

Онтогенез

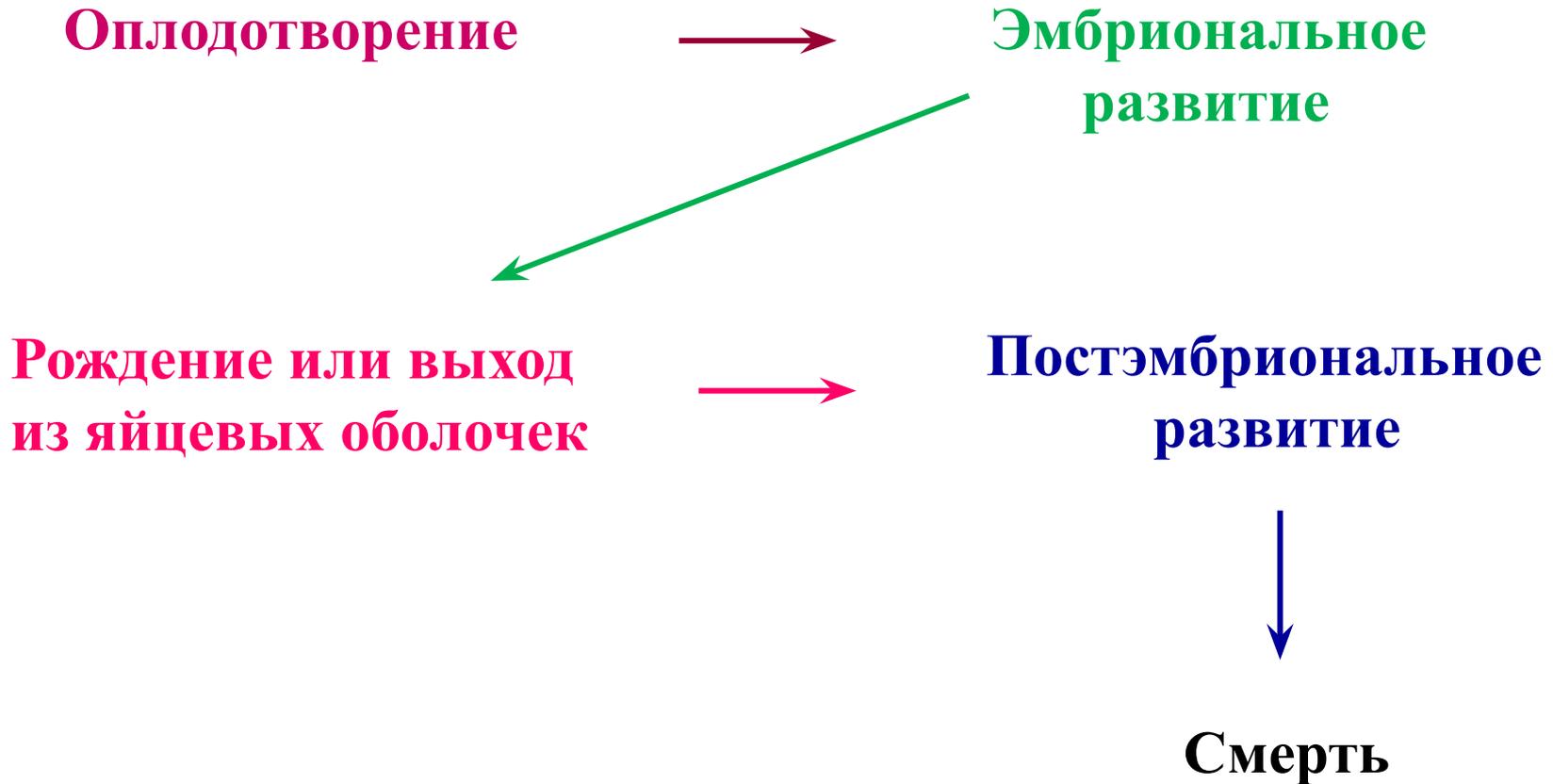
1. Определение понятия онтогенеза
2. Периодизация онтогенеза
3. Антенатальный период
4. Постнатальный период
5. Генетика развития

Онтогенез – это процесс индивидуального развития особи с момента образования зиготы и до окончания жизненного цикла

ОКОНЧАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

момента образования зиготы и до

Периодизация онтогенеза животных организмов



Прямой тип:

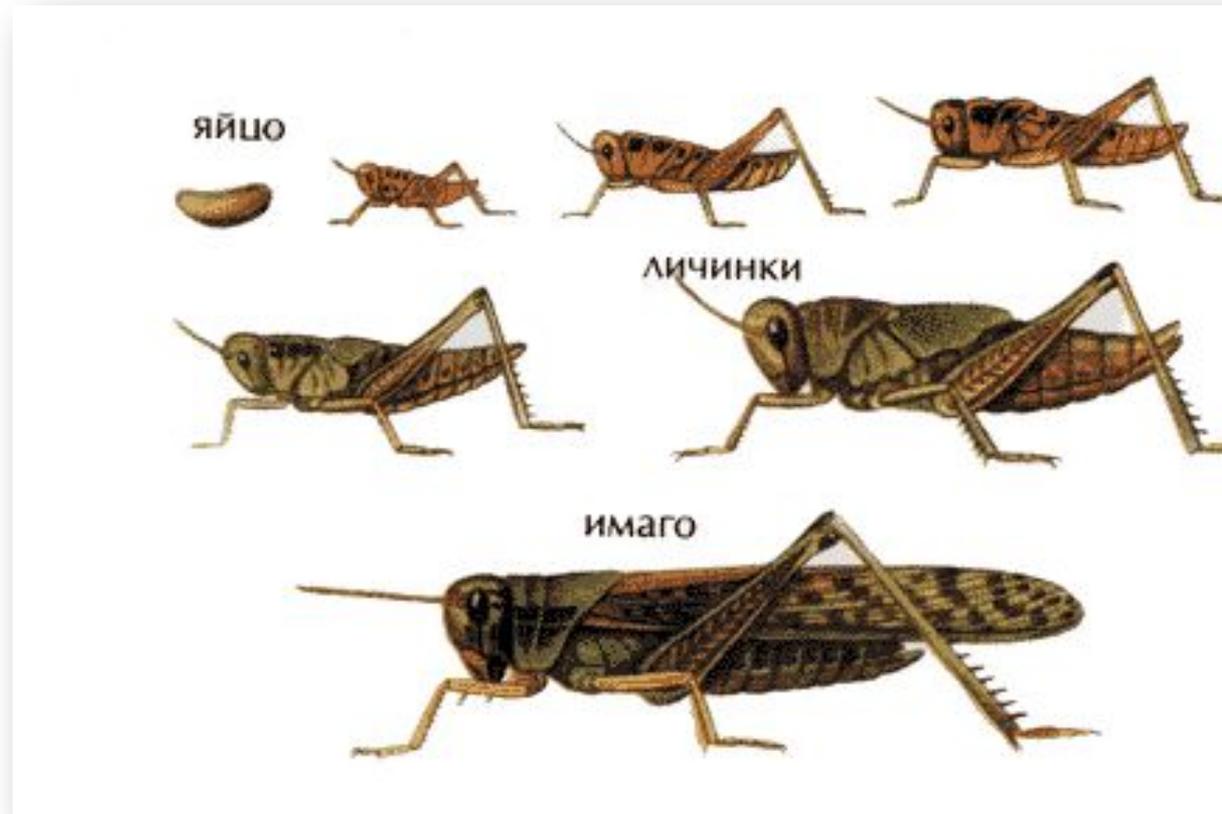
особь, вышедшая из яйца морфологически соответствует взрослой особи, но отличается от взрослой размерами.

Характерен для ряда беспозвоночных, а также рыб, пресмыкающихся, птиц и некоторых млекопитающих, яйца которых богаты желтком.

При этом зародыш длительное время развивается внутри яйца.

Основные жизненные функции у таких зародышей осуществляются специальными провизорными органами — зародышевыми оболочками.

Типы онтогенезов:



Типы онтогенезов:

Непрямой тип:

из яйца выходит особь не достигшая дефинитивных черт организации. Она называется личинка – зародыш, способный к самостоятельному существованию (насекомые, амфибии, иглокожие).

Для этого типа онтогенеза характерен **метаморфоз** – развитие с превращением в зрелую особь.

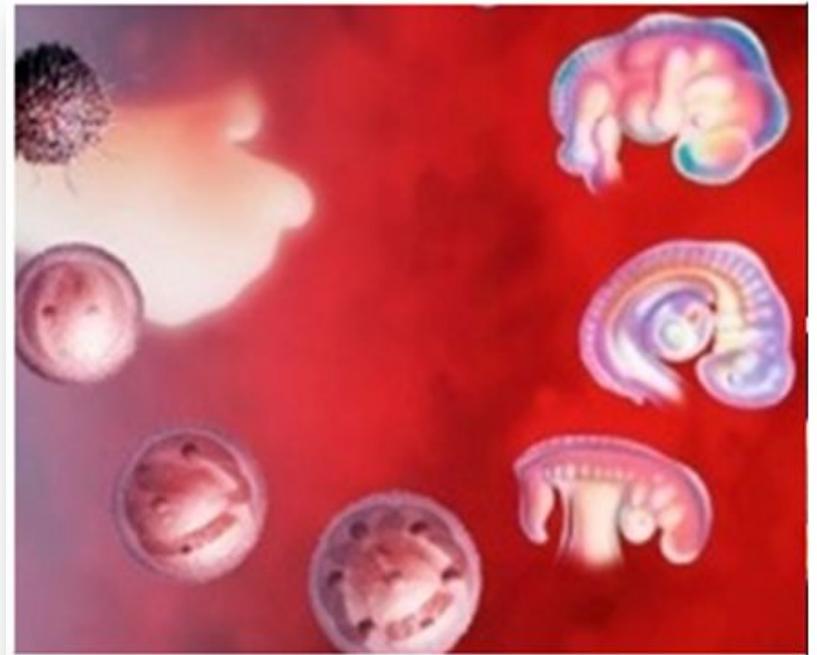


ТИПЫ ОНТОГЕНЕЗОВ:

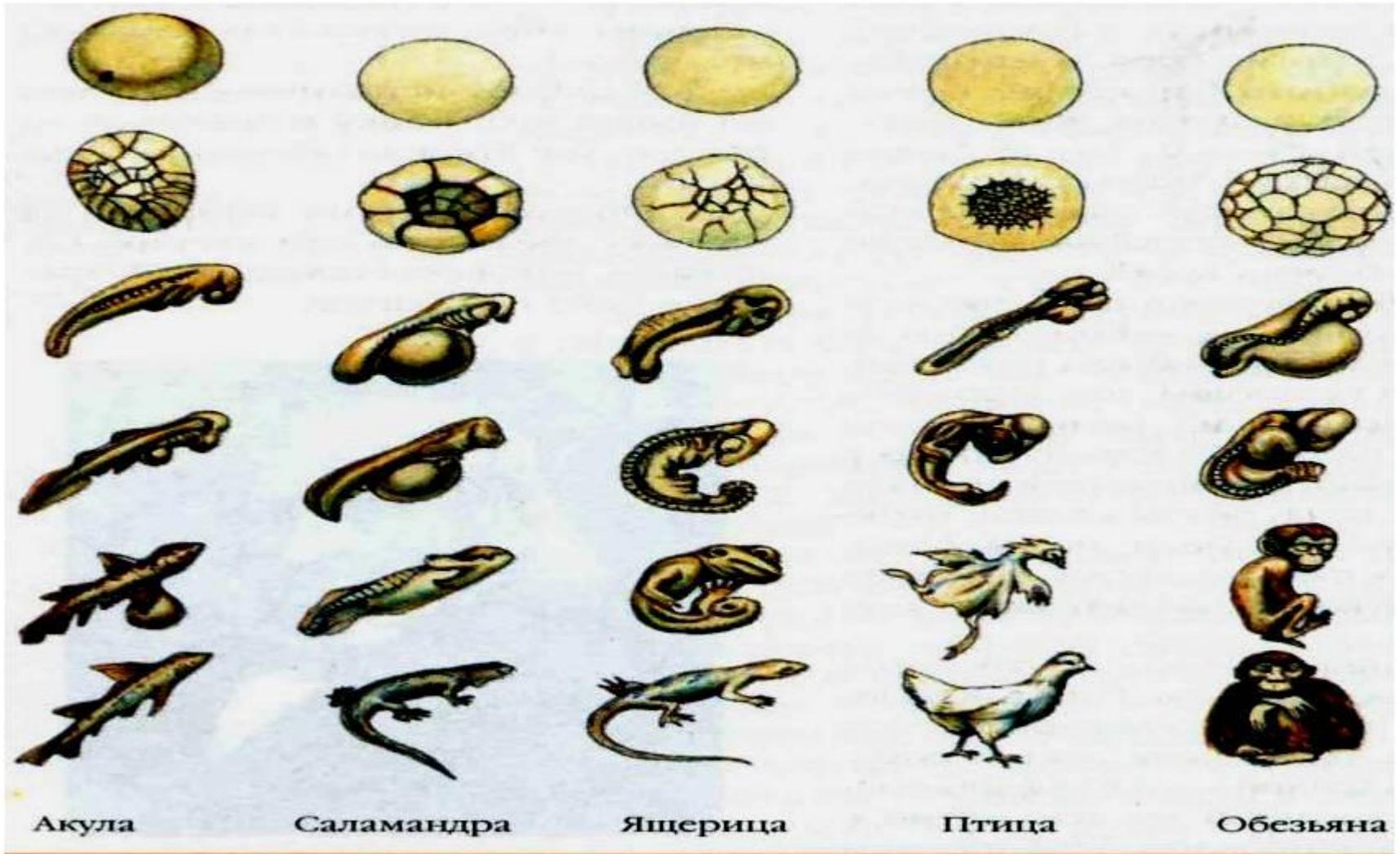
Внутриутробный тип:

новая особь развивается в материнском организме под защитой плодных оболочек : *хориона , амниона, алантоиса и желточного мешка.*

Внутриутробный тип развития характерен для высших млекопитающих и человека, яйцеклетки которых почти лишены желтка. Все жизненные функции зародыша осуществляются через материнский организм. В связи с этим из тканей матери и зародыша развивается сложный провизорный орган — плацента. Завершается этот тип развития процессом деторождения.



Онтогенез . . . есть краткое и быстрое повторение филогенеза данного вида.
Биогенетический закон (Мюллер, Геккель)



Периодизация онтогенеза человека

Прогенез

**Аntenатальный
период**

**Постнатальный
период**

Прогенез – это период, предшествующий онтогенезу и связывающий поколения родителей и потомства

События прогенеза:

гаметогенез

оплодотворение



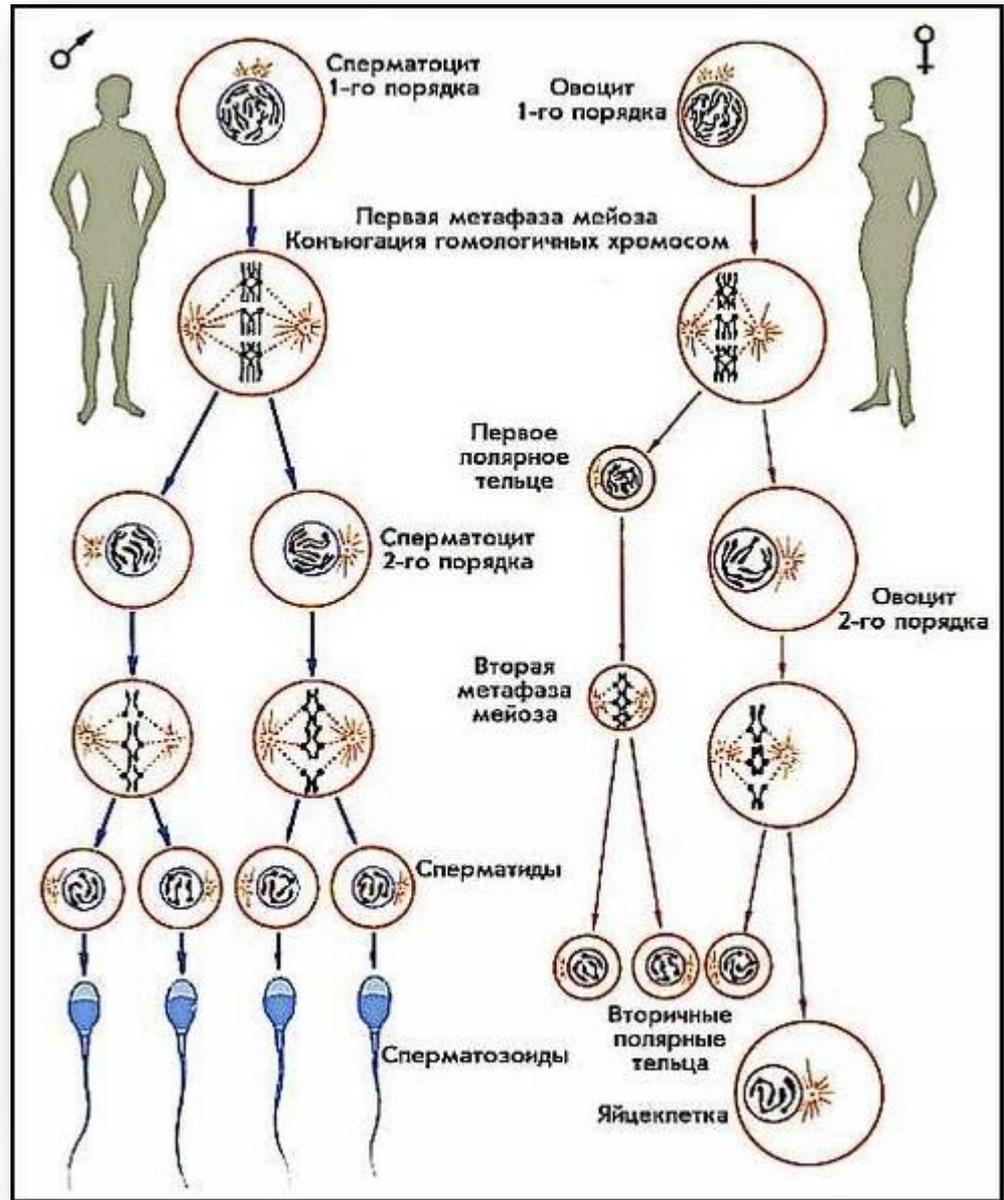
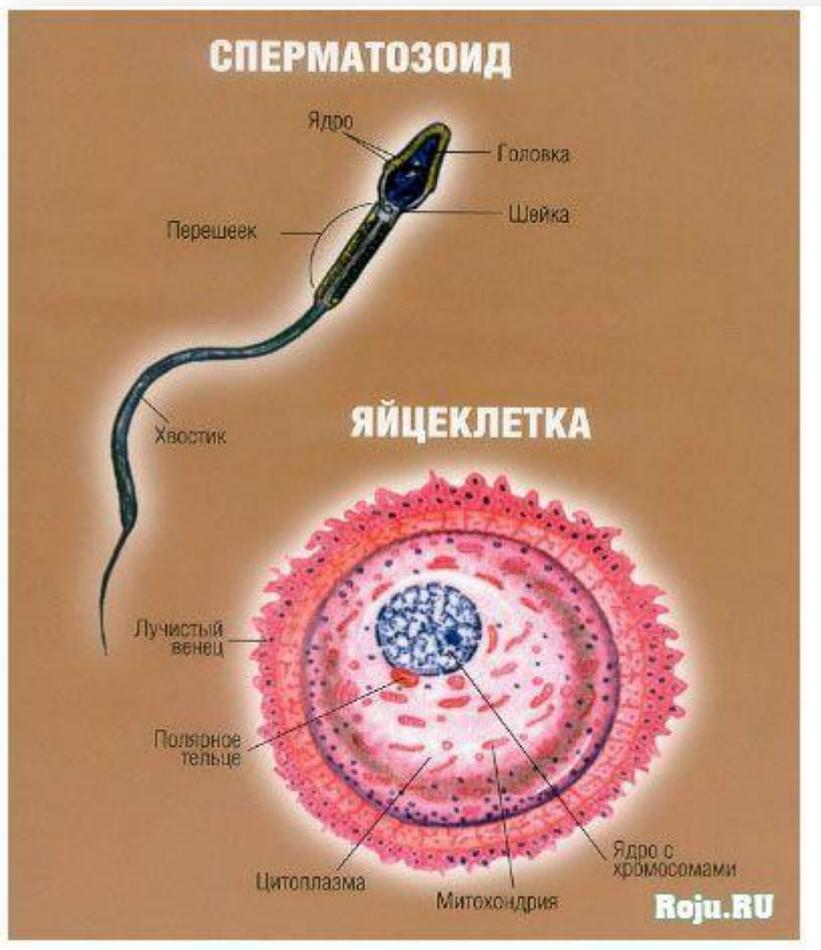
Оогенез



Сперматогенез

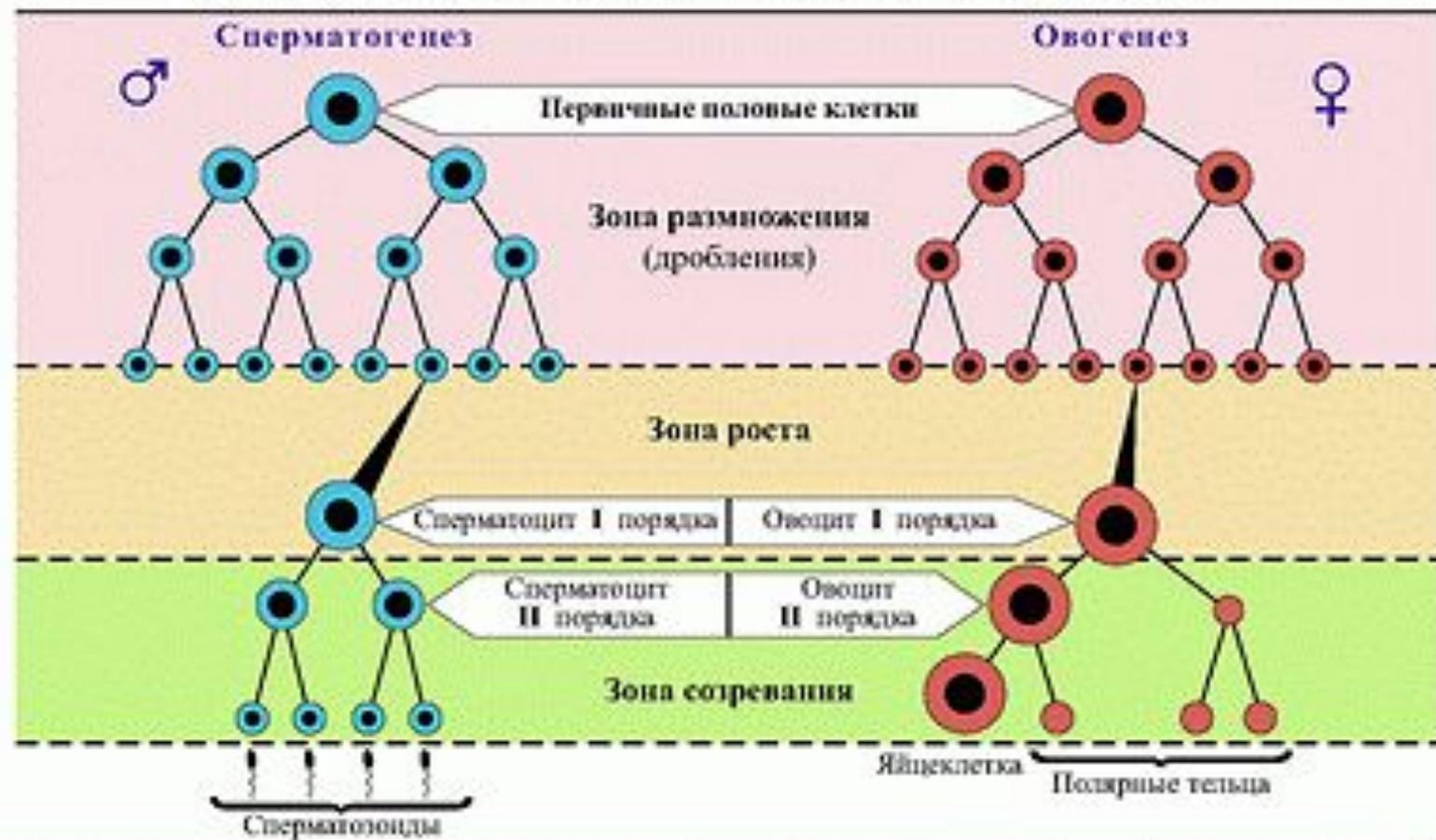


Гаметогенез и оплодотворение



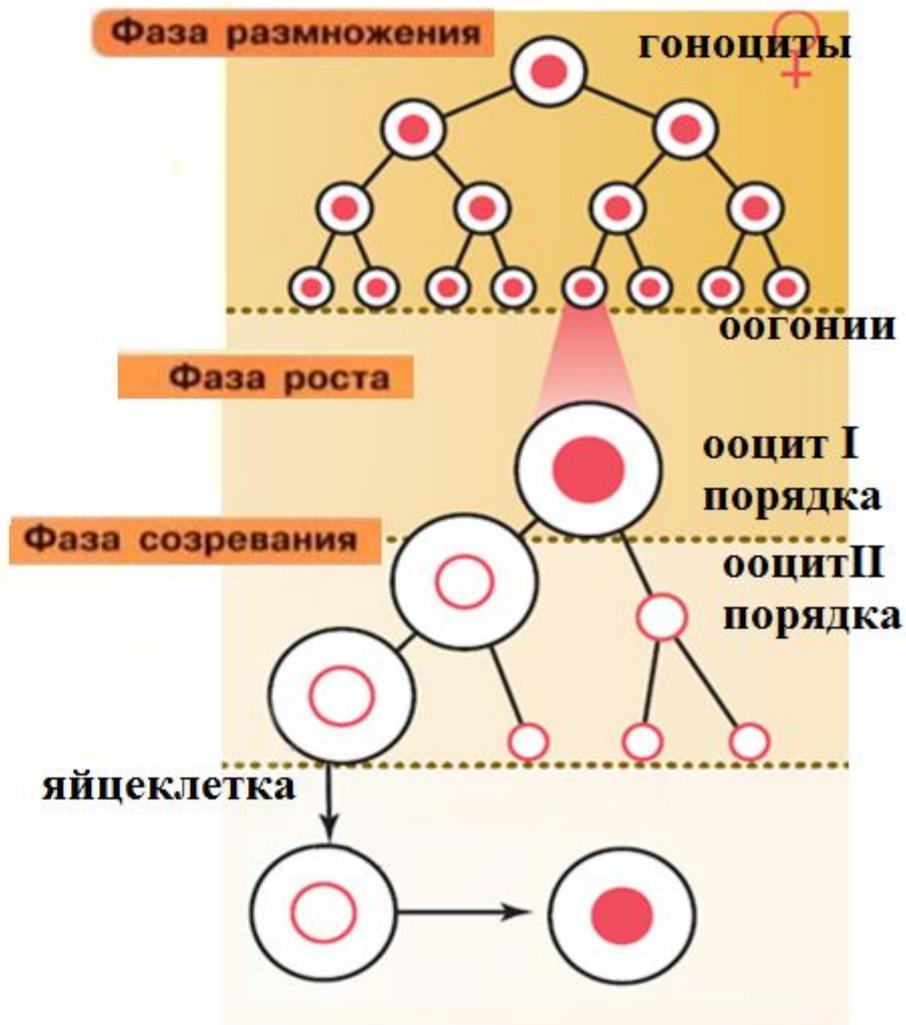
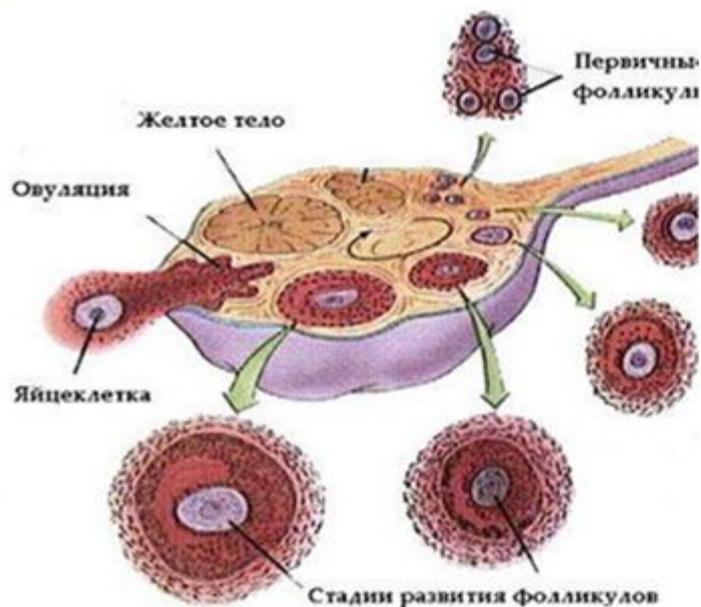
ГАМЕТОГЕНЕЗ

Гаметогенез - процесс образования и развития половых клеток.



Оогенез

Осуществляется в яичниках;
подразделяется на три фазы:

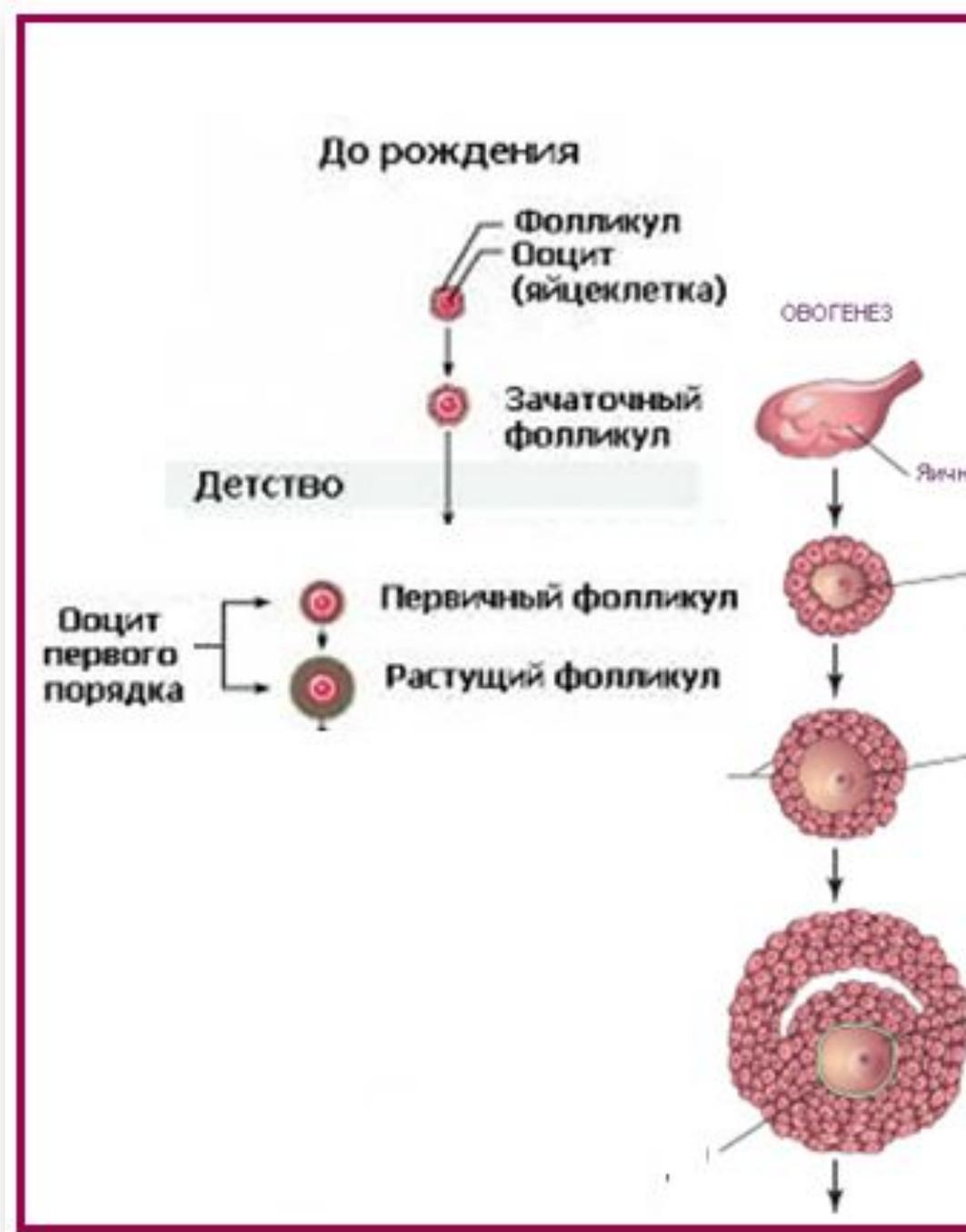


Овогенез

Первый блок овогенеза.

Процесс образования яйцеклеток у человека начинается еще в эмбриональном периоде и течет прерывисто.

У зародыша полностью осуществляются фазы размножения, 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.



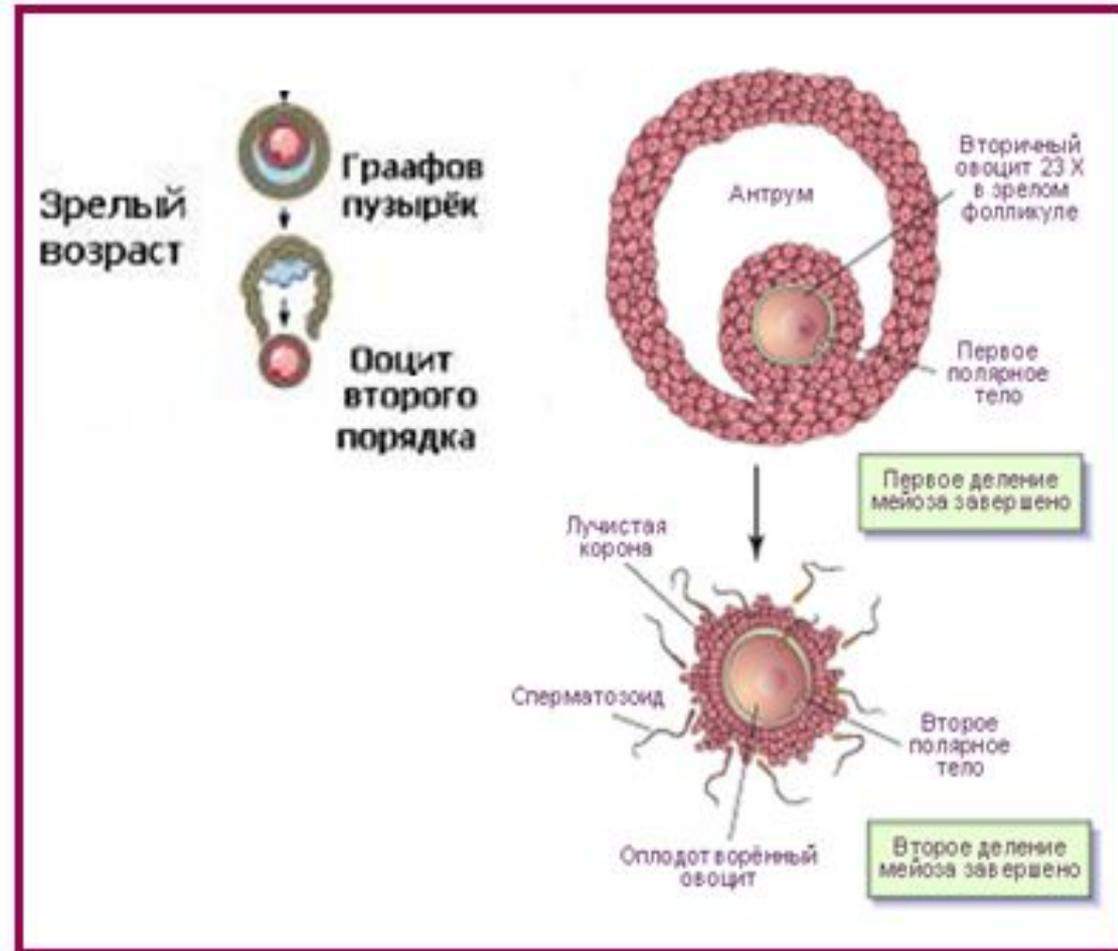
Овогенез

Второй 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.

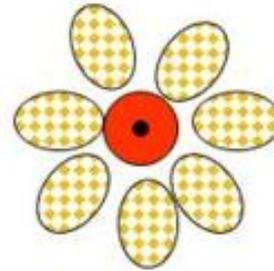
Мейоз завершится только при условии оплодотворения;

если оплодотворение не происходит, овоцит 2-го порядка погибает и выводится из организма.



Типы яйцеклеток

Алецитальная -
желтка нет, он в жел-
точных клетках



плацентерные
животные

Олиголецитальная
желтка мало



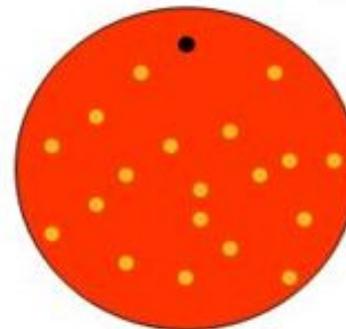
ланцетник

Мезолецитальная
желтка среднее коли-
чество



амфибии,
некоторые
рыбы

Полилецитальная
очень много желтка



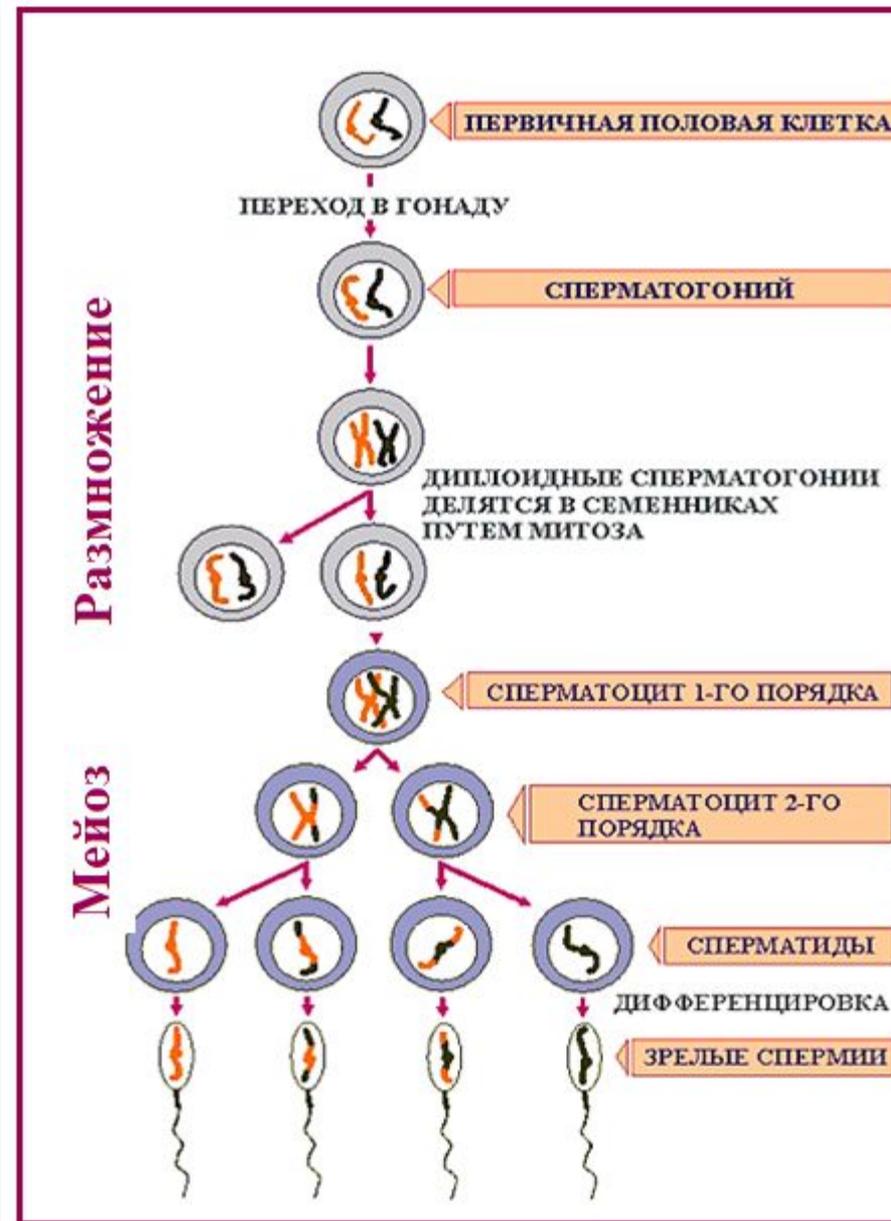
некоторые рыбы,
рептилии, птицы,
яйцекладущие,
млекопитающие

Сперматогенез

Сперматогенез осуществляется в семенниках и подразделяется на четыре фазы:

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

Сперматогенез в семенных канальцах



Пермиогенез - это процесс превращения сперматид в подвижные зрелые сперматозоиды.

Комплекс Гольджи сперматид вырабатывает крупные пузырьки - акросомные везикулы или акробласты. Акробласт увеличивается в объеме, уплощается и в виде шапочки охватывает головной полюс ядра. Такую структуру называют **акросомой**.

Ядро удлиняется и приобретает овальную форму.

Одна из центриолей, перемещается к полюсу сперматиды, противоположному месту прикрепления акросомы (хвостовой полюс) и начинает формировать **жгутик**.

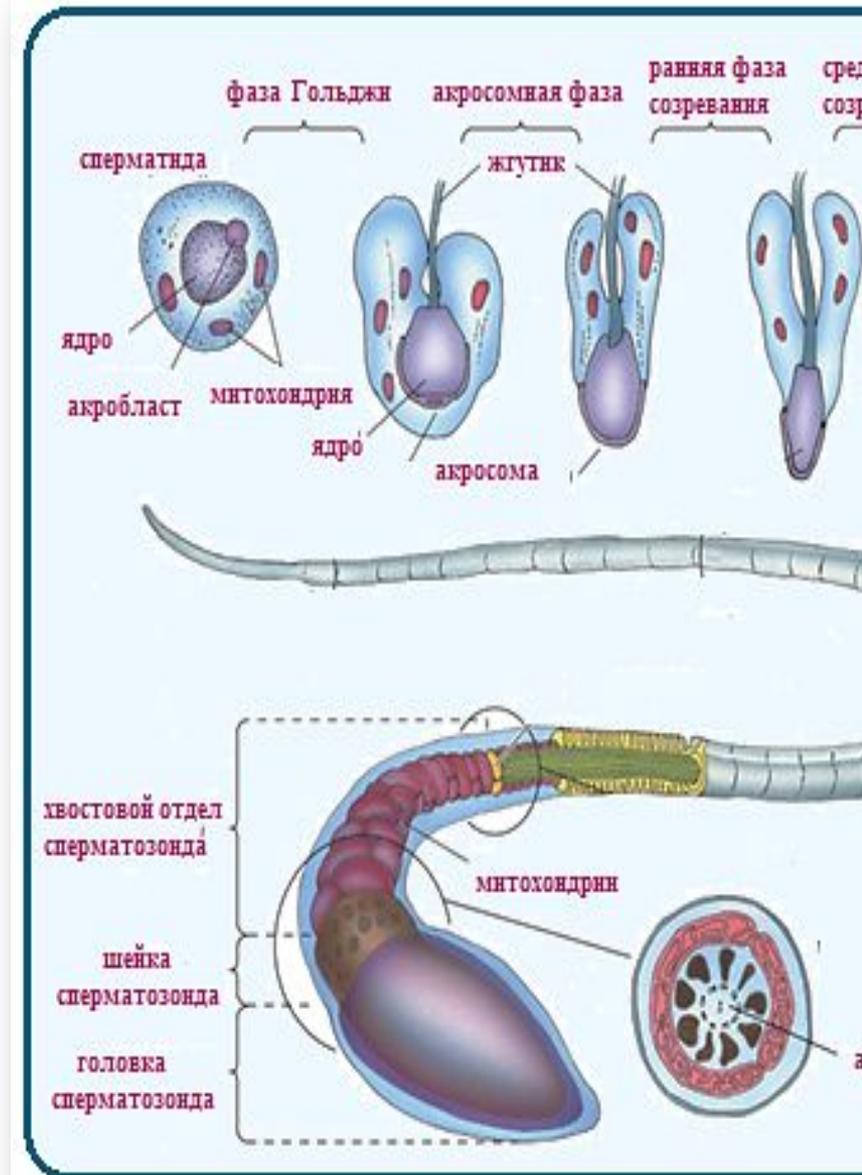
Жгутик удлиняется и преобразуется в длинный хвост сперматозоида.

Цитоплазма сперматиды сосредоточивается в промежуточном отделе хвоста.

Митохондрии располагаются спиралеобразно в передней части жгутика.

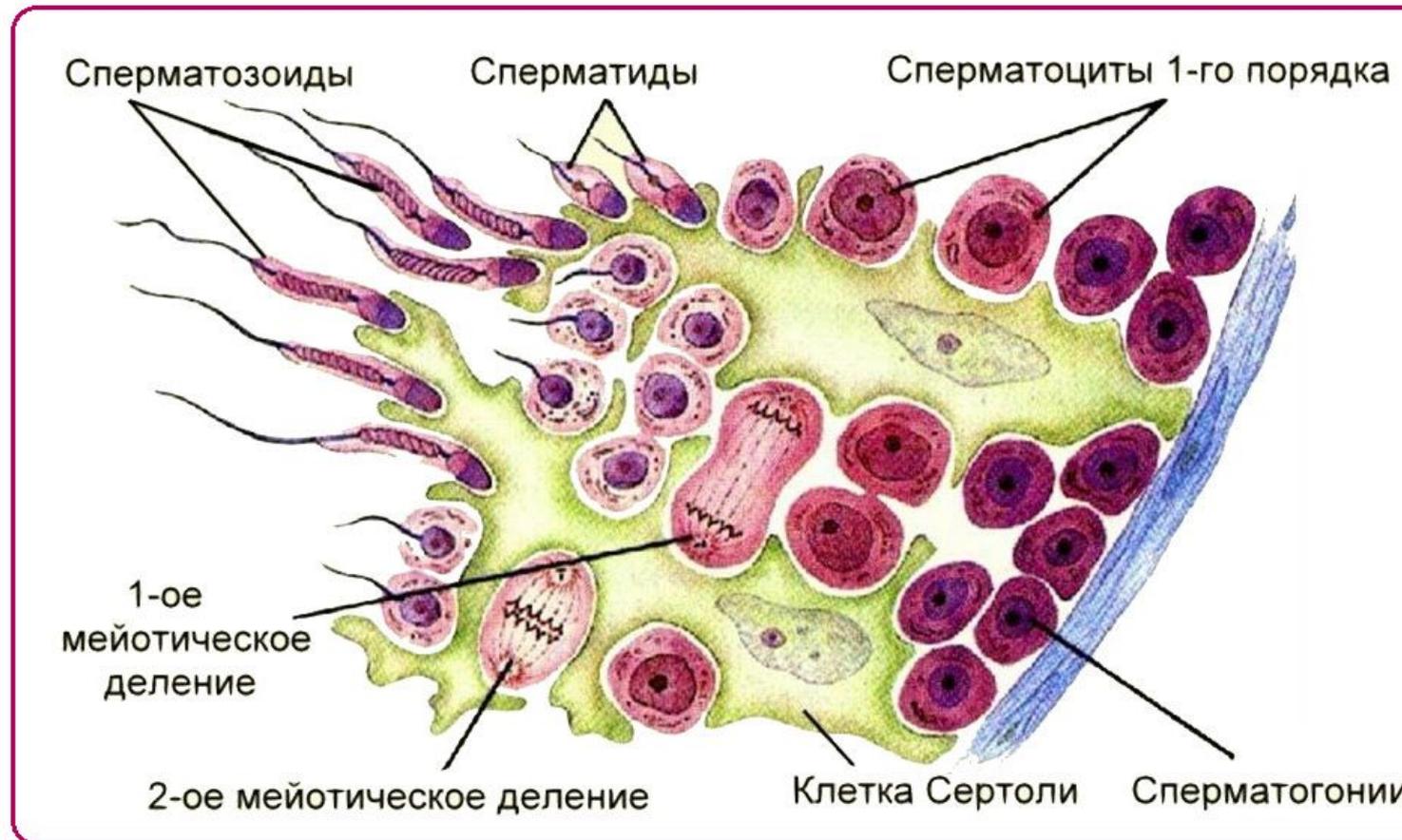
Цитоплазма сохраняется только в виде тонкого слоя, покрывающего акросому, частично остаётся в промежуточном отделе хвоста и очень тонким слоем располагается в жгутике.

Процесс сперматогенеза в целом длится у человека около 75 суток.

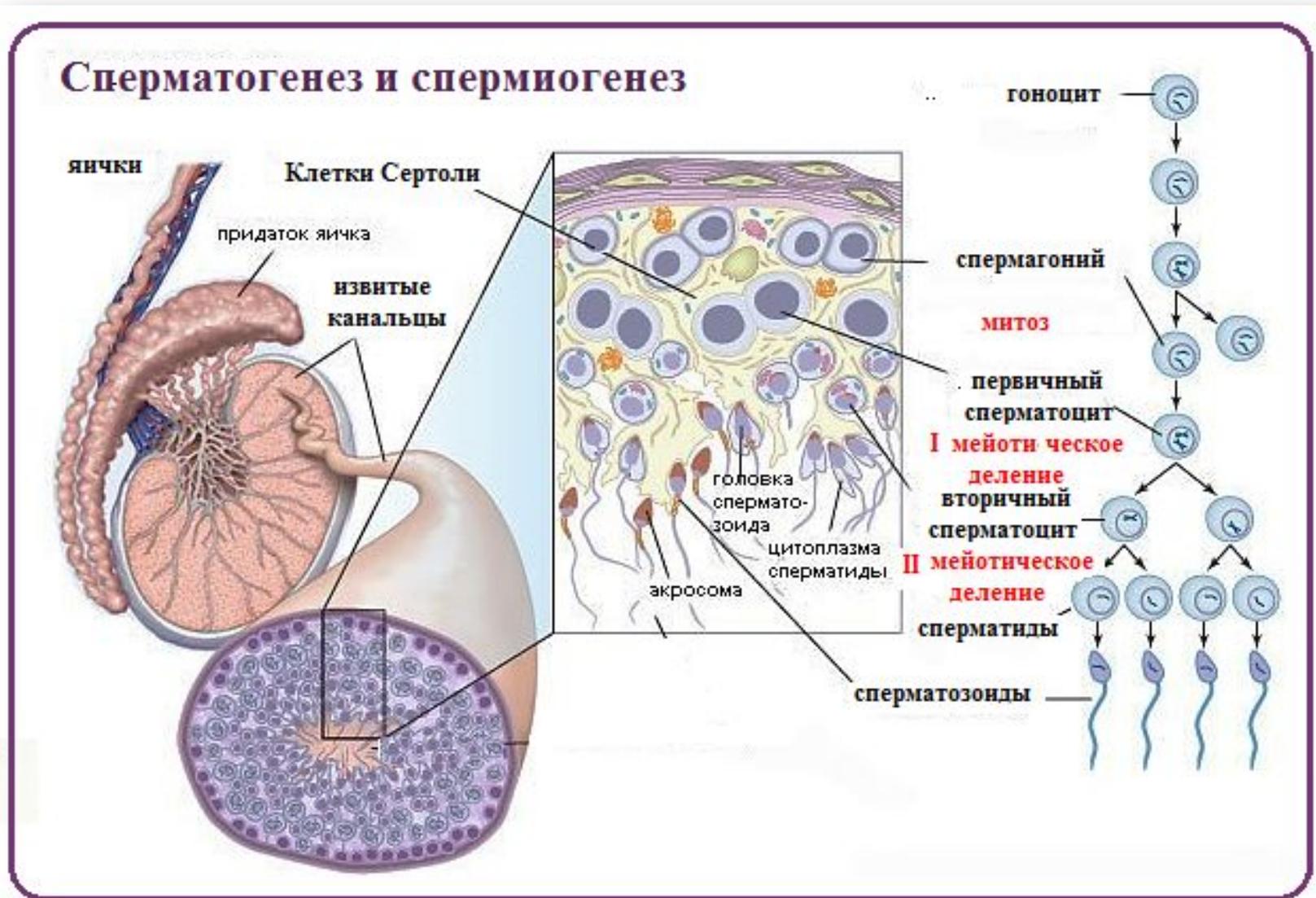


Сперматогенез у человек

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.

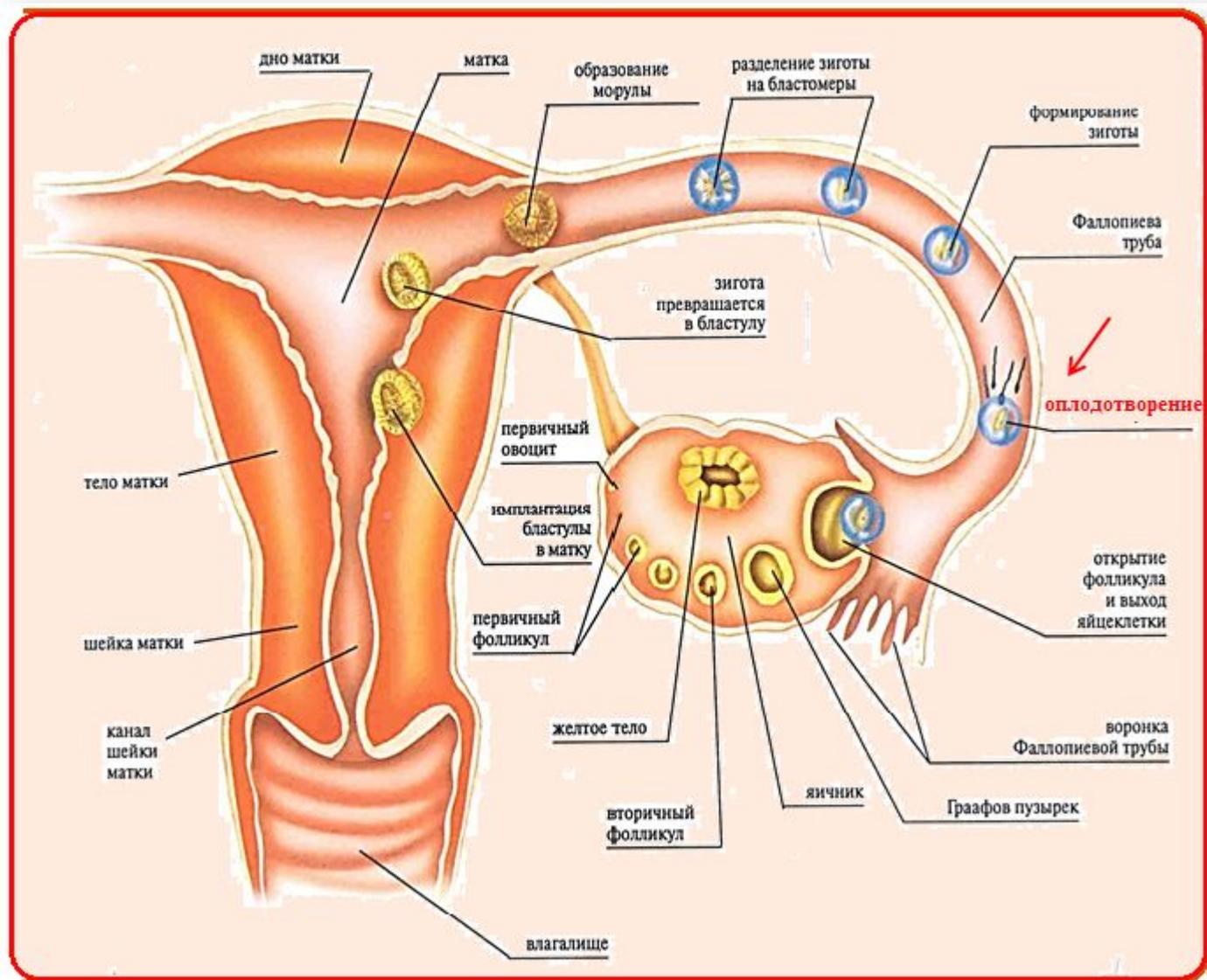


Сперматозоиды образуются в яичках, а именно в извитых семенных канальцах. В стенках семенного канальца расположены **клетки Сертоли** и предшественники половых клеток (**сперматогонии, сперматоциты I и II порядков и сперматиды**).



Оплодотворение

Происходит в расширяющейся части фаллопиевой трубы, расположенной ближе к яичнику.

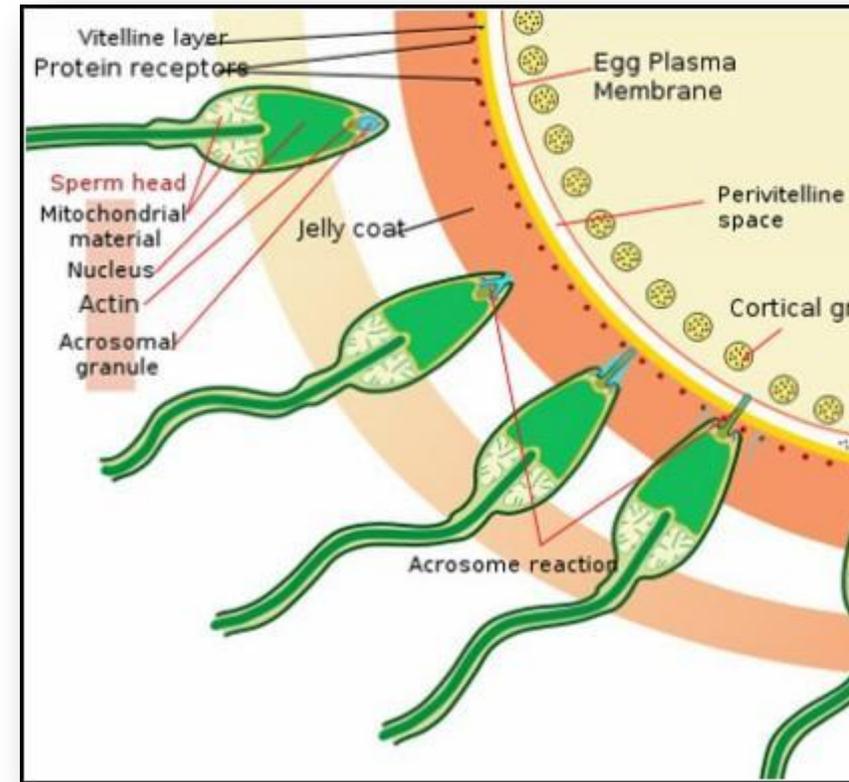


Оплодотворение

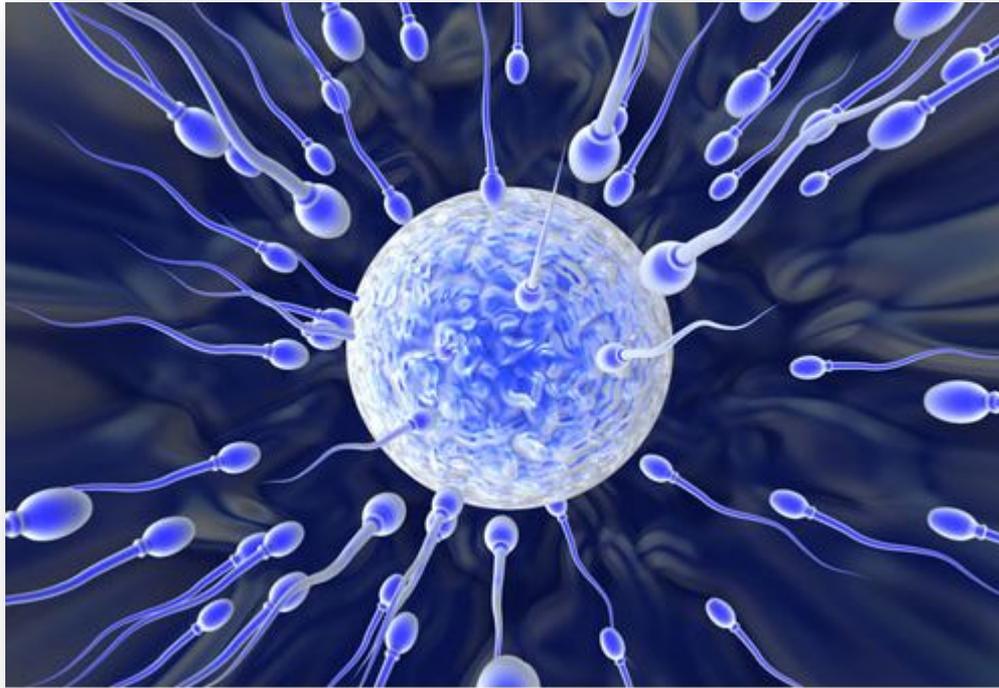
Оплодотворение – это процесс слияния мужской и женской половых клеток, приводящий к образованию зиготы, которая дает начало новому организму.

С момента проникновения сперматозоида в яйцо гаметы перестают существовать, так как образуют единую клетку — зиготу.

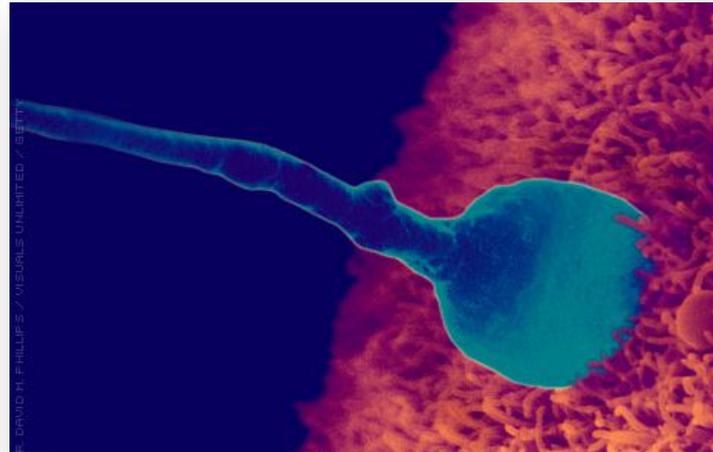
Оплодотворение включает несколько этапов.



Сближение половых клеток. Обеспечивается дистантными взаимодействиями: сближение сперматозоидов с яйцеклеткой под действием веществ, выделяемых яйцеклеткой. В эту фазу сперматозоид начинает направленно двигаться к яйцеклетке (хемотаксис), а также наступает его активация (капацитация).



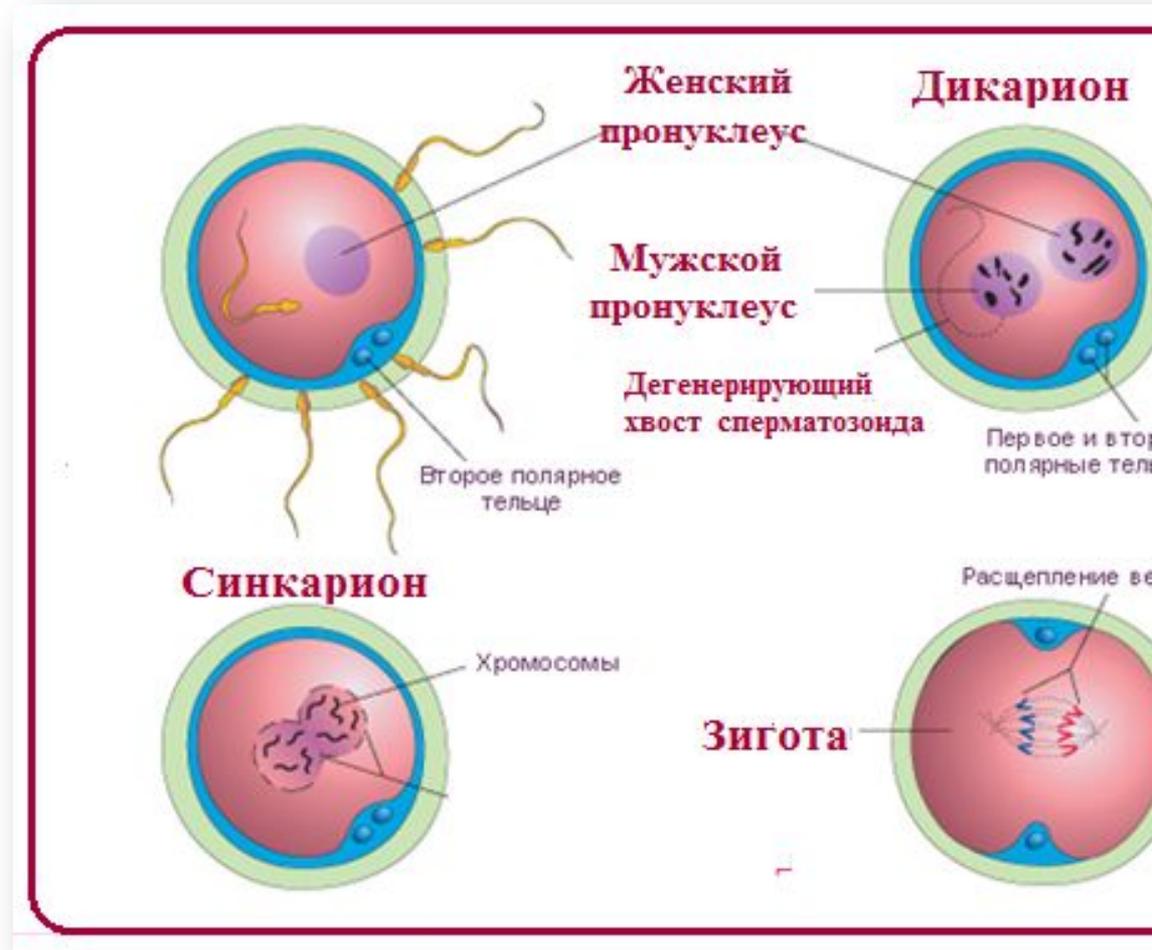
Проникновение сперматозоида в клетку. Процесс оплодотворения начинается с момента контакта сперматозоида и яйцеклетки. В момент такого контакта плазматическая мембрана акросомального выроста и прилежащая к ней часть мембраны акросомального пузырька растворяются, фермент гиалуронидаза и другие биологически 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. **После проникновения головки и шейки сперматозоида в ооплазму** их мембраны сливаются, и головка и шейка сперматозоида оказываются в ооплазме.



Стадия дикариона, синкариона и активация зиготы к делению

После проникновения сперматозоида в яйцеклетку, она теряет фолликулярные клетки, окружающие её, мембрана яйцеклетки становится непроницаемой для других сперматозоидов.

Ядра этих клеток сначала располагаются по отдельности (стадия дикариона), а потом сливаются (синкарион). Происходит объединение генетического материала двух половых клеток.



Оплодотворение

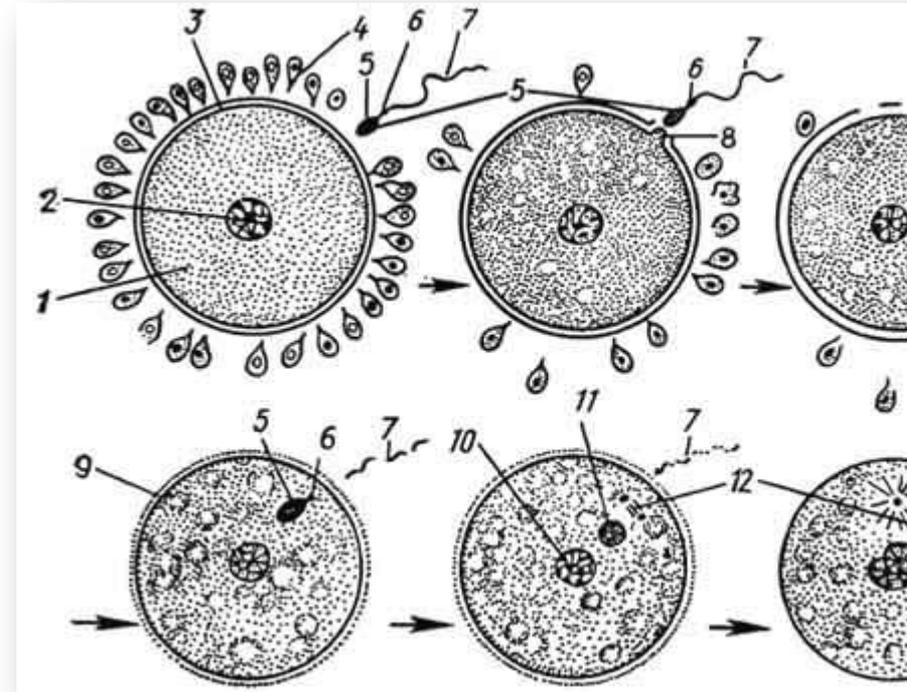
Ядро сперматозоида набухает, его хроматин разрыхляется, ядерная оболочка растворяется, и он превращается в мужской пронуклеус.

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.



Гамоны

Гамоны (от греч. *gámos* — брак), вещества, выделяемые половыми клетками и способствующие оплодотворению. Г. контролируют их встречу и содействуют соединению сперматозоида с яйцом. Вещества, выделяемые женскими и мужскими гаметами, названы ими соответственно **гиногамонами** и **андрогамонами**.

В яйцеклетках животных выявлены: 1) гиногамон I - вещество небелковой природы усиливающий и продлевающий подвижность сперматозоидов; 2) гиногамон II, вызывающий агглютинацию сперматозоидов; его функция заключается в элиминации значительной части сперматозоидов, приближающихся к яйцу.

В сперматозоидах животных найдены: 1) андрогамон I, подавляющий подвижность сперматозоидов; вещество небелковой природы. 2) андрогамон II, инактивирующий агглютинирующее начало; 3) андрогамон III, вызывающий разжижение кортикального слоя яйца; 4) лизины сперматозоида, растворяющие яйцевые оболочки; термолабильные белки (у млекопитающих — фермент гиалуронидаза).

Партеногенез

Партеногенез (гр. девственное происхождение) – половое размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки.

Партеногенез

Факультативный

Как без оплодотворения, так и после него: пчелы, муравьи, коловратки

♂ + ♀ = **самки**

♀ → **самцы**

Возник как способ регуляции соотношения полов

Циклический

У дафний, тлей

♀ → ♀ - **летом**

♂ + ♀ - **осенью**

Возник как способ выживания из-за большой гибели особей

У растений (крестоцветные, сложноцветные, розоцветные и др.) партеногенез называется **апомиксис**.

Обязательный (облигатный)

Все особи – самки (Кавказская скалистая ящерица)

Возник как способ выживания вида из-за трудностей встречи особей друг с другом

Партеногенез: отец не нужен

Отличие «непорочного зачатия» от нормального оплодотворения

Нормальное оплодотворение



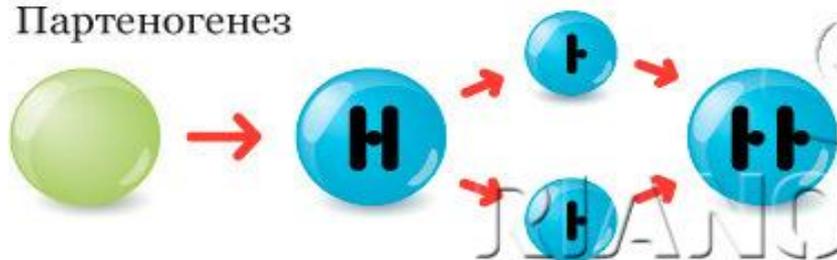
Яйцеклетка оплодотворяется сперматозоидом

Образовавшийся зародыш содержит по одному набору хромосом от каждого родителя

Как это происходит

В яйцеклетке, готовой к оплодотворению, содержится половинный набор хромосом. Созревшая для оплодотворения яйцеклетка делится на две половинки. Затем, объединившись, яйцеклетка с полным набором хромосом начинает дробиться. Образуется эмбрион

Партеногенез



Яйцеклетка делится, образуя две идентичные клетки с одинаковым набором хромосом

Их слияние дает развитие зародышу, с полным набором хромосом

Неожиданный случай

В 2001 г. в зоопарке Henry Doorly в штате Небраска (США) малоголовая рыба-молот произвела на свет детеныша после длительного пребывания в резервуаре с водой, где не было самцов. Результат ДНК-анализа показал, что в клетках детеныша не было никакого генетического материала, кроме материнского



У многих перепончатокрылых насекомых, например, у пчел, из неоплодотворенных яиц развиваются самцы (трутни), из оплодотворенных – женские особи (матки и рабочие пчелы)



У коловраток, представителей класса Bdelloidea (Digononta), самцы вовсе отсутствуют. Размножение идет только путем партеногенеза



У позвоночных партеногенез встречается крайне редко. Исключение – несколько видов ящериц. Описаны случаи партеногенеза и у двух видов варанов, в том числе и у самой крупной из ныне живущих ящериц – комодского варана



У млекопитающих (мышей) удалось получить потомство с помощью искусственного партеногенеза, который провели ученые из Токийского сельскохозяйственного университета в 2004 г.

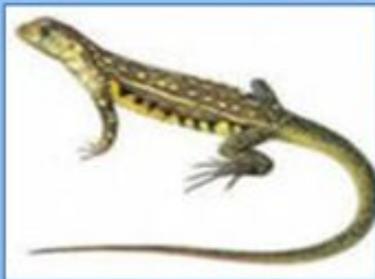
Партеногенез.

Яйцеклетки способны развиваться в целый организм без

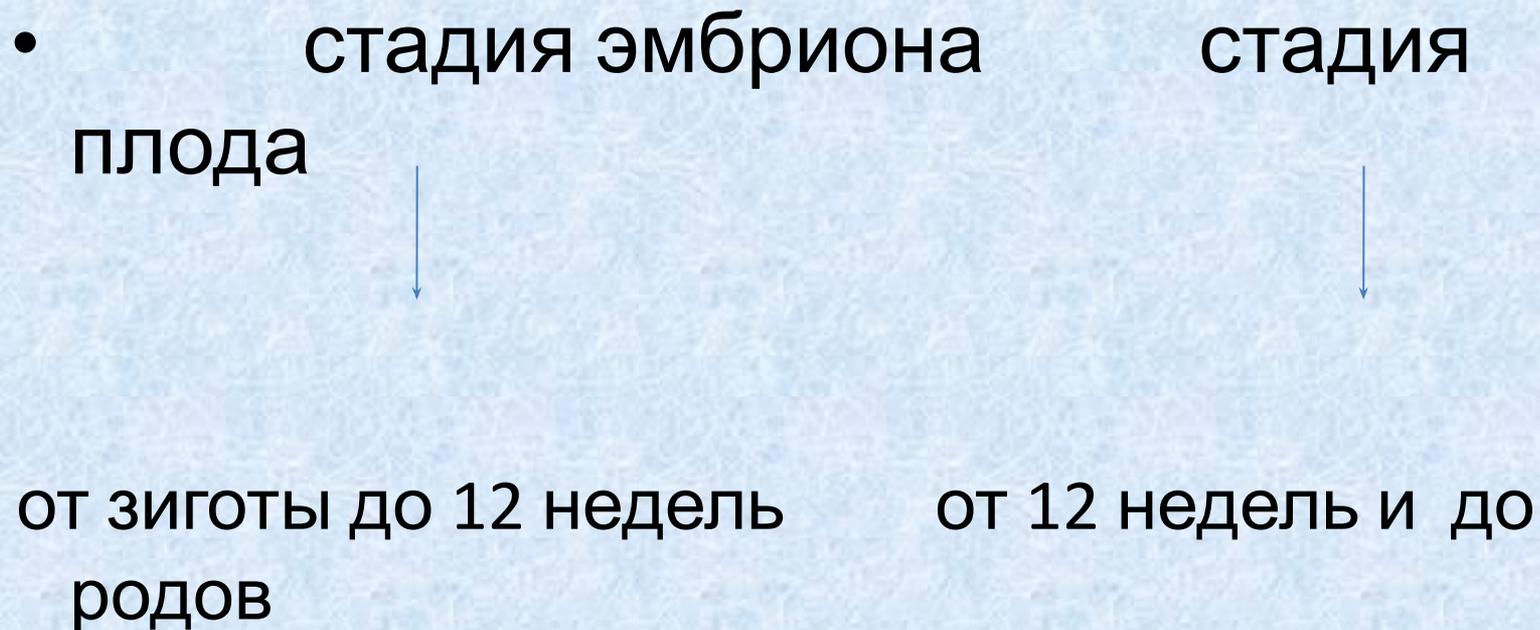
Андрогенез - мужской прнуклеус на стадии дикариона погибает; дальнейшее развитие осуществляется под контролем женского пронуклеуса

Гиногенез - спермии должны присутствовать в окружающей среде (активация яйцеклетки);

В обоих случаях вся популяция вида состоит из самок. Эти способы размножения позволяют популяциям существовать в условиях жесткой изоляции и трудности в поисках партнеров.



Аntenатальный период - это период развития особи с момента образования зиготы до родов.

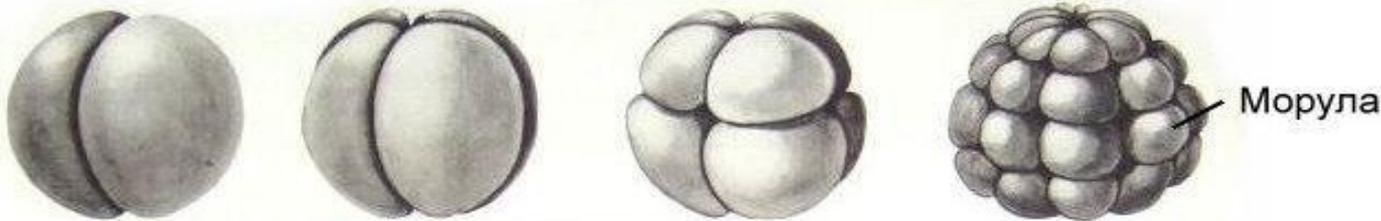


Антенатальный период включает процессы:

- **дробление** – процесс образования многоклеточного однослойного зародыша - **бластулы** путем деления одноклеточного зародыша - **зиготы**
- **гастроляция** – процесс образования многослойного зародыша - **гастроулы**
- **гисто-, органо-, и морфогенезы** - процессы образования тканей, зачатков органов и придания им окончательной

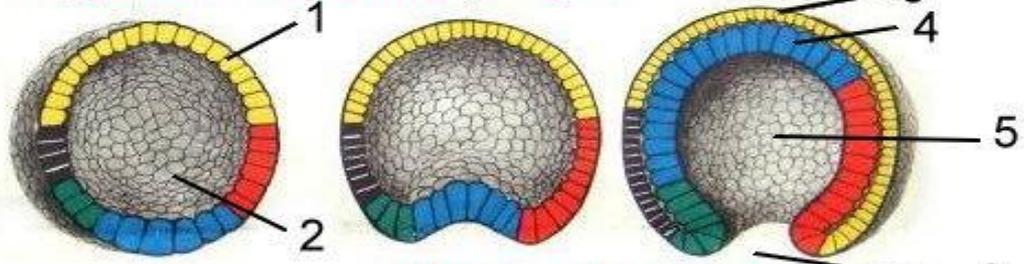


Оплодотворение



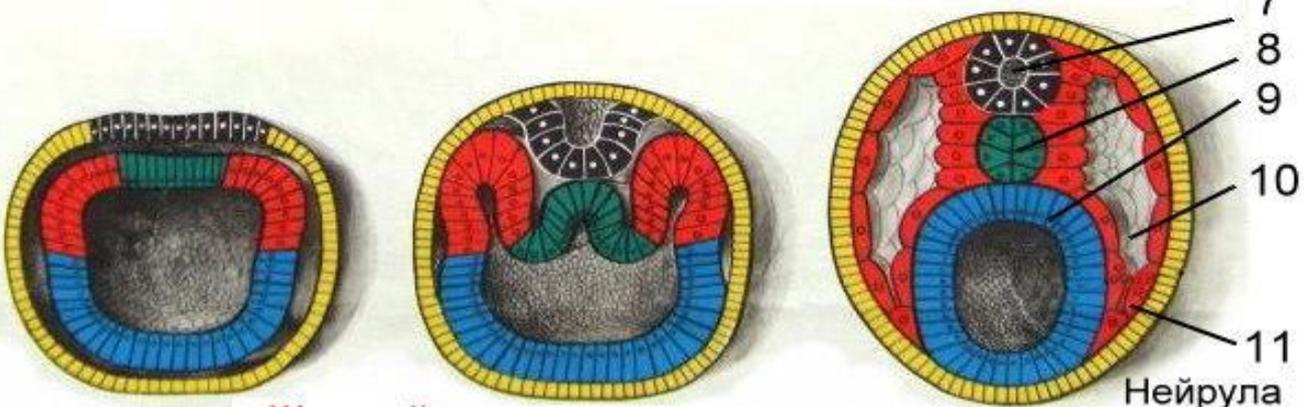
Морула

I - дробление, бластуляция



Бластула

II - гастрюляция

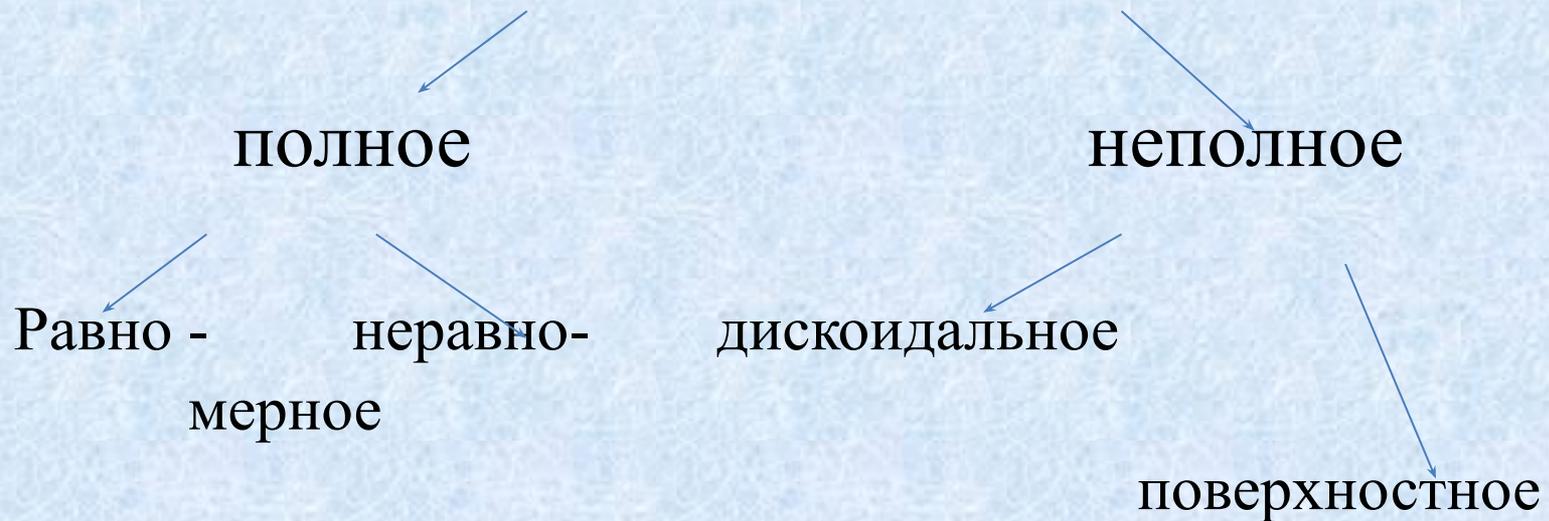


III - нейруляция и органогенез

Нейрула

Дробление – тип деления зиготы, при котором размеры новообразующихся клеток – бласто-меров, уменьшаются. В результате образуется многоклеточный однослойный зародыш – **бластула**, равный по размерам зиготе.

В зависимости от типа яйцеклеток различают следующие типы дробления:



Дробление

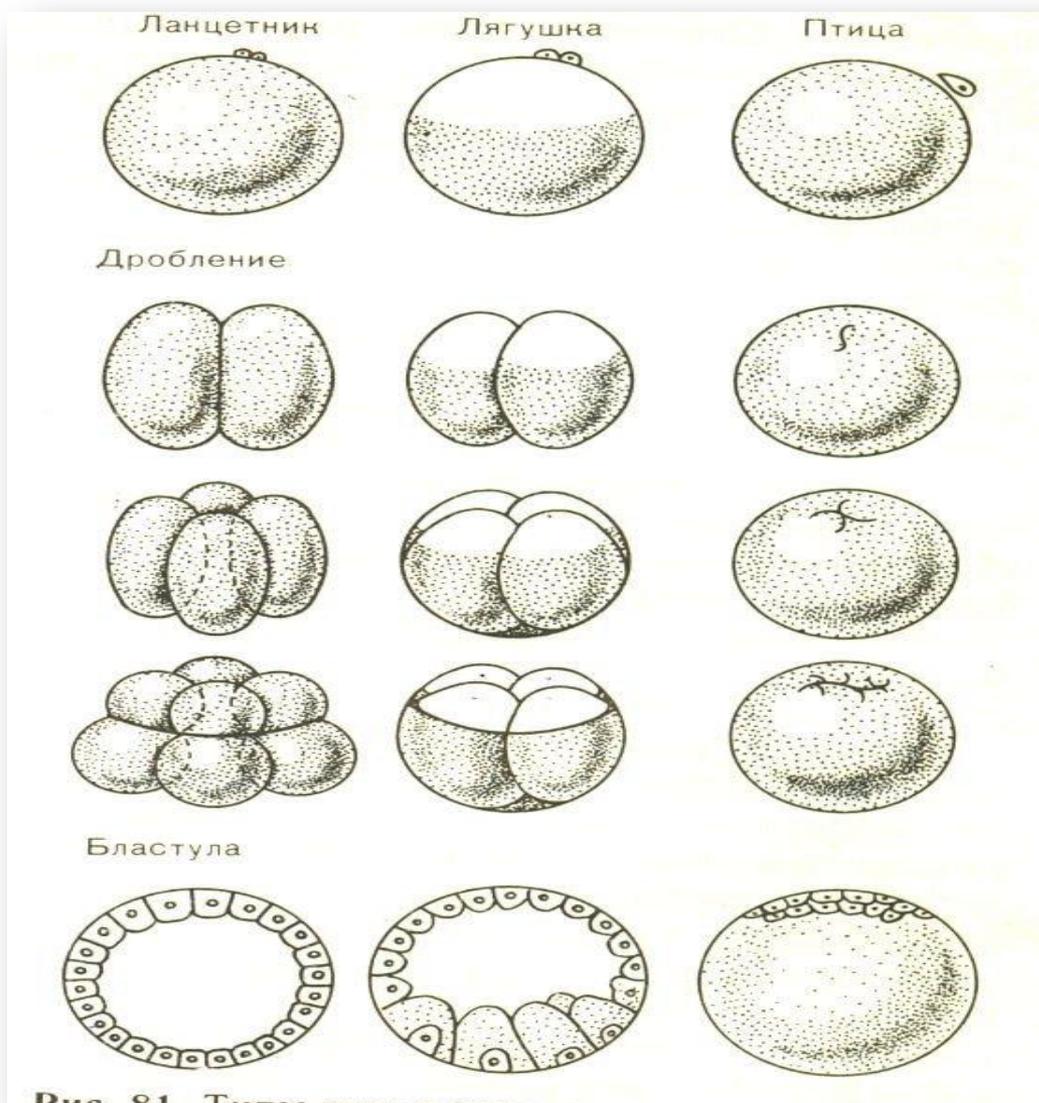
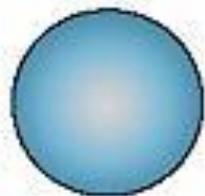
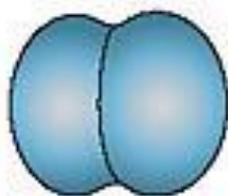


Рис. 81. Типы яиц и способы дробления.

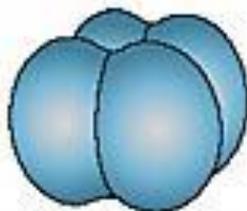
Бластула — однослойный многоклеточный зародыш



Зигота



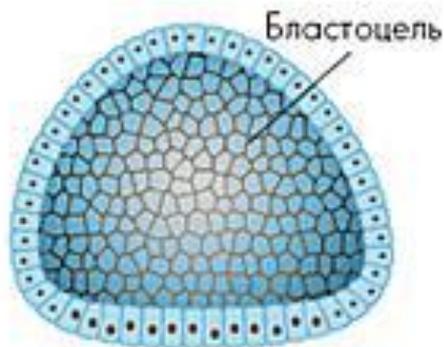
Стадия 2-х бластомеров



Стадия 4-х бластомеров



Стадия 32-х бластомеров



Бластула в разрезе

Бластула

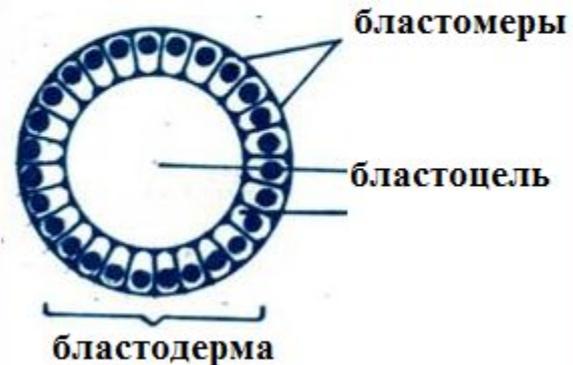


СХЕМА СТРОЕНИЯ ЯИЦ И ТИПЫ ИХ ДРОБЛЕНИЯ



Классификация яиц по их строению

Гомолецитальные

Телолецитальные

Центролецитальные

Классификация яиц по способу дробления

Голобластические яйца

Меробластические яйца

Типы дробления

Полное дробление (равномерное и неравное)

Частичное дробление

Радиальное

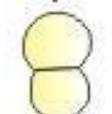
Спиральное

Билатеральное

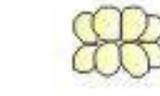
Двусимметричное

Дискоидальное

Поверхностное



(У водолюба)



(У голотурии)

(У лягушки)

(У моллюска)

(У аскариды)

(У гребневика)

(У лосося)

Типы бластул

Целобластула

Стерробластула

Дискобластула

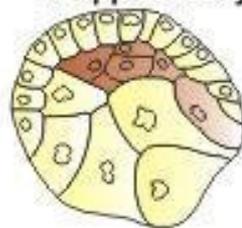
Перибластула



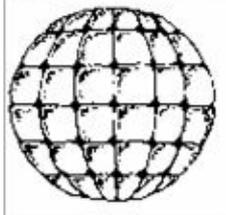
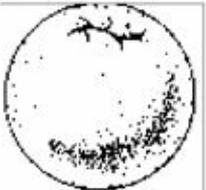
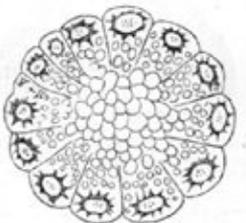
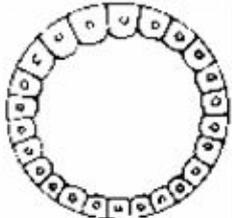
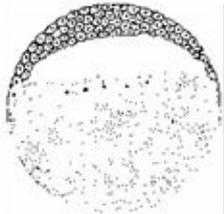
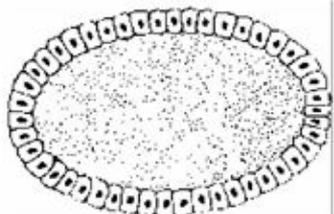
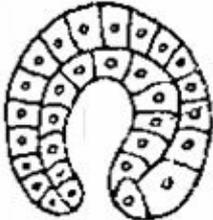
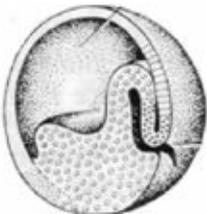
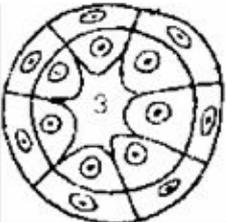
Равномерная



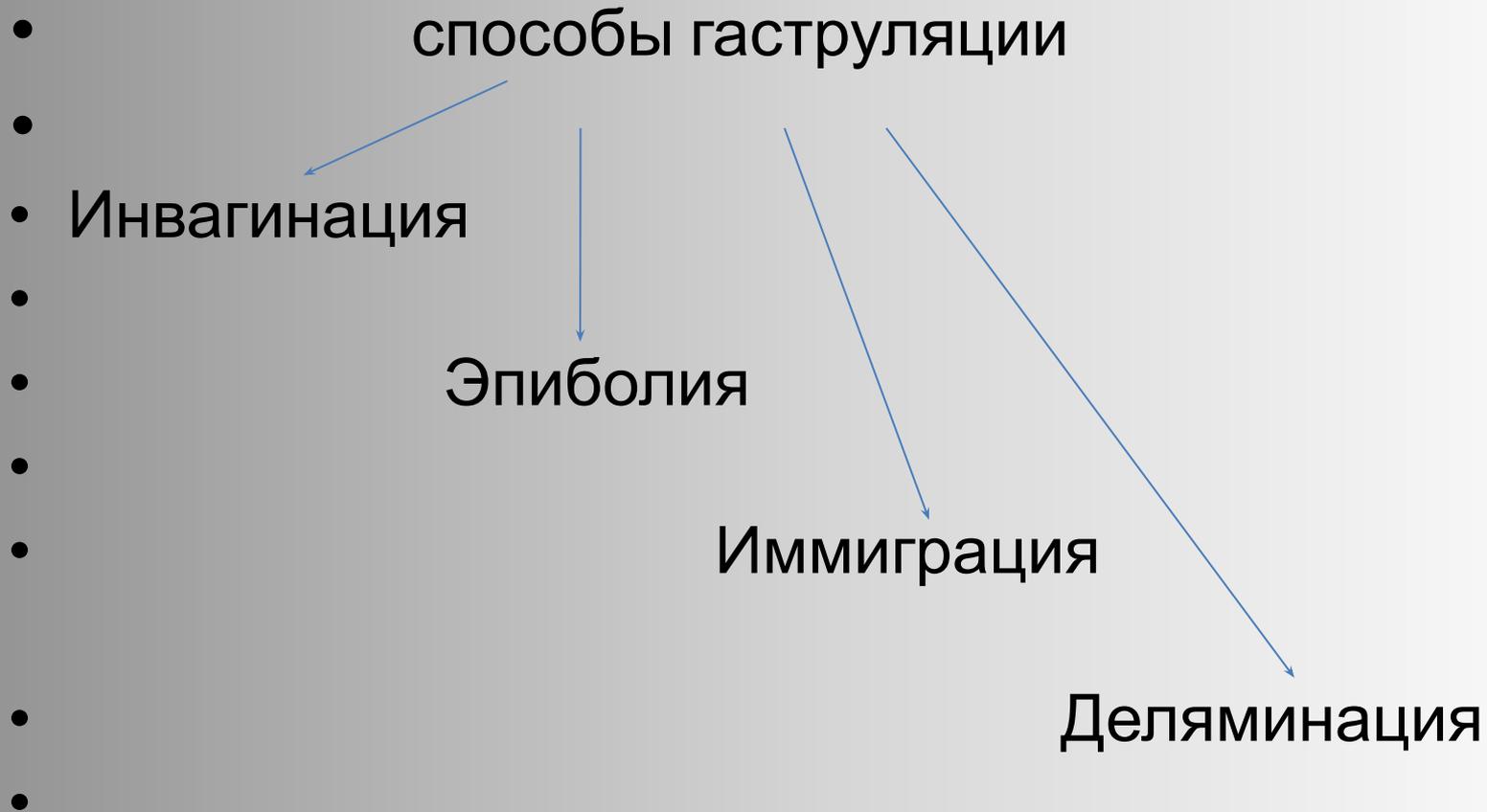
Неравномерная



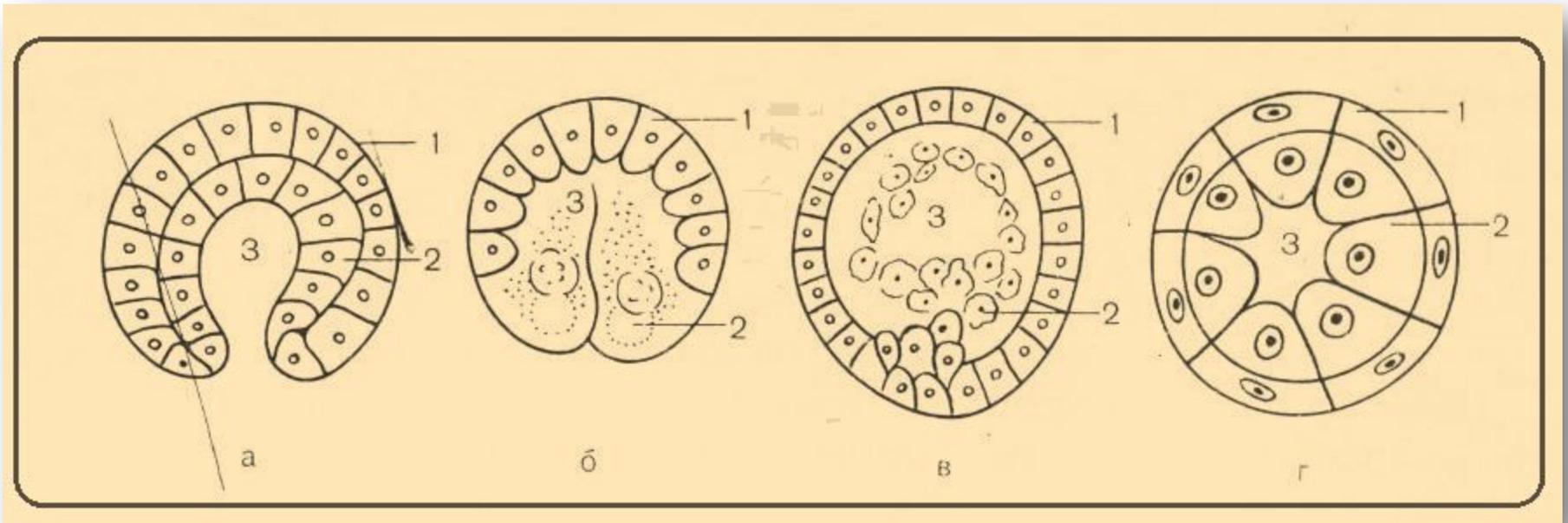
Этапы антеннатального онтогенеза

Тип яйце-клетки	изолецитальная	умеренно телolecитальная	резко телolecитальная	центролецитальная
Тип дробления	п о л н о е		н е п о л н о е	
	равномерное 	неравномерное 	дискоидальное 	поверхностное 
Тип бластулы	целобластула 	амфибластула 	дискобластула 	перибластула 
Преобладающий способ гастрюляции	инвагинация 	эпиболия 	деляминация 	
Представители	ланцетник, морской еж	амфибии	рыбы, птицы, рептилии	насекомые

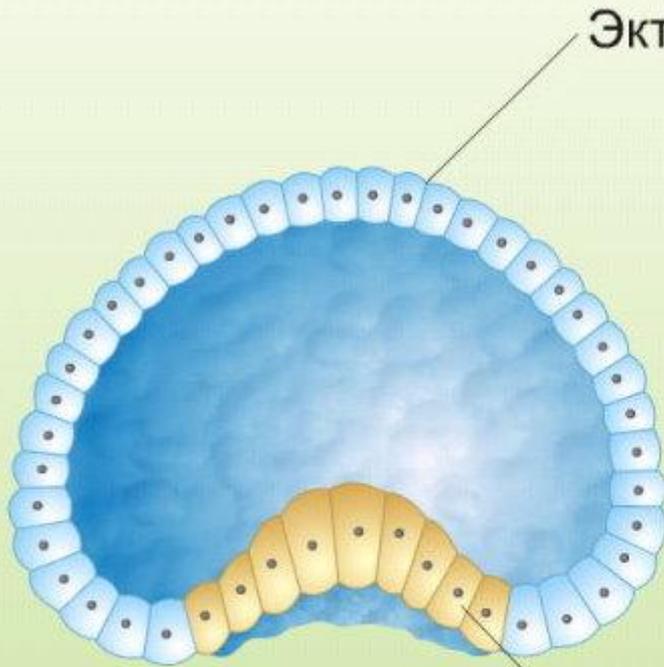
Гаструляция - процесс образования многослойного зародыша - **гастролы**



Типы гастрюляции



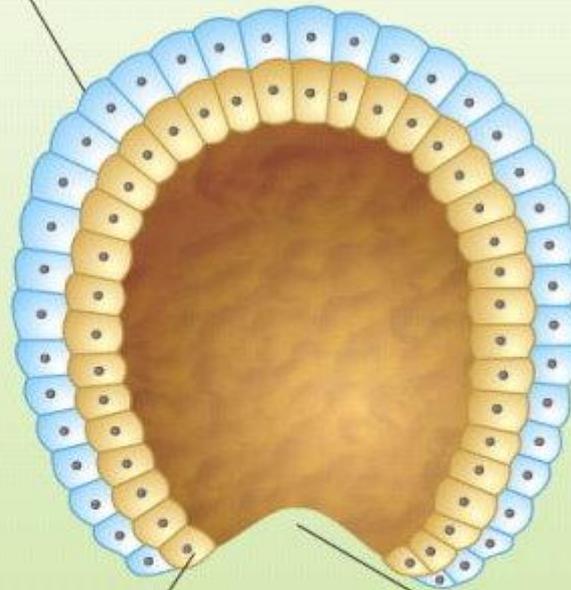
Гастрюляция - процесс образования многослойного зародыша
- гастрюлы



Эктодерма

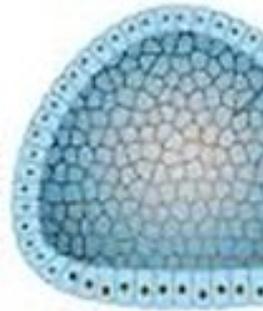
Энтодерма

НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ
ГАСТРУЛЫ



Первичный рот

ГАСТРУЛА



Бластула в разрезе

Эмбриогенез

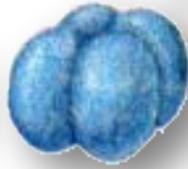
СТАДИИ



Оплодотворенное яйцо



2 клеток-бластомеров



4 клеток



8 клеток



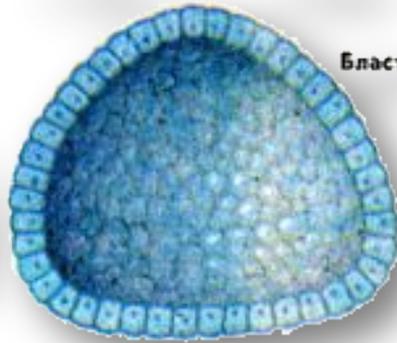
16 клеток



32 клеток

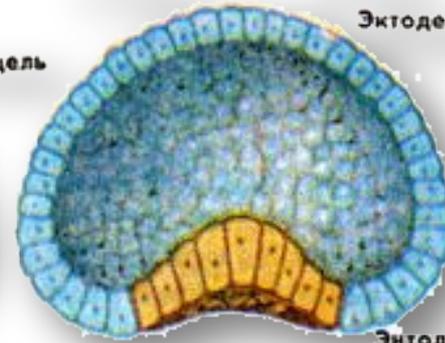


БЛАСТУЛА



БЛАСТУЛА В РАЗРЕЗЕ

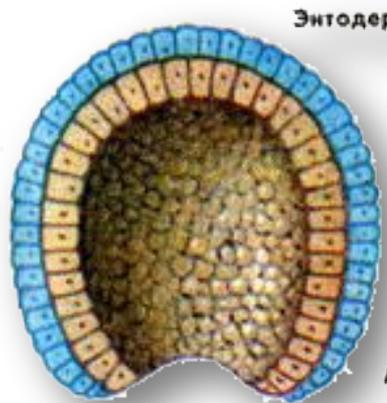
Бластоцель



НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ ГАСТРУЛЫ

Эктодерма

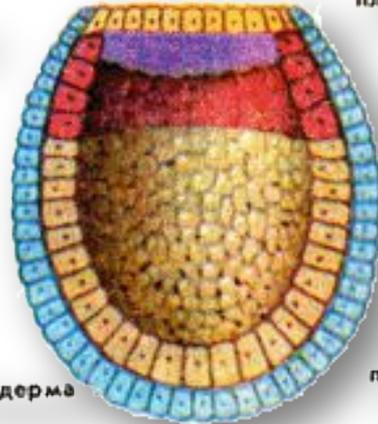
Энтодерма



ГАСТРУЛА

Энтодерма

Мезодерма



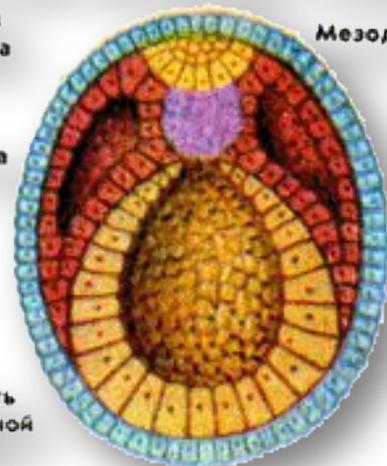
РАННЯЯ НЕЙРУЛА

Нервная пластинка

Хорда

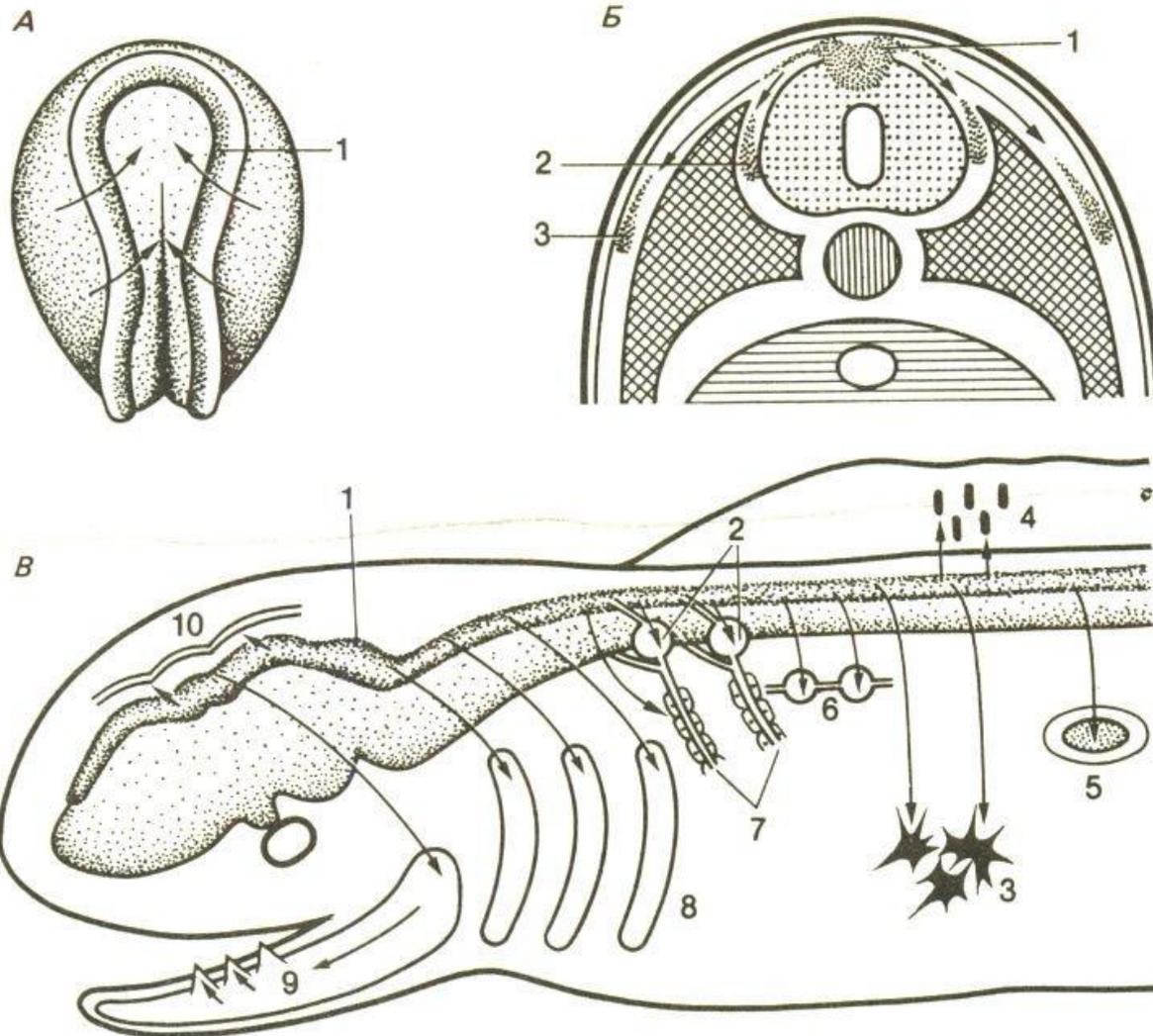
Полость первичной кишки

Мезодерма

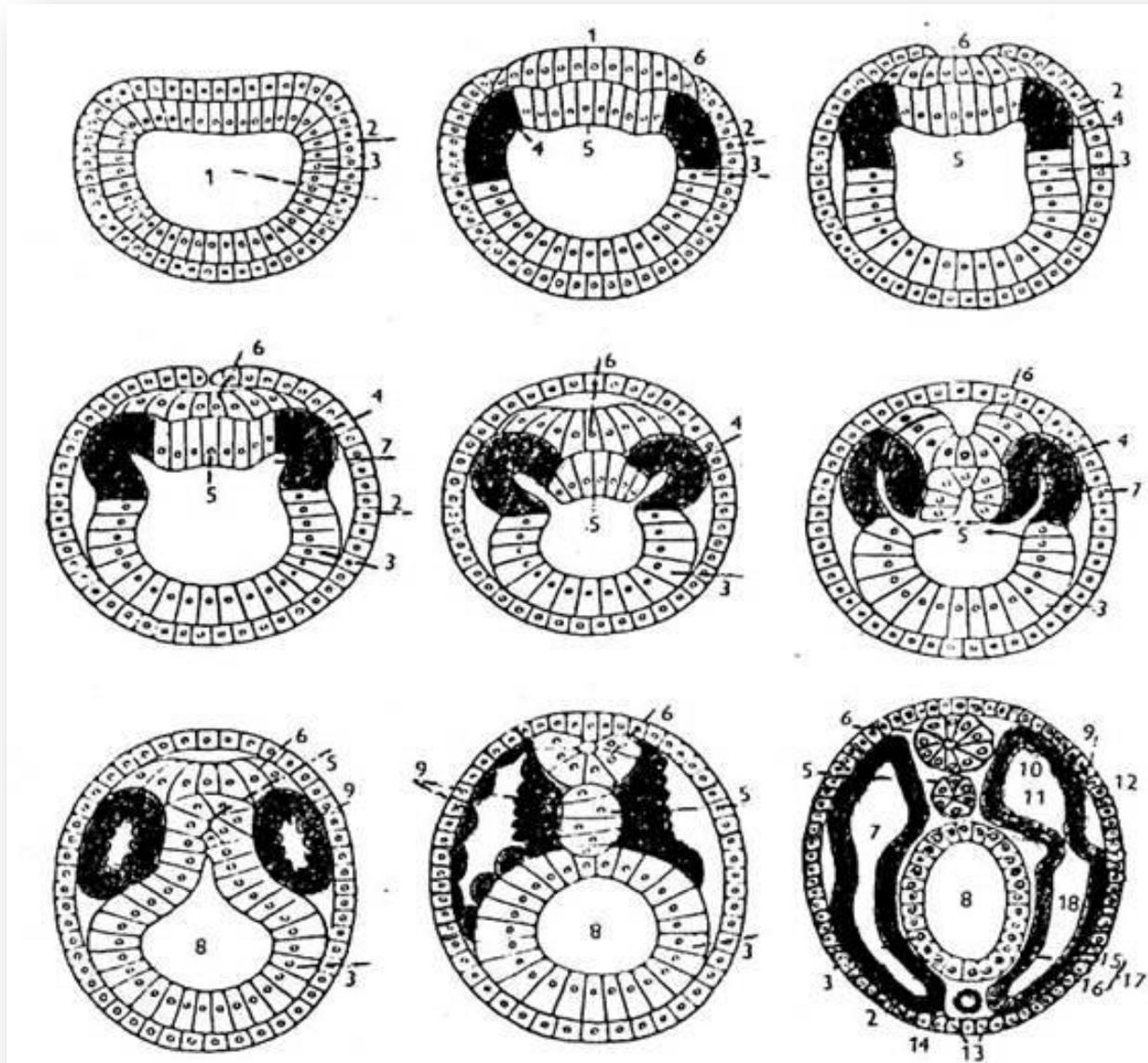


НЕЙРУЛА

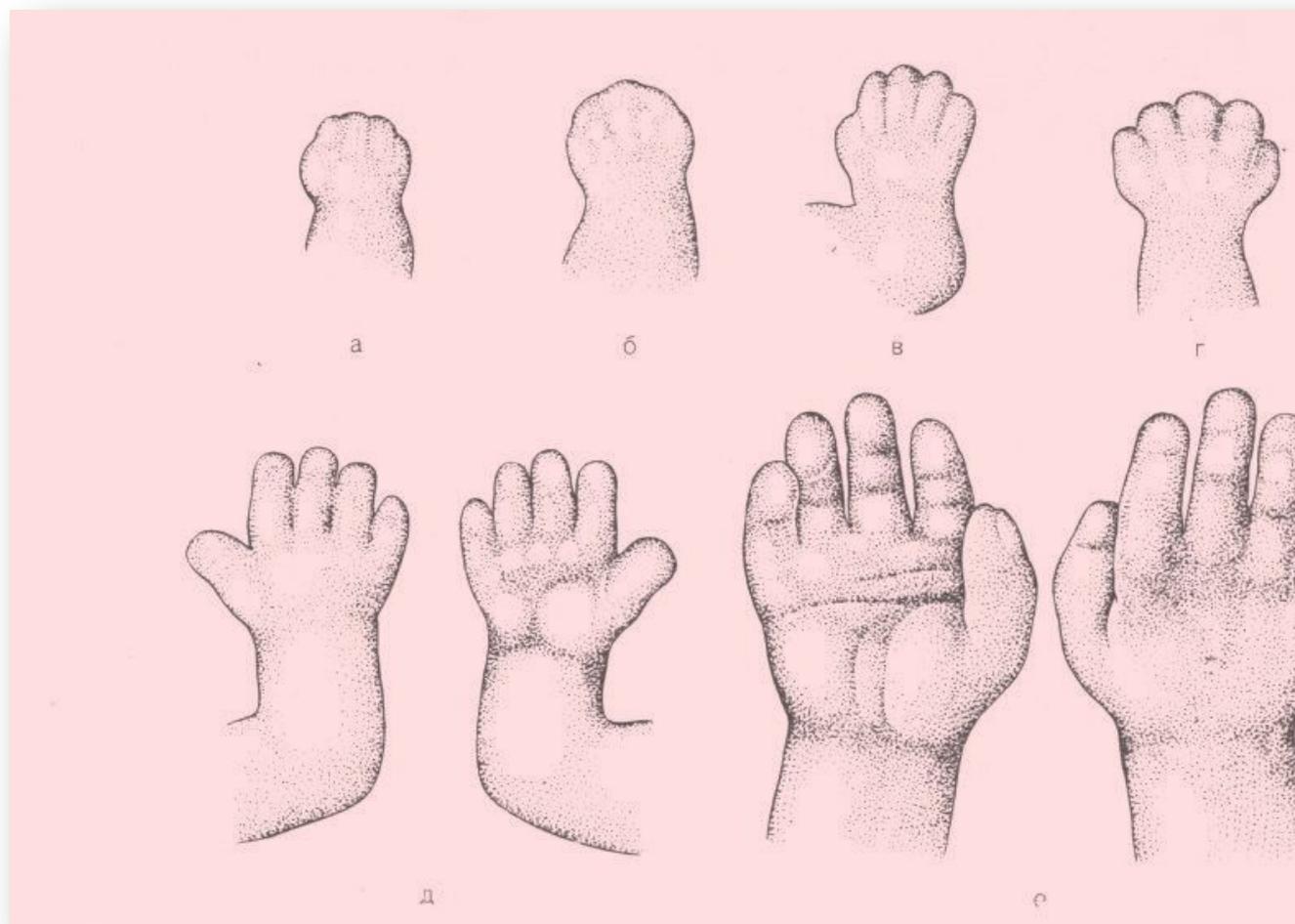
Поздняя гастрולה – зародыш на стадии осевых органов



Образование мезодермы



Морфогенез – процесс придания зачаткам органов их **определённой формы**. Образование формы чаще всего происходит в результате **дифференциального роста**. В основе морфогенеза лежит **упорядоченное движение** клеток и групп клеток. В результате **перемещения** клетки попадают в новую среду. Процесс происходит **во времени и пространстве**.



Механизмы онтогенеза :

- Детерминация → ооплазматическая
сегрегация →
- эмбриональная
индукция
- Деление клеток - пролиферация
- Дифференциация
- Миграция клеток и пластов
- Избирательная сортировка клеток
- Запрограммированная гибель клеток

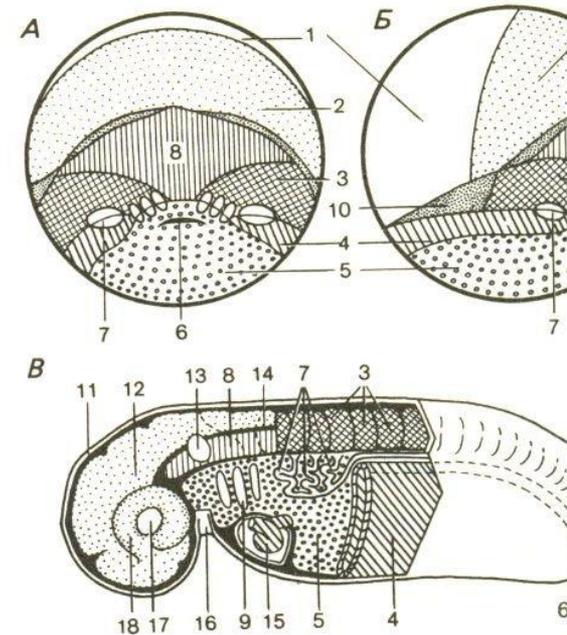
Ооплазматическая сегрегация является

механизмом автономной детерминации. Это процесс разделения цитоплазмы яйцеклетки по химическому составу.

Автономная детерминация обусловлена материнскими цитоплазматическими факторами, вырабатываемыми в период оогенеза под контролем генов материнского организма. Достигается в результате неравномерного распределения в ооците транскрипционных факторов

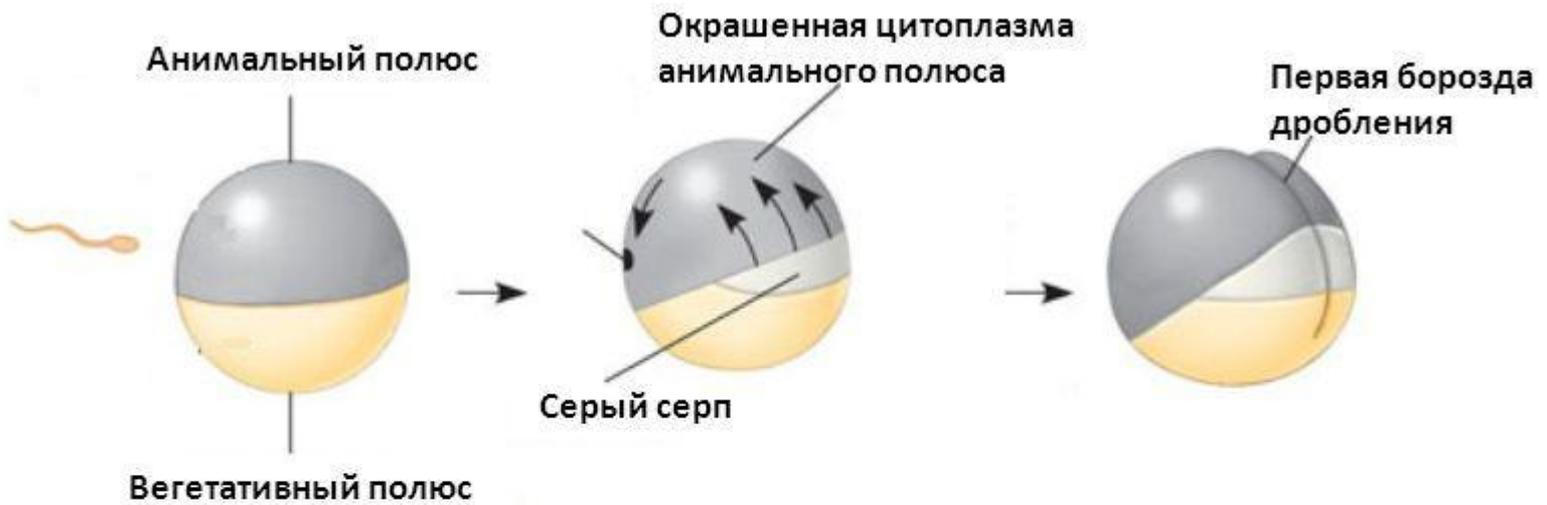
Ооплазматическая сегрегация — неравномерное распределение веществ в цитоплазме ооцита (в первую очередь иРНК и белков-регуляторов), а затем и яйцеклетки.

Благодаря ооплазматической сегрегации бластомеры получают разную по составу цитоплазму, которая определяет направление их будущей дифференциации.

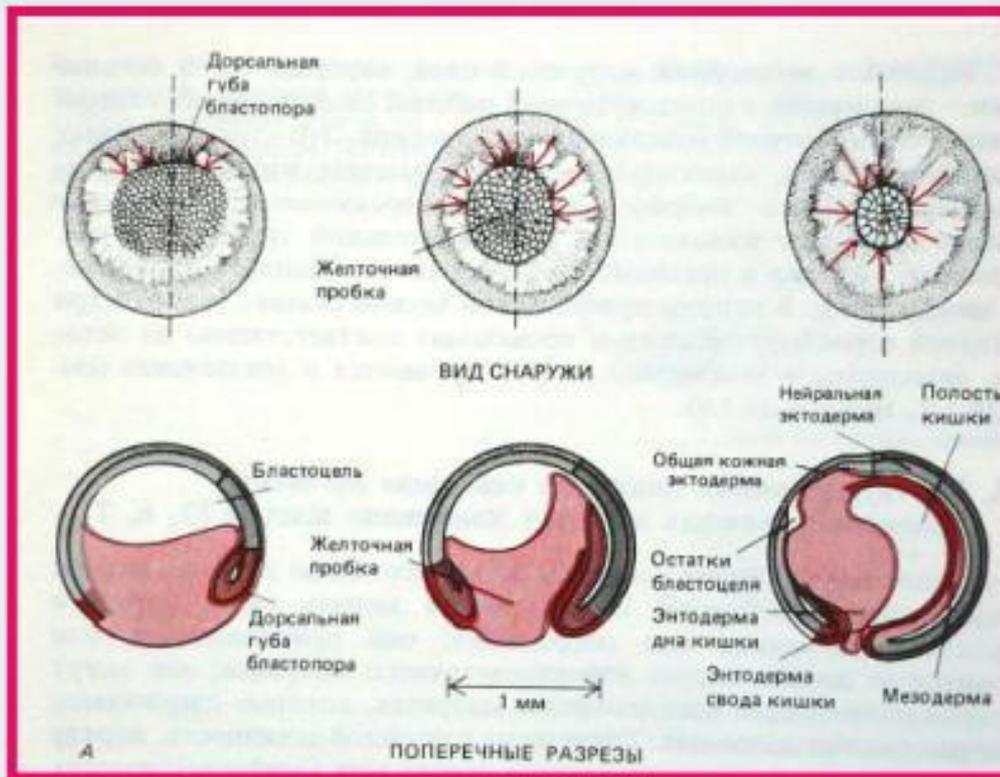


В ходе ооплазматической сегрегации формируются те региональные особенности цитоплазмы, которые бы намечают, «преформируют» химическом уровне план строения будущего организма.

Формирование осей зародыша



Гастрюляция



Эмбриональная индукция — это механизм зависимой детерминации и заключается во взаимодействии между частями развивающегося организма у многоклеточных, беспозвоночных и всех хордовых.

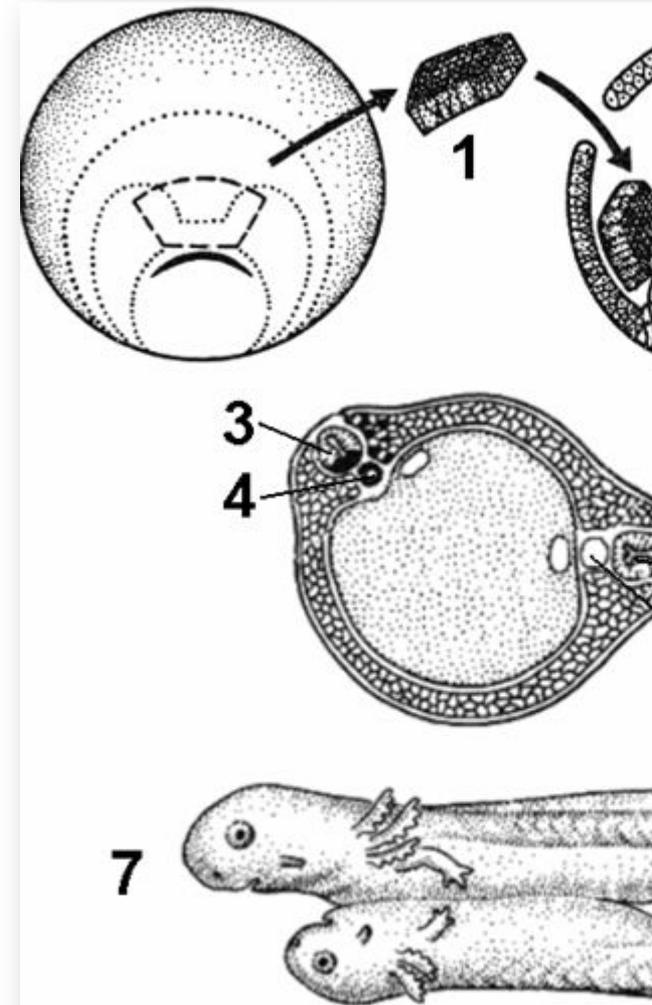
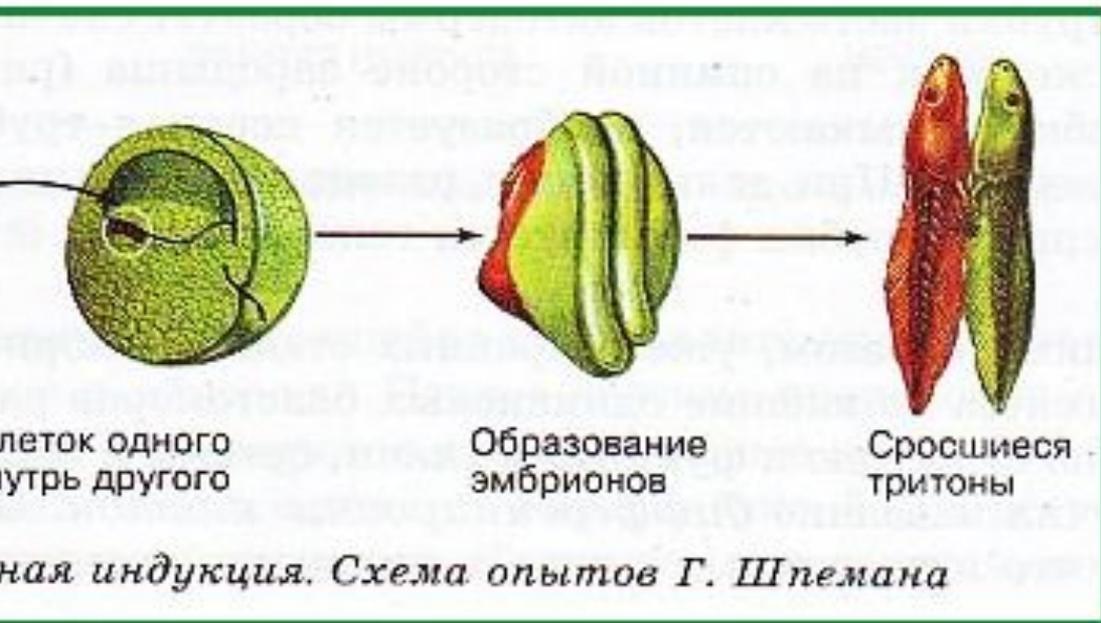
Явление было открыто Г. Шпеманом в 1901 году при изучении образования зачатка хрусталика глаз у зародышей земноводных

Зависимая детерминация устанавливается с помощью меж-клеточных взаимодействий, которые передают сигналы от одних клеток другим; те воспринимают сигналы, приобретая способность развиваться в определённом направлении

Согласно гипотезе Г. Шпемана существуют определенные клетки, которые действуют как **организаторы** другие, подходящие для этого клетки в условиях отсутствия клеток-организаторов такие клетки пойдут по другому пути развития, отличном от того, в котором они развивались бы в условиях присутствия организаторов.

из дорсальной губы **бластопора гастрюлы** гребенчатого ментированным зародышем пересадили в вентральную **улы** близкого вида, тритона обыкновенного.

ки дорсальной губы при нормальном развитии **мезодермальные сомиты (миотомы)**. После пересадки та из тканей трансплантата развивалась **миотомы**. Над ними из **эктодермы** реципиента возникла **нервная трубка**. В итоге это привело к образованию органов второго **головастика** на том же зародыше. Если на **уровня** полностью удалить зачаток хорды, то нервная **трубка** развивается.



1 – зачаток хордомезодермы; 2 – полость бластулы; 3 – нервная трубка; 4 – индуцированная хорда; 5 – первичная хорда; 7 – формирование вторичного зародыша-хозяином.

ПРОЛИФЕРАЦИЯ



ПРОЛИФЕРАЦИЯ (от лат. proles — отпрыск, потомство и fero — несут), увеличение числа клеток путём митоза, приводящее к росту ткани.

Интенсивность П. регулируется стимуляторами и ингибиторами, вырабатываемыми как вдали от реагирующих клеток (напр., гормонами), так и внутри них. В раннем эмбриогенезе П. происходит непрерывно. По мере дифференцировки периоды между делениями удлиняются.

При увеличении числа клеток возникают клеточные группы, или популяции, объединенные общностью локализации в составе зародышевых листков (эмбриональных зачатков) и обладающие сходными гистогенетическими потенциями.

Пролиферация (деление клеток) идет постоянно, зародыш растет.



ПРОЛИФЕРАЦИЯ

- * ***Компонент*** воспаления.
- * ***Характеризуется*** увеличением числа стромальных и паренхиматозных клеток, образованием межклеточного вещества.
- * ***Направлена*** на восстановление поврежденных и замещение разрушенных тканевых элементов

ДИФФЕРЕНЦИРОВКА

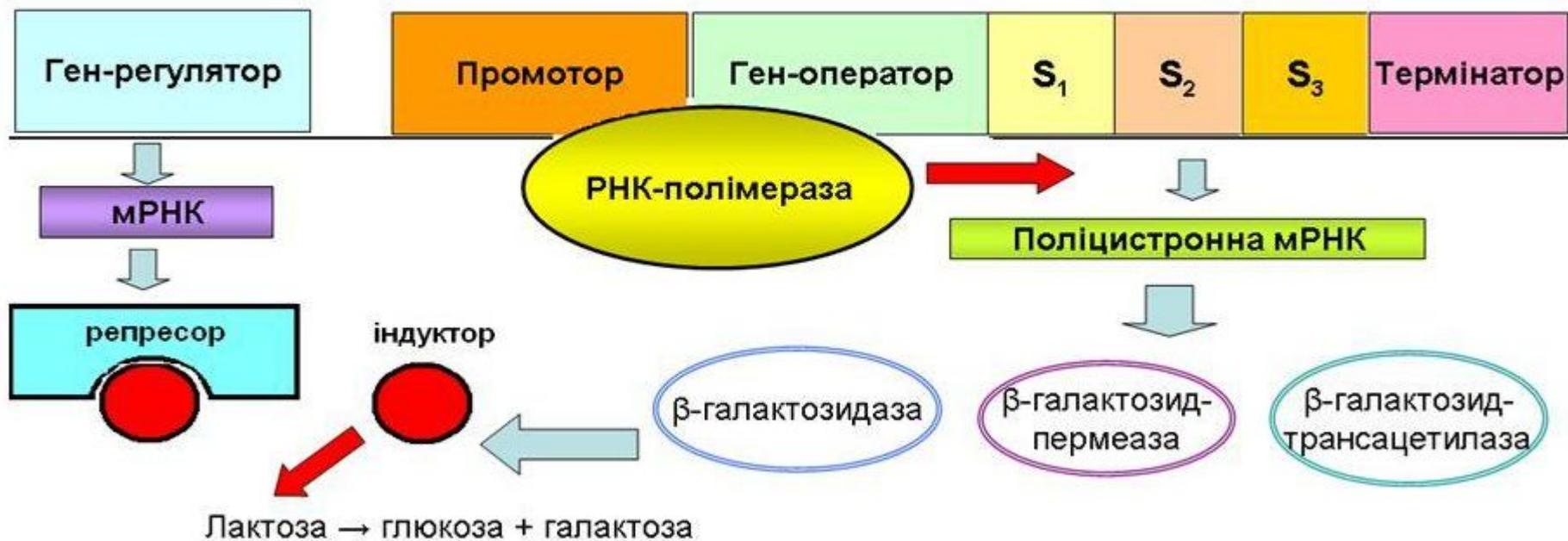
клеток - это процесс возникновения различий между первоначально однородными клетками, в ходе которого образуются специализированные клетки, ткани и органы, способные выполнять в организме определённые функции.

В процессе дифференциации происходит реализация генетически обусловленной программы формирования специализированного фенотипа клеток, отражающего их способность к тем или иным профильным функциям.

Реализация программирования развития в определенном направлении и есть дифференцировка.



Лас-оперон



Дифференцировка клеток (на основе избирательной активности генов)

Дифференцированные клетки в отличие от детерминированных обладают специальными морфологическими и функциональными особенностями.

В них происходят строго определенные биохимические реакции и синтез специальных белков:

Клетки печени – альбумин.

Клетки эпидермиса кожи – кератин.

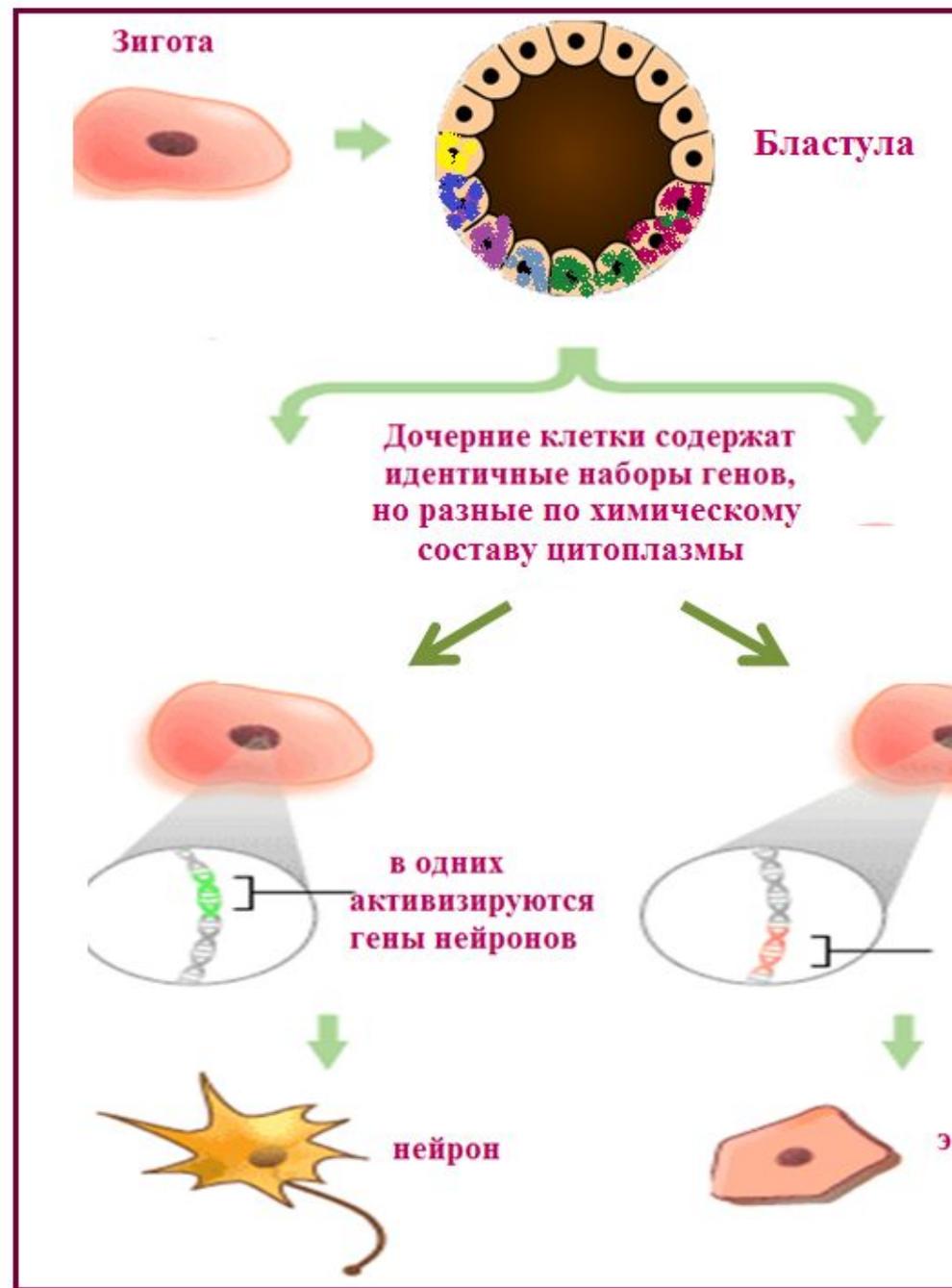
Мышцы – актин, миозин, миелин, гемоглобин.

Молочные железы – казеин, иммуноглобулин.

Щитовидная железа – тироглобулин.

Слизистая оболочка желудка – пепсин.

Желудочная железа – трипсин, панкреотрипсин, амилаза, инсулин.



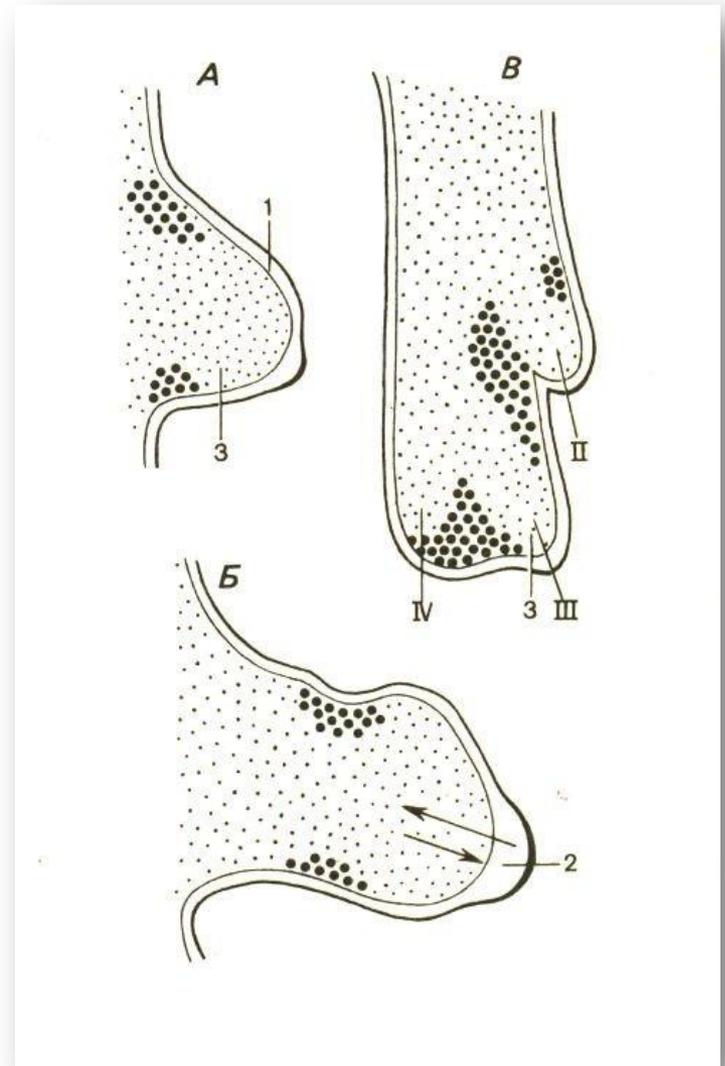
АПОПТОЗ (от гр. ἀπόπτωσης — опадание листьев) — генетически запрограммированная избирательная клеточная гибель без развития воспалительного процесса является обязательной составляющей эмбриогенеза и носит избирательный характер;

в результате апоптоза клетка фрагментируется на отдельные апоптотические тельца, ограниченные плазматической мембраной. Фрагменты погибшей клетки обычно очень быстро фагоцитируются макрофагами либо соседними клетками, минуя **развитие воспалительной реакции.**

Процесс апоптоза продолжается 1—3 часа.

Функций апоптоза: уничтожение дефектных (повреждённых, мутантных, инфицированных) клеток. В многоклеточных организмах апоптоз к тому же задействован в процессах дифференциации и морфогенеза, в поддержании клеточного гомеостаза, в обеспечении важных аспектов развития и функционирования иммунной

Запрограммированная гибель клетки - апоптоз

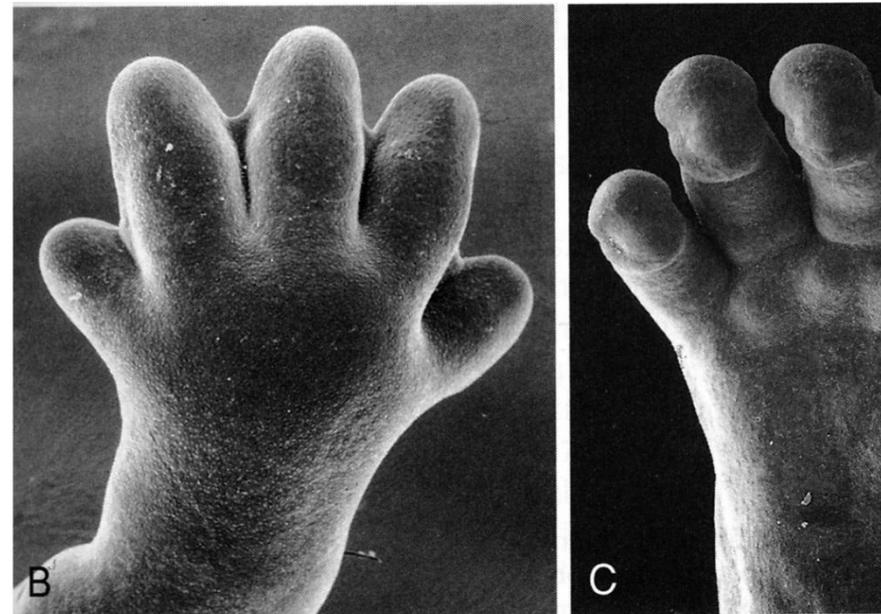
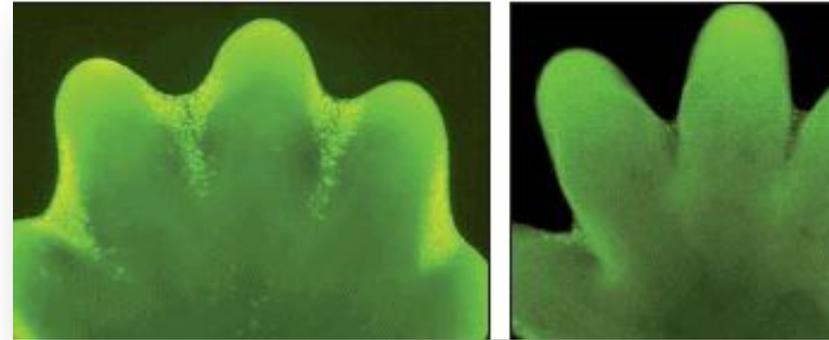


Апоптоз – это тип гибели клеток, при котором сама клетка активно участвует в процессе своей гибели, т.е. происходит самоуничтожение клетки.

Апоптоз является процессом активным, после воздействия этиологических факторов запускается генетически запрограммированный каскад реакций, сопровождающийся активацией определенных генов, синтезом белков, ферментов, приводящих к эффективному и быстрому удалению клетки из ткани.

Апоптоз разделяет пальцевые фаланги конечностей птиц и млекопитающих (на фоне существующих хрящей фаланг и подразделения покровного эпителия на соответствующие зоны);

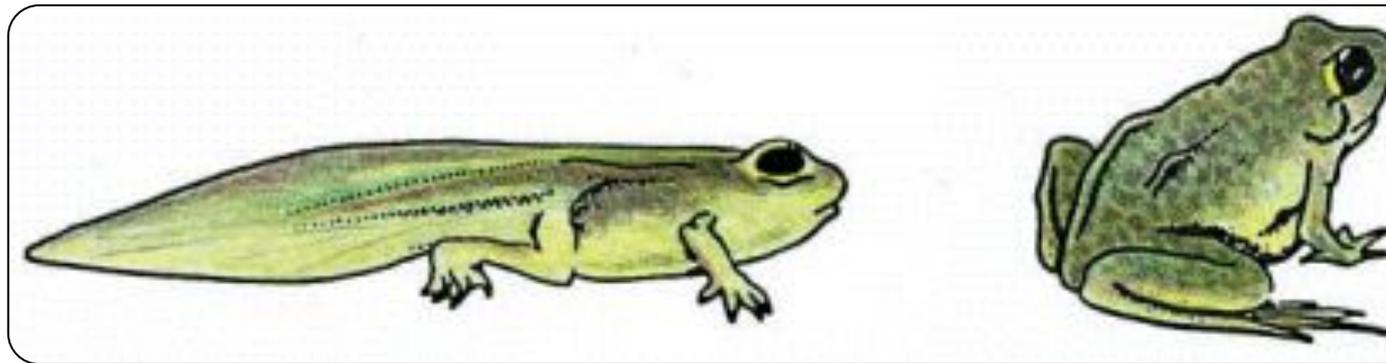
Например при образовании конечности человека некоторые клетки подвергаются апоптозу и образуются пальцы. Специфический белок ВМР4 образуется в клетках между пальцами, запуская клеточную смерть этих клеток.



Апоптоз участвует в формировании полостей и канальцев в структурах, первичные эмбриональные зачатки которых представлены сплошными клеточными тяжами;

Путем апоптоза разрушаются провизорные эмбриональные структуры (пронефрос и мезонефрос зародышей высших позвоночных и человека),

Примером апоптоза в нормальном развитии является метаморфоз головастика лягушки. Под воздействием тиреоидного гормона при метаморфозе головастика лягушки, запускается апоптоз и хвост головастика исчезает.



Нарушение механизма программированной клеточной гибели приводит к формированию аномалий развития, таких как синдактилия (сращение пальцев), гипертрихоз (повышенное оволосение), полидактилия (многопалость)



В генетическом аппарате каждой клетки многоклеточного организма имеется специальная программа, которая при определенных обстоятельствах может привести клетку к гибели.

При нормальном развитии эта программа направлена на удаление избыточно образовавшихся клеток-"безработных", а также клеток-"пенсионеров", переставших заниматься общественно полезным трудом.

Другая важная функция клеточной гибели - удаление клеток-"инвалидов" и клеток-"диссидентов" с серьезными нарушениями структуры или функции генетического аппарата. В частности, апоптоз - один из основных механизмов самопрофилактики онкологических заболеваний.

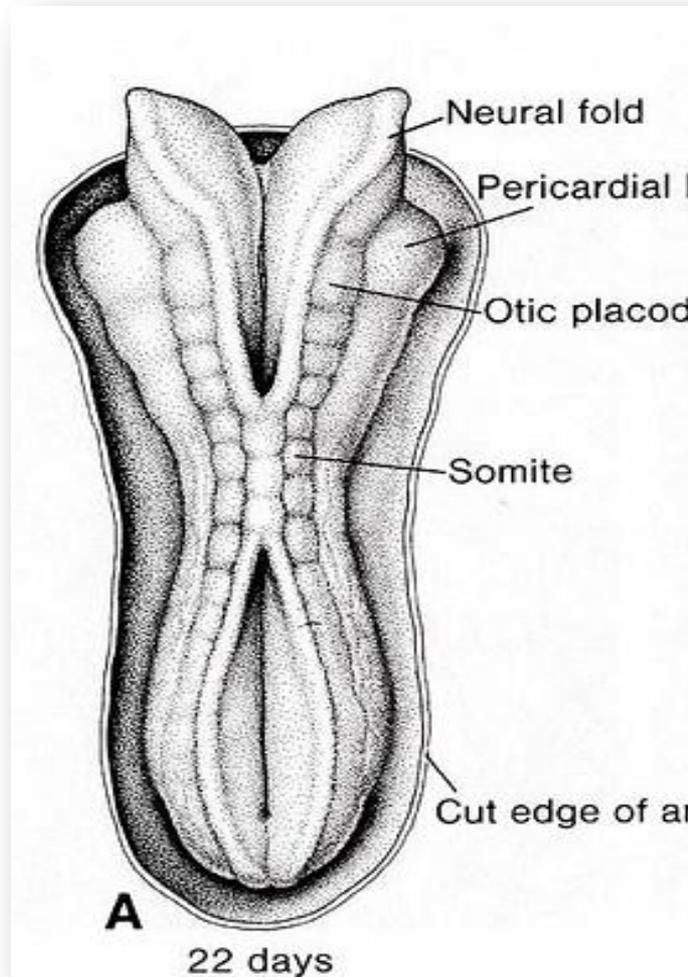
Система программируемой клеточной смерти - существенный фактор иммунитета, поскольку гибель зараженной клетки может предотвратить распространение инфекции по организму.

Другое дело, что некоторые инфекционные агенты выработали специальные меры для предотвращения преждевременной гибели зараженных клеток. Нарушения системы программируемой гибели клетки - причина серьезной патологии. Ослабление способности к апоптозу может вести к развитию злокачественных опухолей.

Некоторые заболевания, в частности дегенеративные повреждения нервной системы, - результат избыточного апоптоза.

Избирательная сортировка и адгезивность заключается в выделении и объединении клеток одного зачатка из совокупности, содержащей клетки различных зачатков. Она свойственна клеточному материалу как зародышевых листков, так и отдельных органов. Объединение сходных клеток происходит при участии межклеточных контактов. Связи между однотипными клетками отличаются большей устойчивостью и обеспечивает в конечном итоге формирование упорядоченно расположенных клеток одного зачатка (клеточного комплекса).

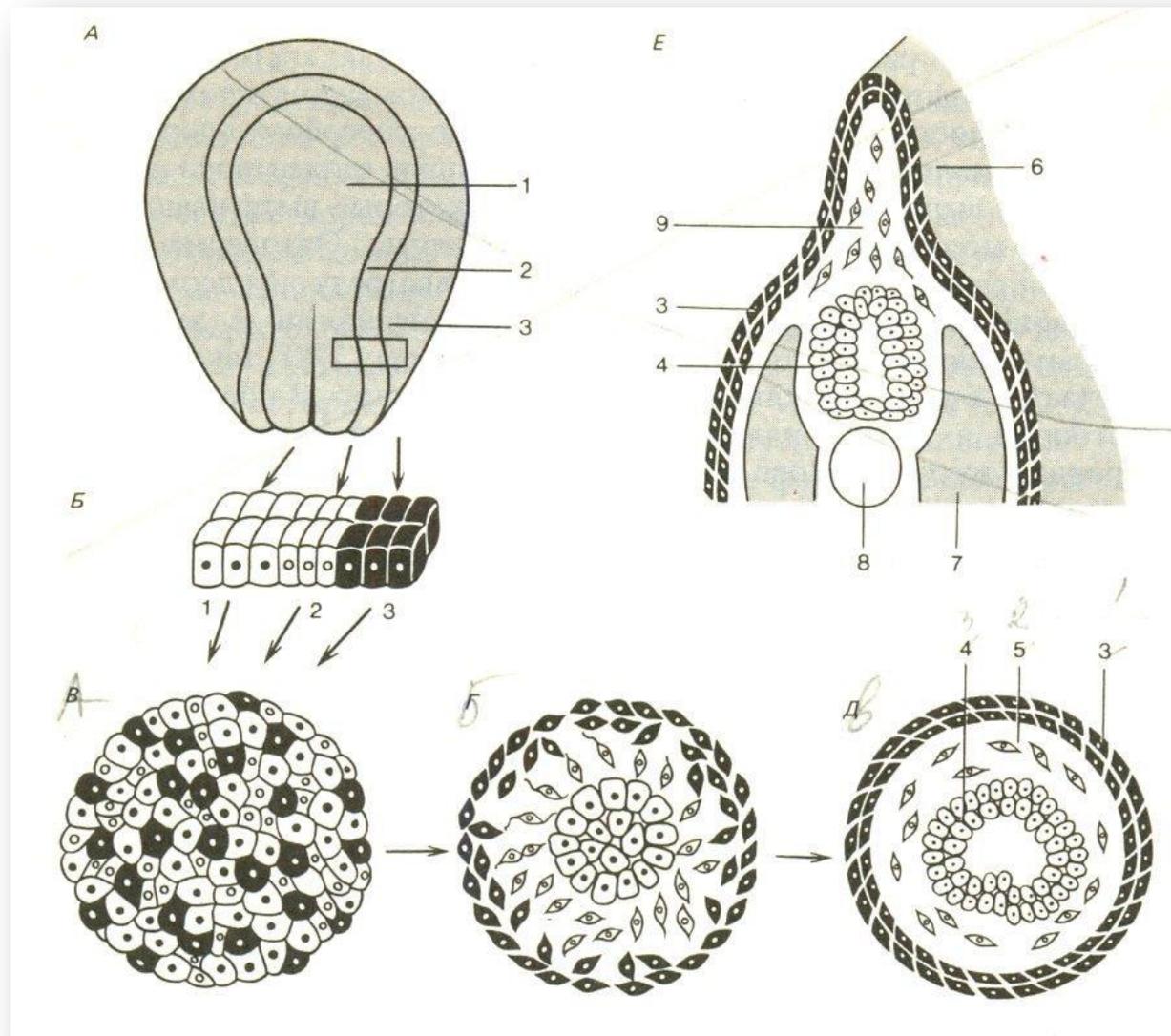
В процессе развития клетки «узнают» друг друга и сортируются в зависимости от свойств, т.е. образуют скопления и пласты избирательно, только с определенными клетками. Этот механизм крайне важен при формировании зародышевых листков в ходе гаструляции, образовании структур в органогенезе, осуществлении регенеративных процессов и иммунных реакций в постнатальном развитии.



Избирательные слипания (клеток на примере морфогенетической трубки

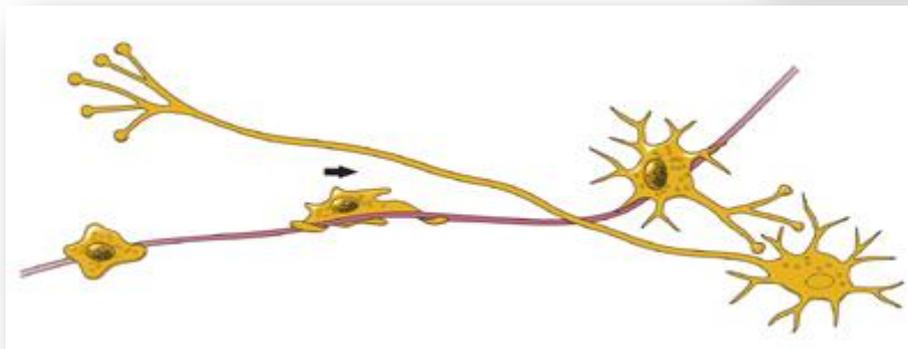
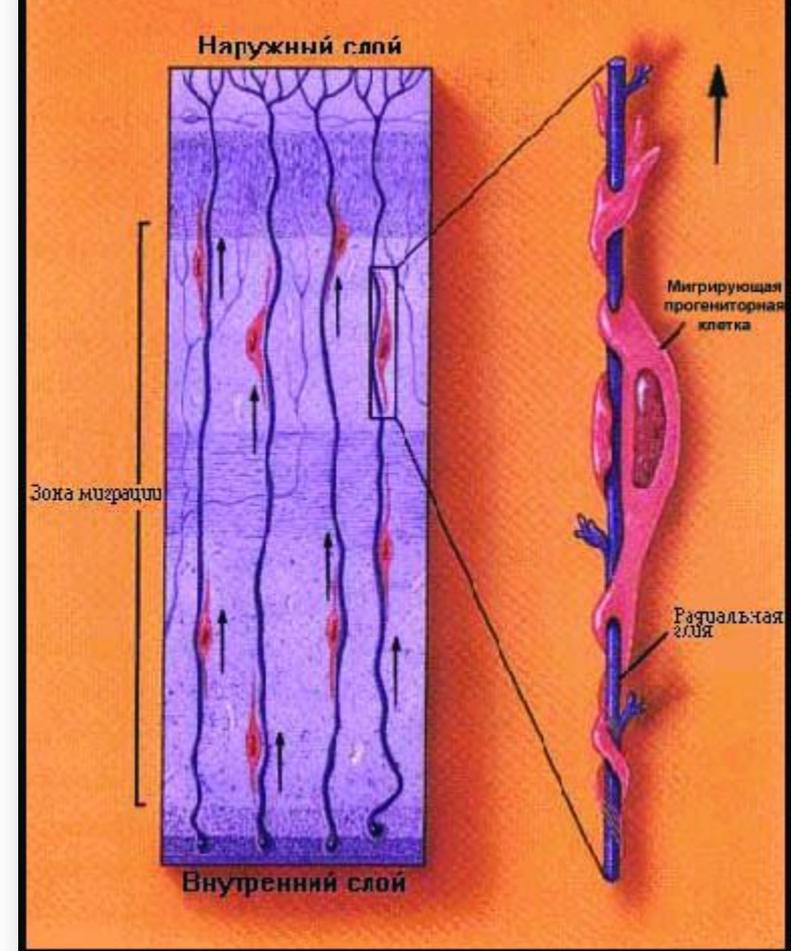
Избирательная сортировка клеток

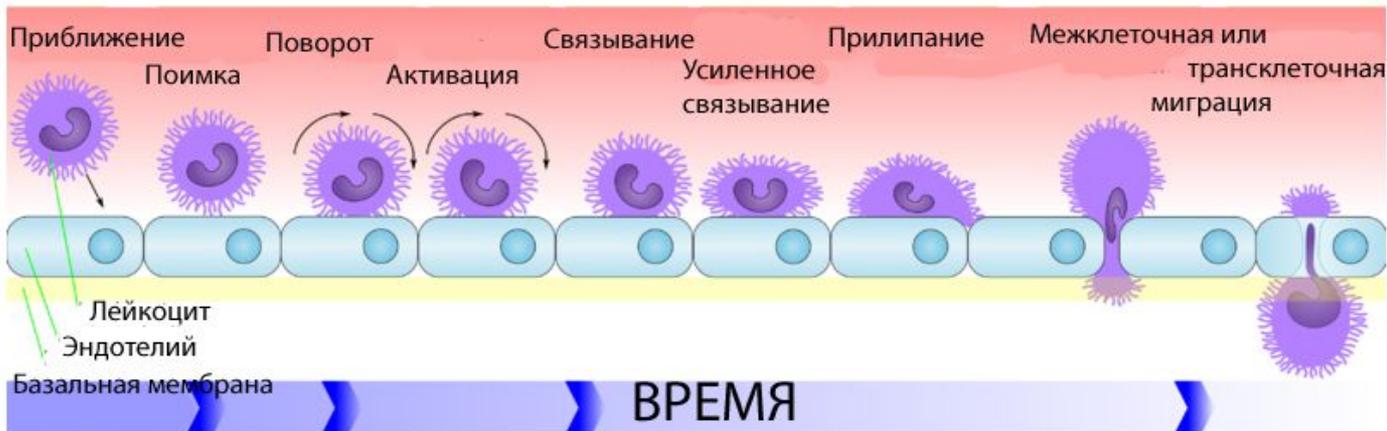
Сортировка клеток зародышевых листков: а - ассоциированных клеток амфибий; б - клетки эктодермы, мезодермы и энтодермы, формирующиеся послойно путем



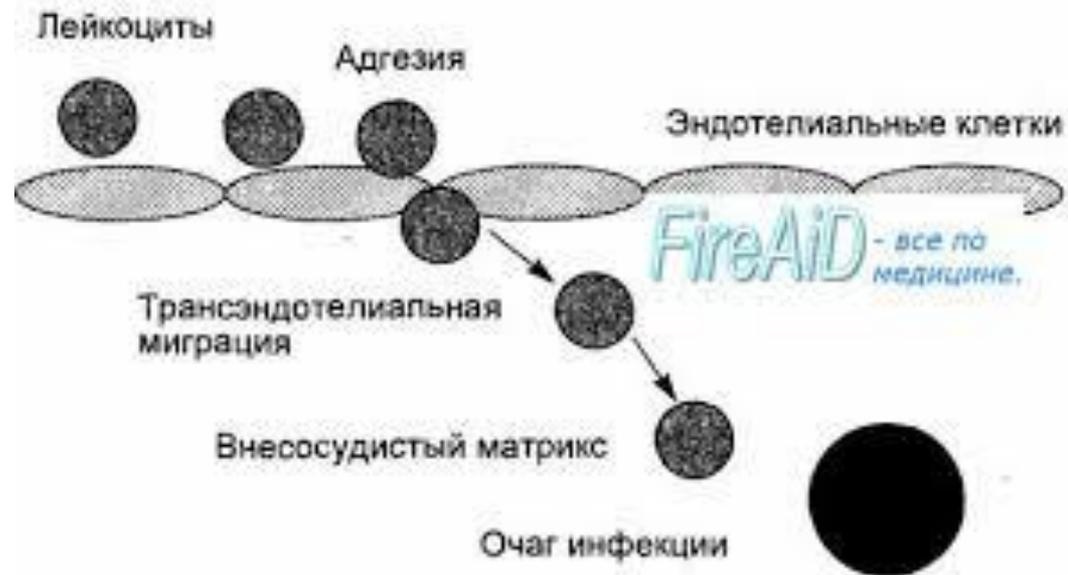
Миграция клеток

Миграция клеток наиболее характерна для периода гаструляции; в период гисто- и органогенеза происходят перемещения клеточных масс (например, смещения миобластов из миотомов в места закладки скелетных мышц; движение клеток из нервного гребня с образованием спинномозговых ганглиев и нервных сплетений, миграция гоноцитов и т. д.). Миграция осуществляется с помощью нескольких механизмов.





Миграция лейкоцитов через эндотелий в ткань мозга



Миграция клеток: механизмы

Гипотезы дистантных взаимодействий:

- **хемотаксис**: мезенхимные клетки способны к амeboидным движениям;
- **контактные взаимодействия**: взаимодействие клеток со структурированным субстратом.

Клетки ощущают микроструктуру субстрата и движутся вдоль линий его механического напряжения (*контактное ведение*)



Субстратом для движения может быть и соседняя клетка, если её мембрана находится в натянутом состоянии, а поскольку поверхность направленно движущейся клетки сама вытягивается, то и она, в свою очередь, может служить субстратом для движения и поляризации следующей за ней клетки.

Способы миграция клеток (1)

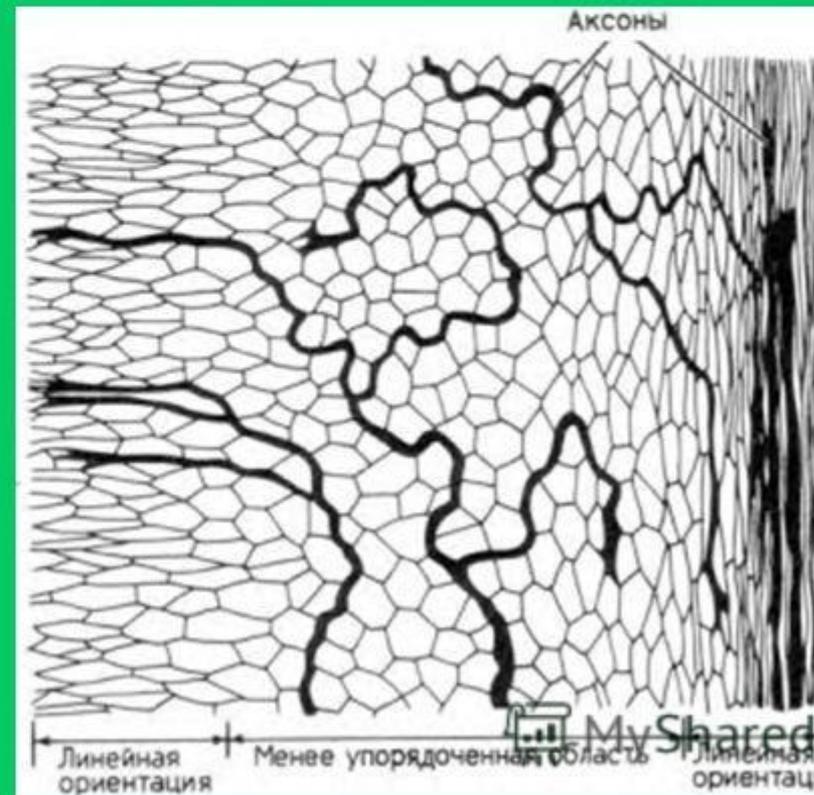
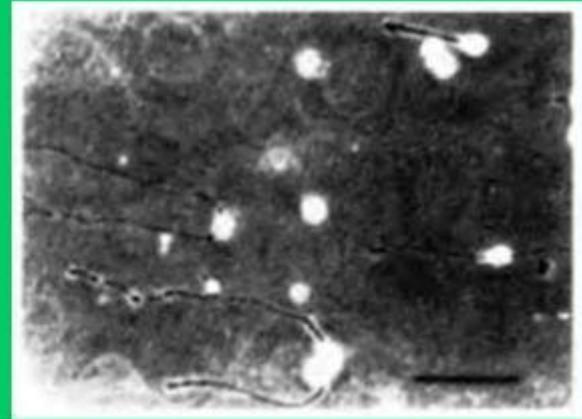
Перемещения на дальние расстояния:

хемотаксис: движение клеток в направлении градиента концентрации какого-либо химического фактора, содержащегося в среде инкубации;

гаптотаксис: перемещение клетки по градиенту концентрации адгезионной молекулы, расположенной во внеклеточном матриксе;

гальванотаксис: влияние электрических полей на морфогенез, из-за создания разности потенциалов между отдельными частями зародыша;

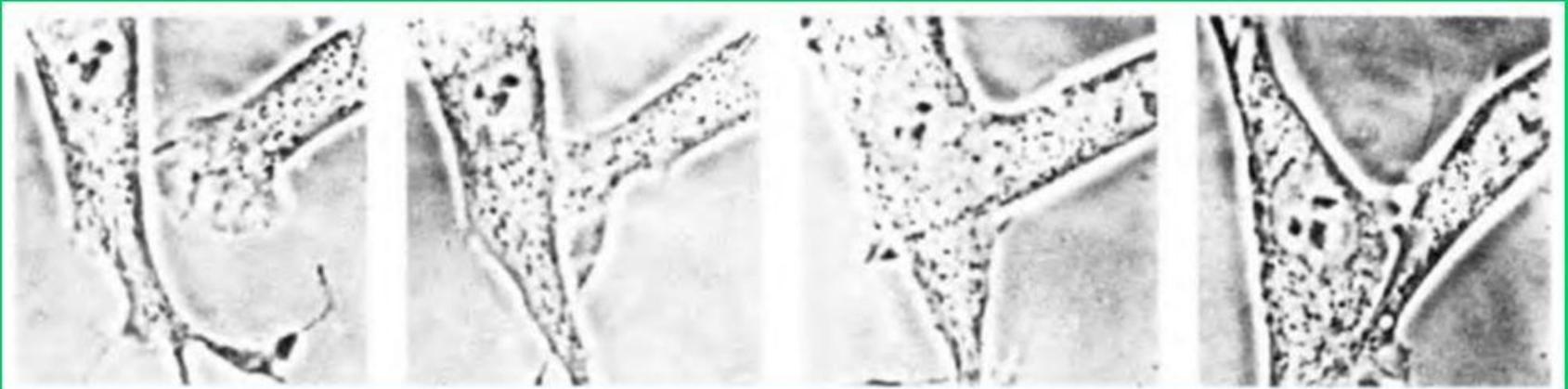
контактное ориентирование: обусловлено физическими свойствами субстрата, по которому происходит перемещение клеток (вдоль линий механического напряжения субстрата или параллельно упорядоченному ходу его волокон



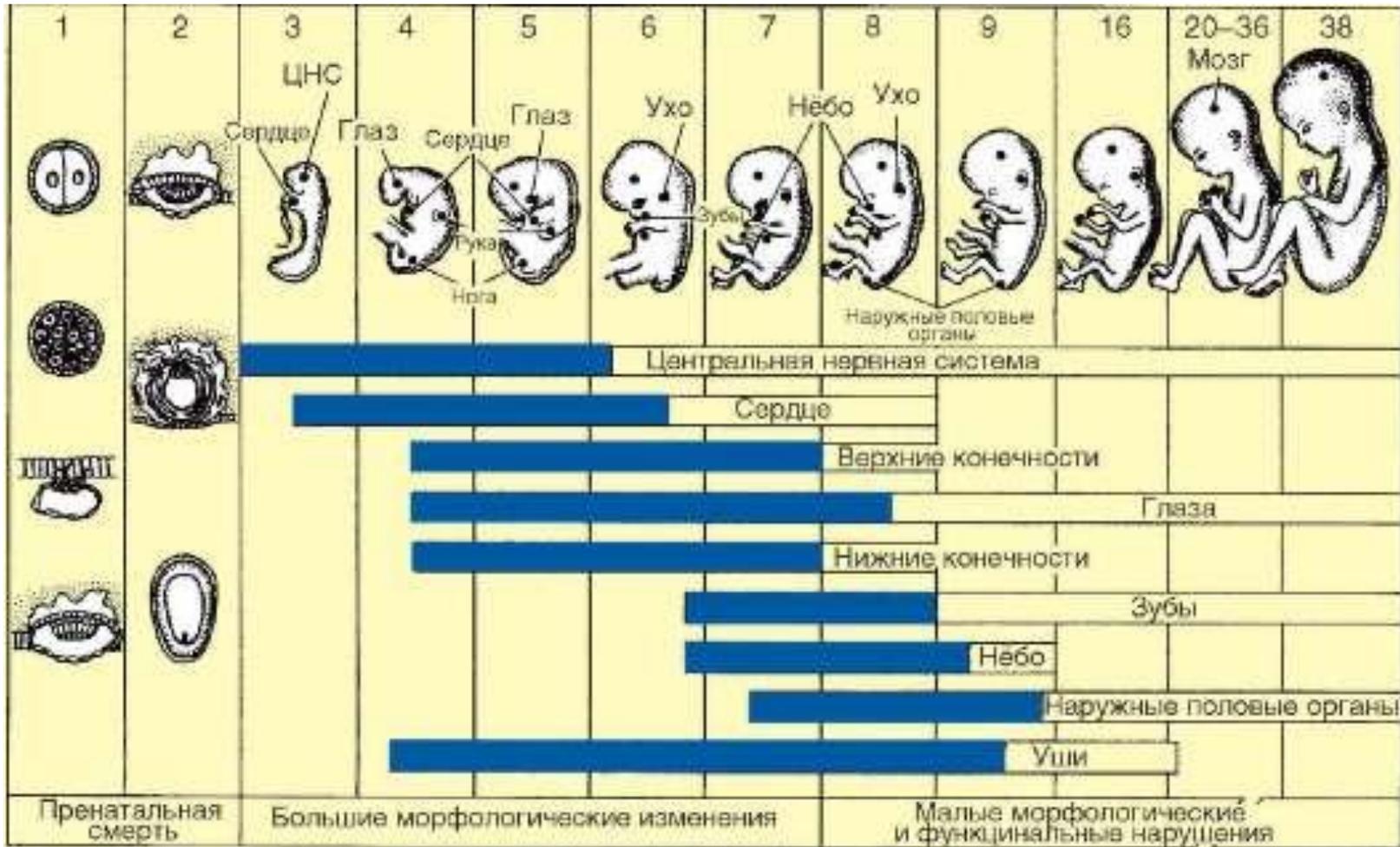
Способы миграция клеток (2)

Ближние взаимодействия:

- **контактное ингибирование**: характерно для мигрирующих клеток мезенхимы, движущихся путем вытягивания *ламеллоподий* (при их контакте с поверхностью другой клетки, наблюдается исчезновение этой ламеллоподии и формирование ее в какой-либо другой части клетки, что уводит её в сторону от своей временной соседки – перемещение клеток от их центральной массы).



Критические периоды в онтогенезе человека



Чувствительность развивающегося зародыша человека к повреждающим факторам. Заштрихованным отрезком обозначен период наиболее высокой чувствительности, незаштрихованным - период меньшей чувствительности.

Постнатальный онтогенез – период развития эмбриона с момента родов и до смерти

- периоды постнатального онтогенеза
 - Дорепродуктивный
 - репродуктивный
 - пострепродуктивный
-
- ```
graph TD; A[Постнатальный онтогенез – период развития эмбриона с момента родов и до смерти] --> B[Дорепродуктивный]; A --> C[репродуктивный]; A --> D[пострепродуктивный];
```

# Периоды постэмбрионального развития человека

Дорепродуктивный  
период  
(период полового  
созревания)

Репродуктивный  
период  
(стадия зрелости)

Постэмбриональный  
период  
(стадия старости)

# Периодизация онтогенеза

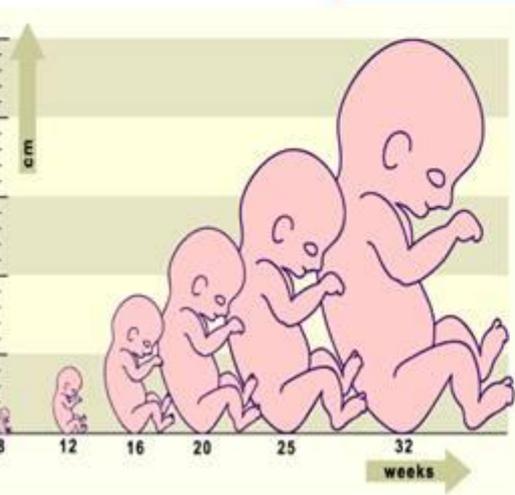
- 3. антропологическая

пренатальный

постнатальный

интранатальный

Новорожденность, грудной, раннее детство, первое детство, второе детство, подростковый, юношеский, первая зрелость, вторая зрелость, пожилой, старческий, долгожители



р  
о  
д  
ы

1-10 дни до 1 г. 1-3 4-7 8-12 13-16 17-21 22-35 36-пенсия до 75 до 90 >90

# Возрастные периоды онтогенетического развития человека

| Основное название                                                      | Возраст                                 |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Внутриутробное развитие (антенатальный, пренатальный онтогенез)</b> |                                         |
| Эмбриональный период                                                   | 0–3 мес.                                |
| Фетальный период                                                       | 3–9 мес.                                |
| <b>Внеутробное развитие (постнатальный онтогенез)</b>                  |                                         |
| Период новорожденности, или<br>Грудной возраст                         | От рождения до 4 нед.<br>4 нед. – 1 год |
| Раннее детство                                                         | 1–3 года                                |
| Первое детство                                                         | 4–7 лет                                 |
| Второе детство                                                         | Мальчики 8–12 лет, девочки 8–11 лет     |
| Подростковый возраст                                                   | Мальчики 13–16 лет, девочки 12–15 лет   |
| Юношеский возраст                                                      | 16–20 лет                               |
| Зрелый возраст – I период                                              | Мужчины 22–38 лет, женщины 21–35 лет    |
| Зрелый возраст – II период                                             | Мужчины 36–60 лет, женщины 36–55 лет    |
| Пожилой возраст                                                        | 61–79 лет                               |
| Старческий возраст                                                     | 75–90 лет                               |
| Долгожители                                                            | 90 лет и старше                         |

# Рост и пропорции тела на разных этапах развития.

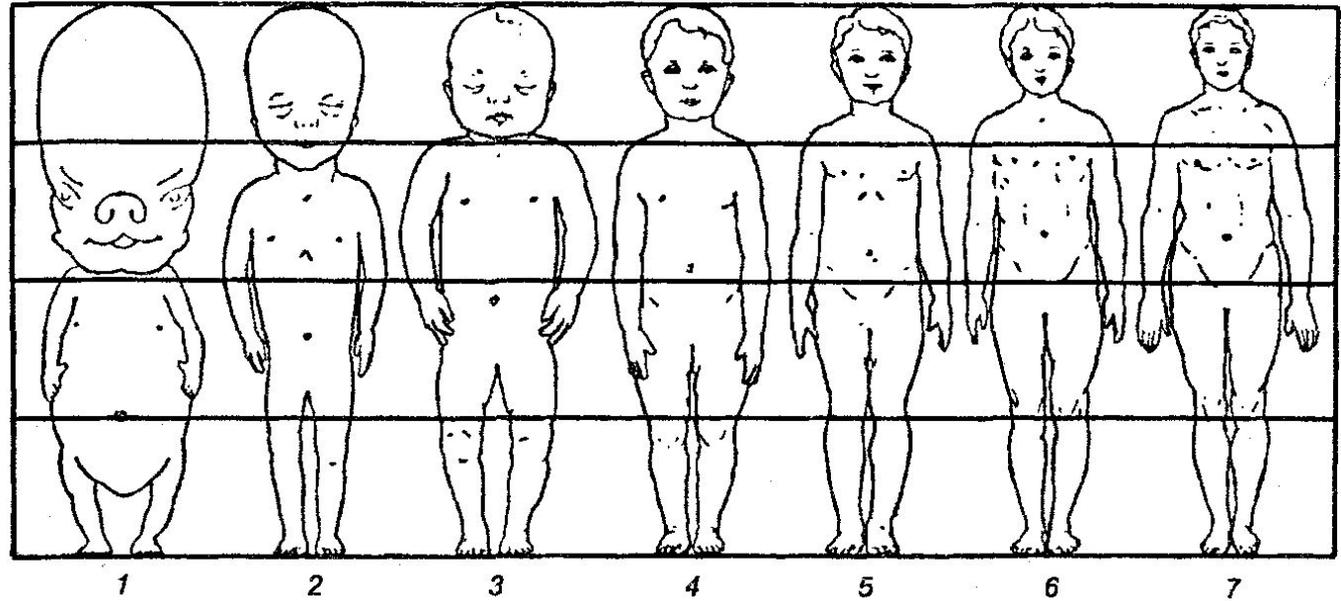


Рис. 95

*Рост человека и разные периоды онтогенеза:*

1 — два месяца (эмбрион), 2 — три месяца (плод), 3 — девять месяцев (новорожденный), 4 — два года, 5 — пять лет, 6 — двенадцать лет, 7 — двадцать два года

к концу первого года жизни он достигает 75—80 см, т. е. увеличивается более чем на 50%. Масса тела за год утраивается — при рождении ребенка она равна в среднем 3,0—3,2 кг, к концу года — 9,5—10,0 кг. В последующие годы до периода полового созревания темп снижается и ежегодная прибавка массы составляет 1,5—2,0 кг, с увеличением длины тела на 4,0—5,0 см.

## Критические периоды в постнатальном онтогенезе:

- **новорождения** (перестройка всех процессов ж/д)
- **полового созревания** (гормональные перестройки)
- **полового увядания** (угасание функций эндокринных желез).

