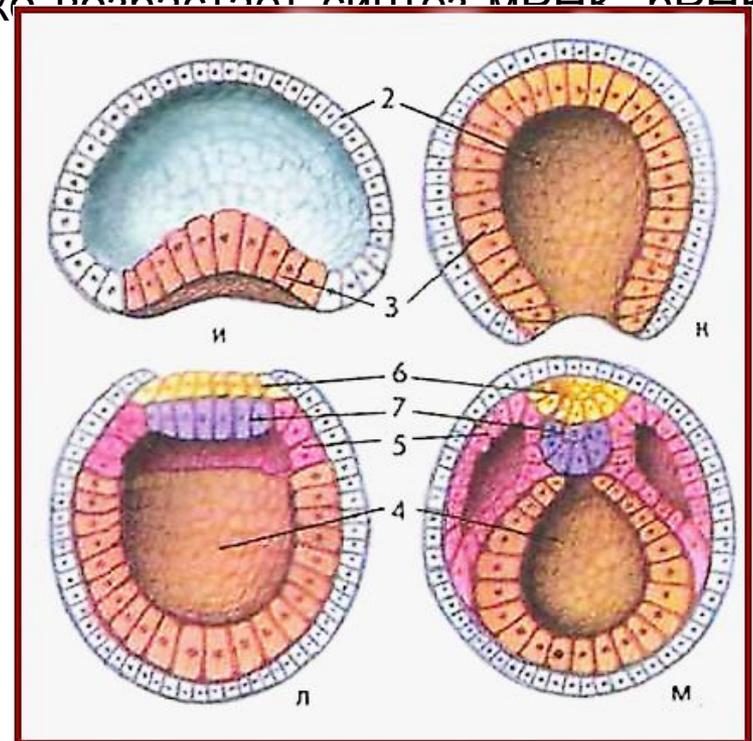
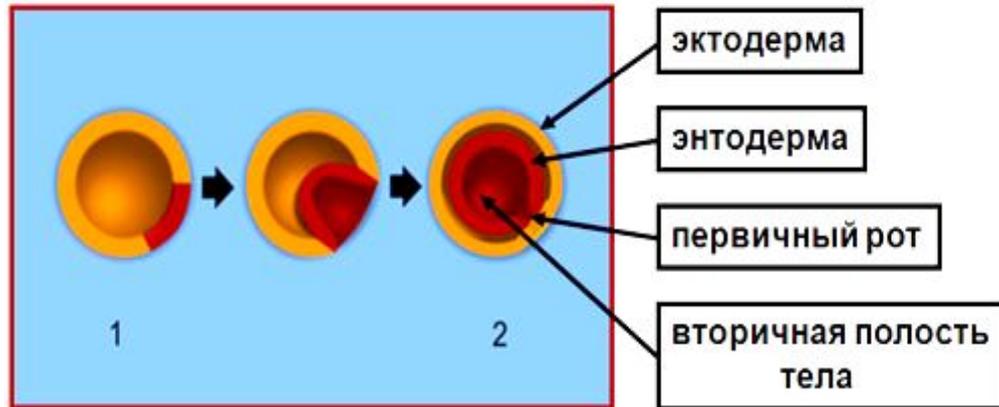
бластоцель

бластула



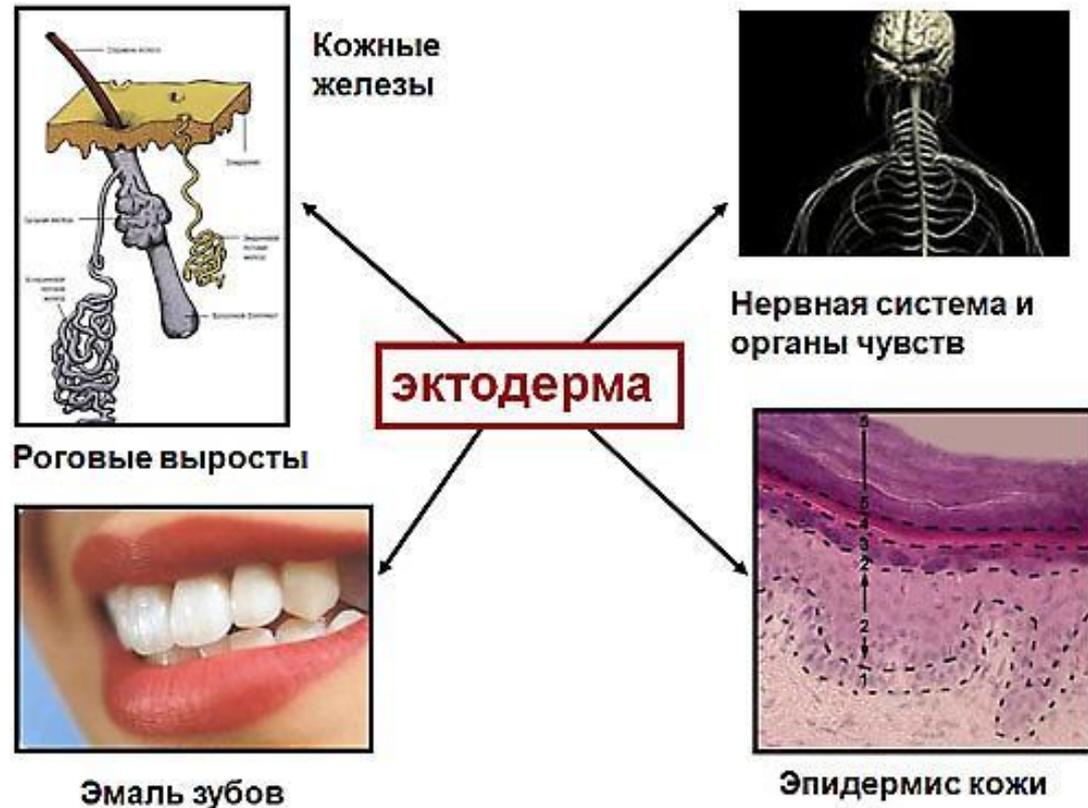
Стадия гаструлы. Когда число клеток бластулы достигает нескольких сотен или тысяч, начинается следующий этап эмбриогенеза – **гаструляция**. Один из участков стенки бластулы впячивается внутрь и зародыш становится двухслойным. Наружный зародышевый листок называется **эктодермой**, внутренний – **энтодермой**. У большинства животных в конце гаструлы возникает третий зародышевый листок – **мезодерма** (5), которая располагается между экто- и энтодермой.

Гаструла представляет собой двухслойный мешок, полость которого (гастроцель) сообщается с внешней средой посредством отверстия (бластопора). Гаструляция характеризуется увеличением интенсивности обмена по сравнению с дроблением в 2-3 раза. Резко возрастает синтез мРНК, рРНК, рибосом и белков.

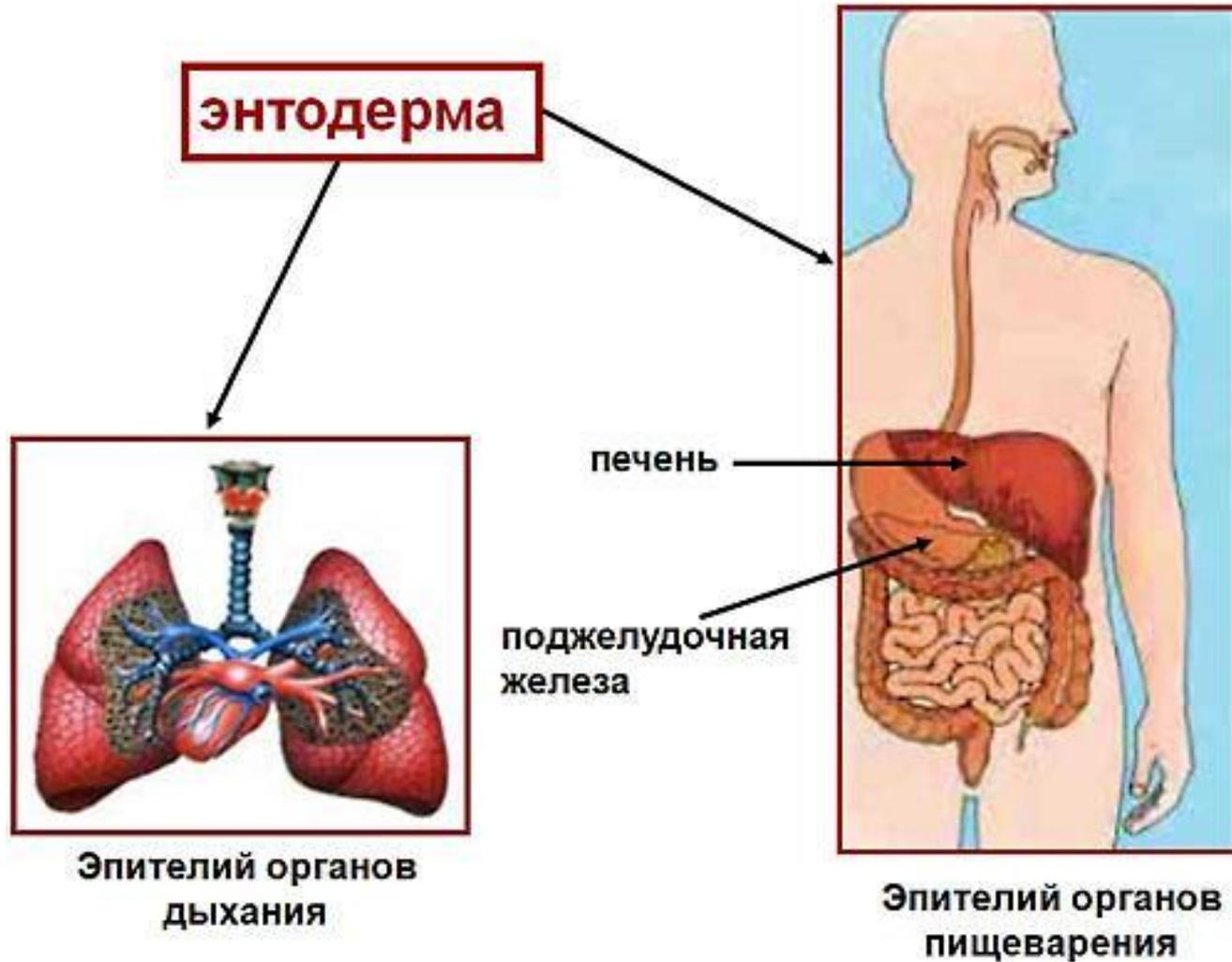


Гистогенез и органогенез

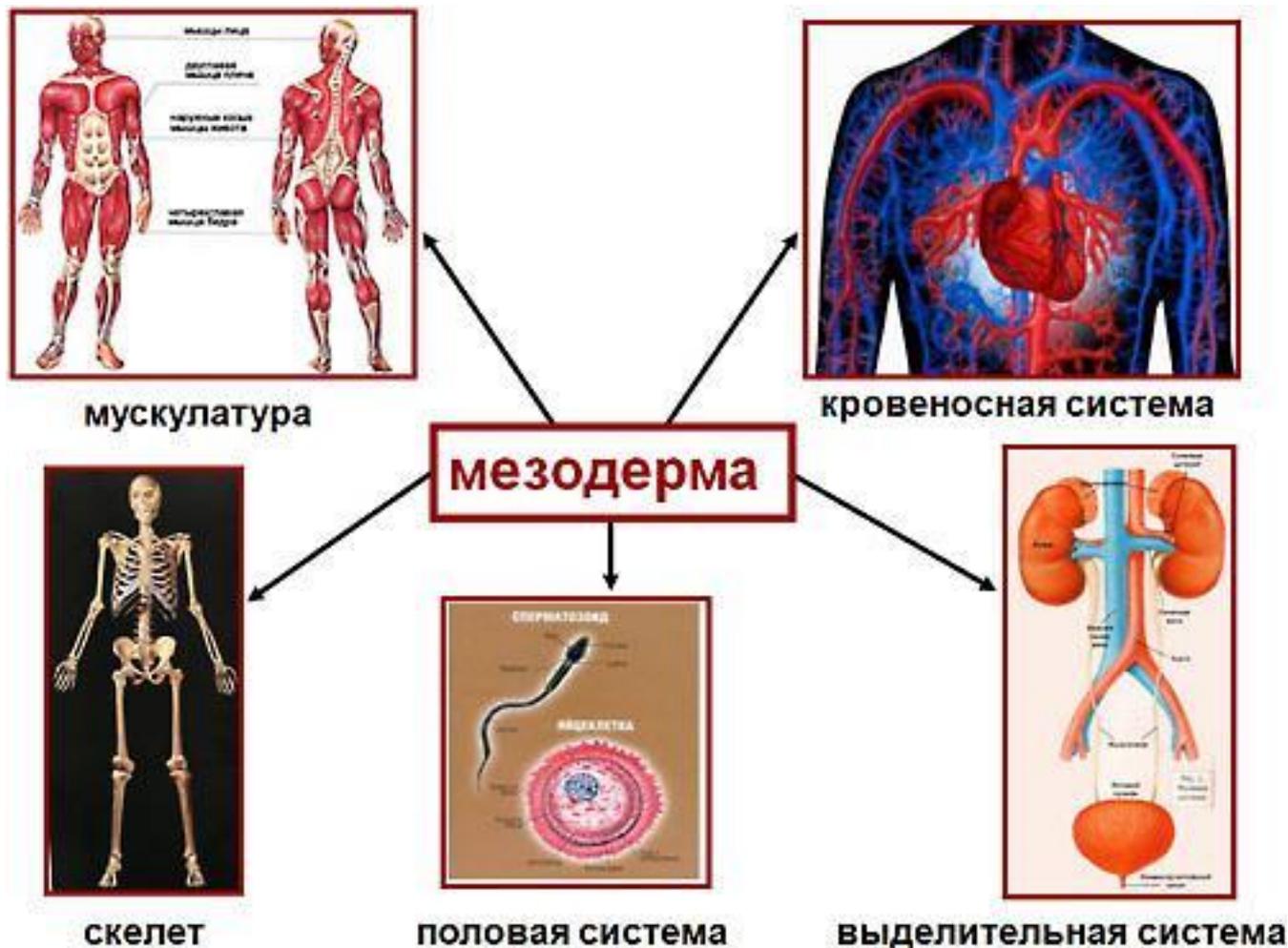
Развитие (дифференцировка) зародышевых листков в ходе эмбриогенеза сопровождается тем, что из них формируются различные ткани и органы. Из эктодермы развиваются эпидермис кожи, ногти и волосы, сальные и потовые железы, нервная система, клетки органов чувств, эпителий рта и носовой полости, зубы.



Из энтодермы развиваются эпителий пищевода, желудка, кишечника, желчного пузыря, трахеи, лёгких, а также печень, поджелудочная железа, щитовидная, паращитовидная и зубная железа.

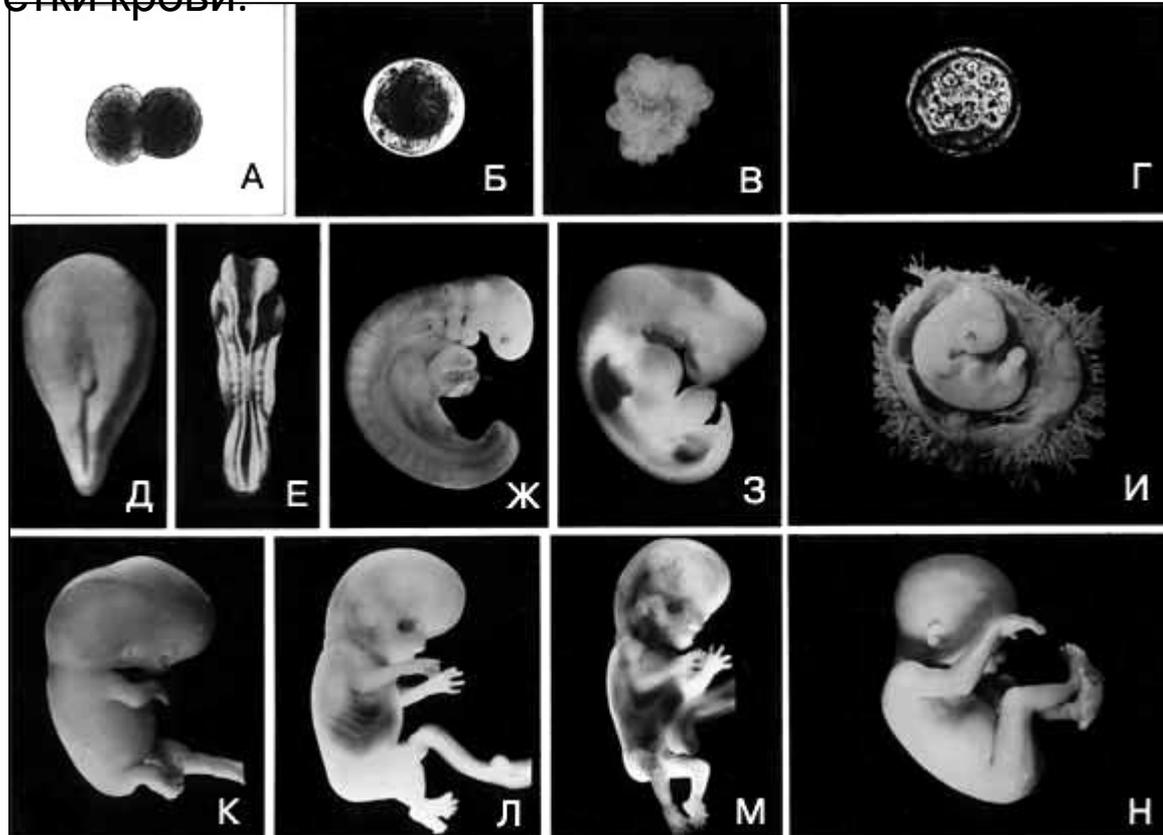


Из мезодермы развиваются гладкая мускулатура, скелетные и сердечные мышцы, дерма, соединительная ткань, кости, хрящи, дентин зубов, кровь и кровеносные сосуды, почки, семенники и яичники.



Эмбриогенез человека

У человека первым обособляется головной и спинной мозг. Через 26 дней, после оплодотворения, длина человеческого зародыша составляет 3,5 мм (Е). Через 30 – 7,5 (Ж). У 8 - недельного зародыша (Л), при его длине 40 мм, появляются почти все структуры тела. В это время эмбрион по внешнему виду приобретает черты сходства с человеком, продолжается дальнейший рост и развитие плода. На 4-месяце развития появляются волосы, а на 20 неделе образуются клетки крови.



Постэмбриональное развитие

Постэмбриональный период – это развитие организма с момента рождения или выхода из зародышевых оболочек до смерти. Развитие может быть прямым или не прямым.



Прямое
развитие



Непрямое
развитие

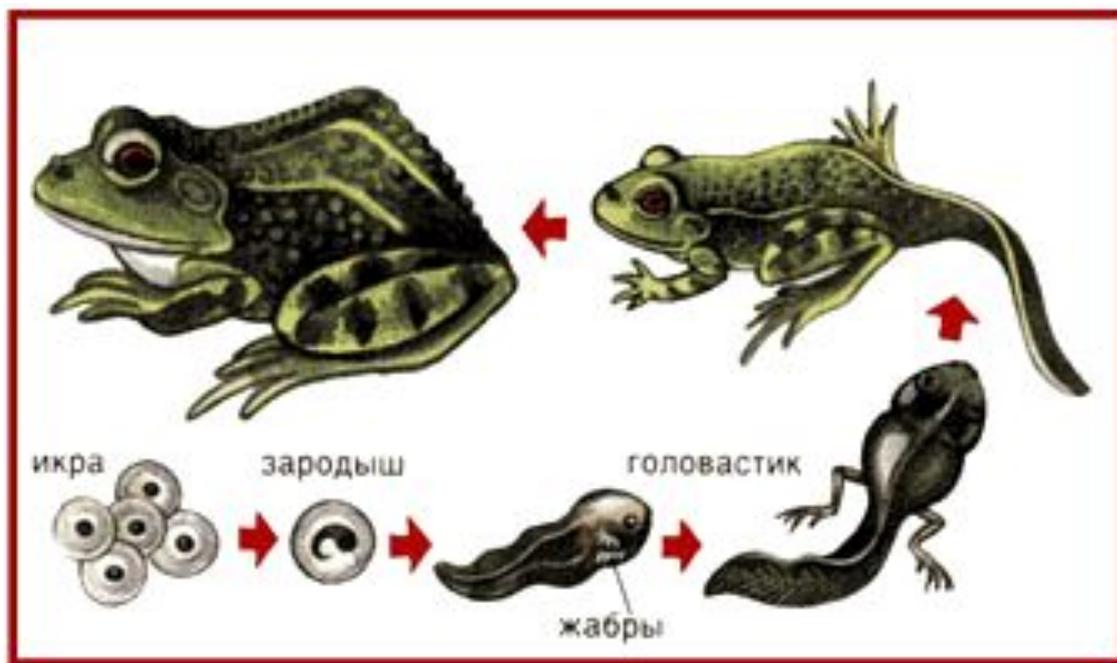
При прямом развитии из яйцевых оболочек или из тела матери выходит организм небольших размеров, но с уже заложенными всеми основными органами, свойственными взрослому животному.



млекопитающие
птицы
рептилии

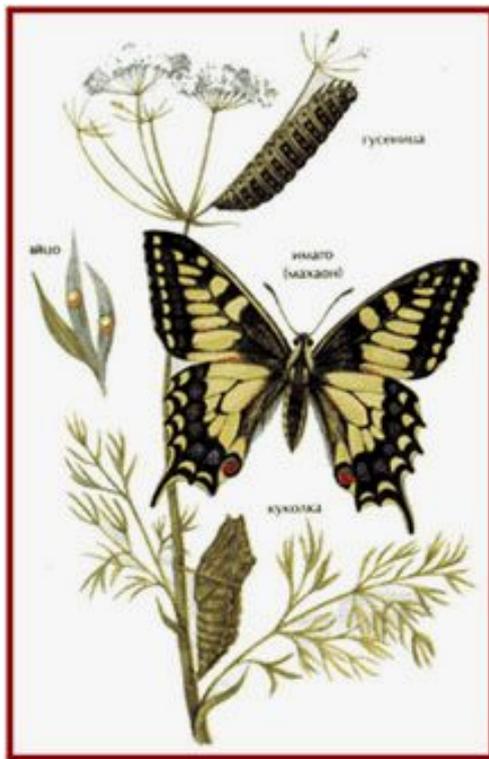


При непрямом развитии из яйца выходит личинка, обычно устроенная проще взрослого животного, со специальными личиночными органами, во взрослом состоянии отсутствующими. Со временем органы личинки заменяются органами, свойственными взрослым особям, личинка превращается во взрослое животное.



амфибии
рыбы
насекомые
ракообразные
моллюски
черви

Различают непрямо́е развитие с полным и неполным превращением. В первом случае из яйца выходит личинка, существенно отличающаяся от взрослой особи. Личинка претерпевает несколько линек и через стадию куколки превращается во взрослую особь. Во втором случае (неполное превращение) из яйца выходит организм, строение которого сходно со строением взрослого организма, но размеры его намного меньше.



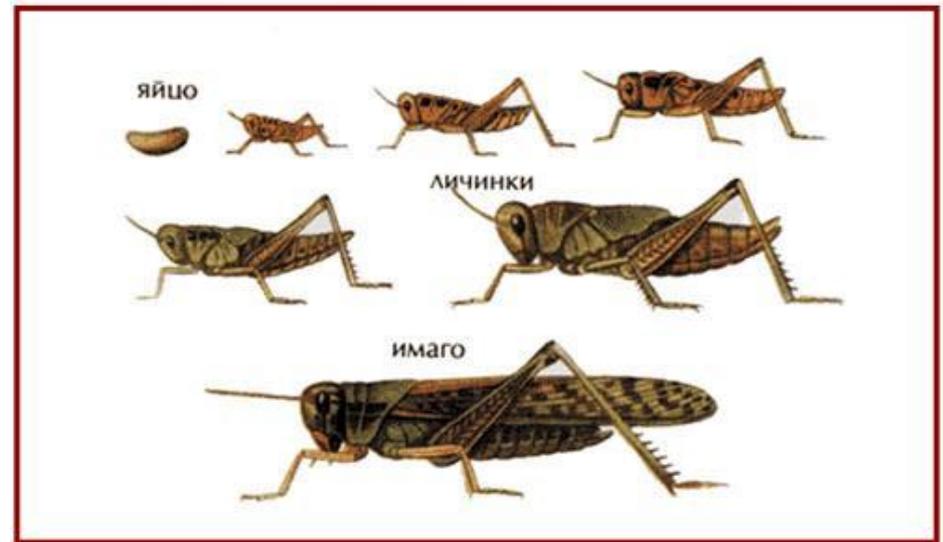
яйцо

личинка

куколка

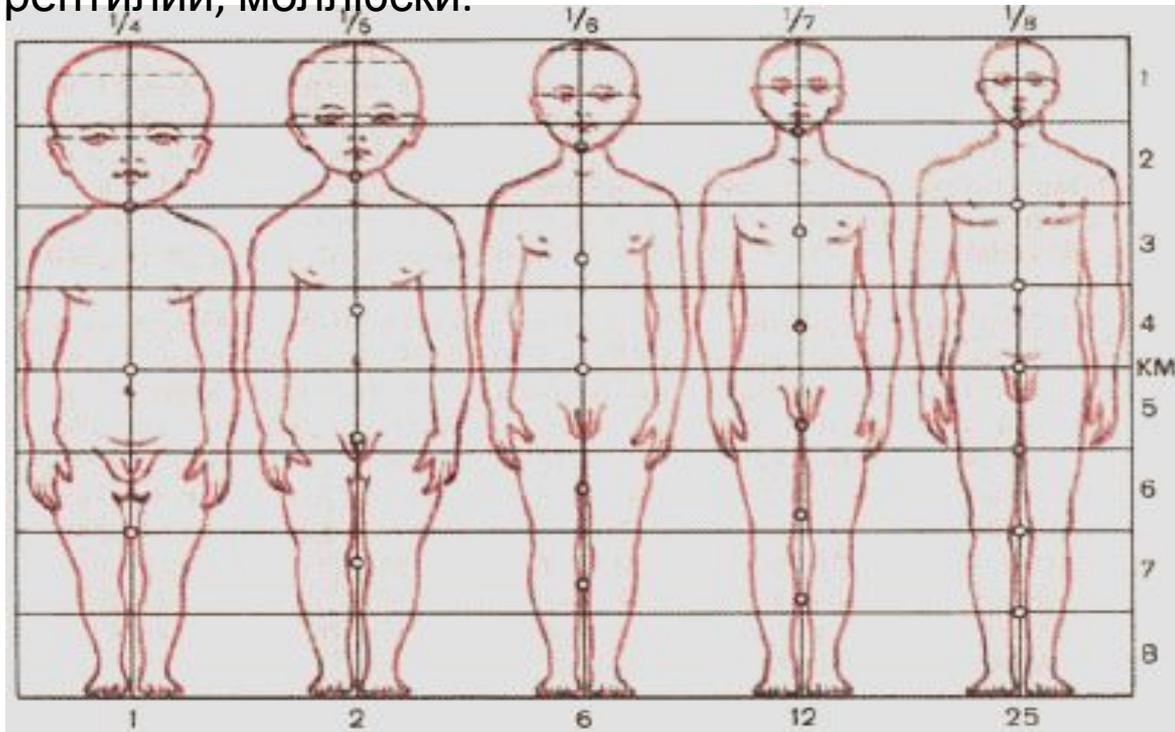
имаго

яйцо → личинка → имаго



Рост

Характерной особенностью роста в ювенильный период, является то, что происходит увеличение количества и размеров клеток, изменяются пропорции тела. Рост разных органов и частей тела неравномерен. Например, у человека рост головы заканчивается в детстве, а ноги достигают пропорциональной величины к 10 годам. Различают определённый и неопределённый рост. Определённый рост характерен для организмов, которые к определённому возрасту прекращают свой рост, например, насекомые, млекопитающие, человек. Неопределённый рост характерен для организмов которые растут всю жизнь – рыбы, рептилии, моллюски.



Общие выводы

1. Размножение – это свойство организмов производить потомство или способность организмов к самовоспроизведению. Различают половое и бесполое размножение.
2. Половое размножение происходит через образование специализированных половых клеток. Процесс образования половых клеток называется гаметогенезом.
3. Половые клетки имеют гаплоидный набор хромосом, который обеспечивается редукционным делением клетки – мейозом.
4. В результате оплодотворения происходит слияние мужской и женской половых клеток и образуется зигота.
5. Развитие зиготы происходит в несколько стадий в результате которых происходит дифференцировка клеток, завершающаяся формированием тканей и органов организма.
6. Различают прямое и непрямое постэмбриональное развитие организмов. Непрямое развитие может осуществляться с полным и неполным превращением.
7. Рост организма это процесс увеличения количества и размеров клеток, изменение пропорций организма.