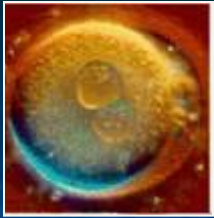


Донецкий национальный медицинский университет  
Кафедра гистологии, цитологии, эмбриологии



**ЭМБРИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**



# Онтогенез

(ontogenesis; греч. on, ontos сущее + genesis зарождение, развитие) — процесс индивидуального развития организма от момента оплодотворения яйцеклетки до его смерти.

**Онтогенез** осуществляется на основе **генетической программы развития**, заложенной в виде **генотипа** в зиготе.

Реализация этой программы происходит в процессе взаимодействия **ядра и цитоплазмы, клеток и тканей** многоклеточного организма, а также под контролем меняющихся **условий окружающей среды**.

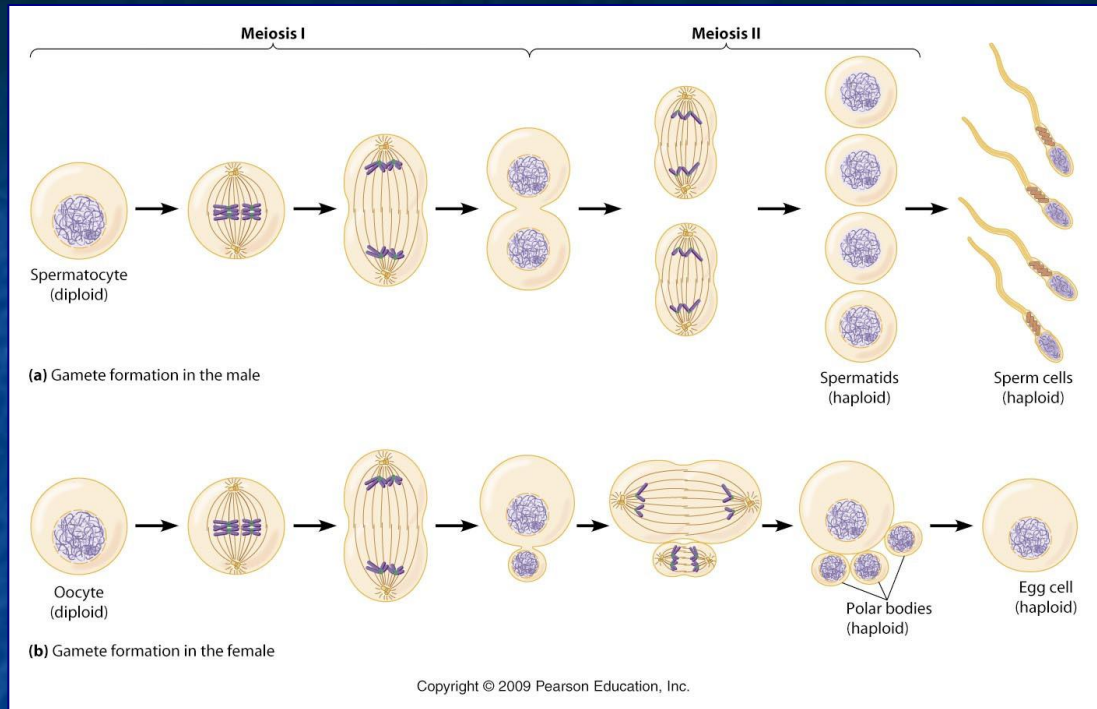
**ОНТОГЕНЕЗ**

**Эмбриональный  
период**

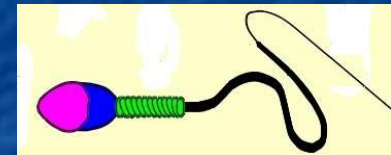
**Постэмбриональный  
период**

# ПРОГЕНЕЗ -

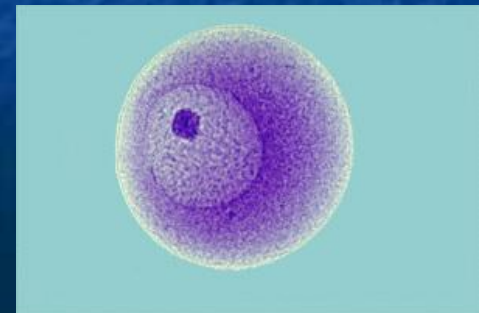
формирование  
мужских и женских  
половых клеток



- **Сперматогенез** – образование мужских половых клеток (сперматозоидов), происходит в семенниках с момента полового созревания (постэмбриональный период).

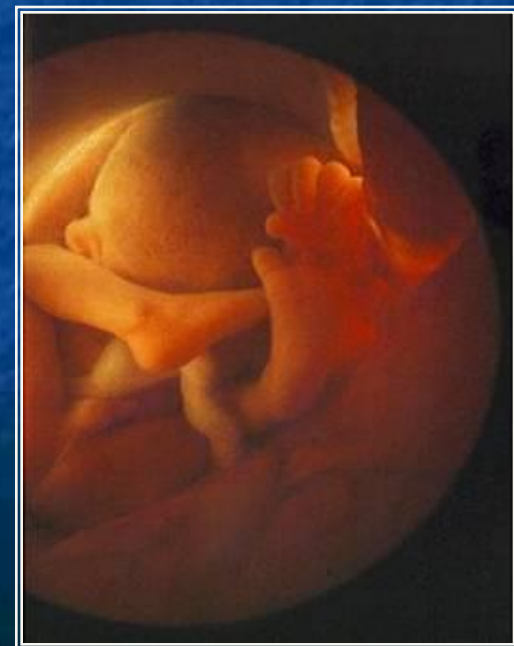


- **Овогенез** – образование женских половых клеток (овоцитов), происходит в яичниках, начинается в эмбриональном и продолжается в постэмбриональном периоде.



# Эмбриогенез

- это сложный и длительный морфогенетический процесс, в ходе которого из отцовской и материнской половых клеток формируется новый многоклеточный организм, способный к самостоятельной жизнедеятельности в условиях внешней среды.



- Периоды** эмбрионального (пренатального) развития:
- начальный** (бластогенез) – от момента оплодотворения до 7 суток развития, зародыш называется **концептус**;
  - зародышевый** – с 2 по 8 неделю развития, зародыш называется **эмбрион**;
  - плодный** (фетальный) – с 9 недели до конца беременности, зародыш называется **плод (фетус)**.

# Этапы эмбрионального развития

- **оплодотворение** – слияние мужской и женской половой клетки с образованием одноклеточного организма - зиготы;
- **дробление** – многократное митотическое деление зиготы, приводящее к образованию многоклеточного зародыша;
- **гастрюляция** - сложный процесс морфогенетических изменений, сопровождающийся размножением, ростом, направленным перемещением и дифференцировкой клеток, в результате чего образуются зародышевые листки (эктодерма, мезодерма и энтодерма) — источники зачатков тканей и органов;
- **гистогенез и органогенез** – формирование тканей и зачатков органов из зародышевых листков.

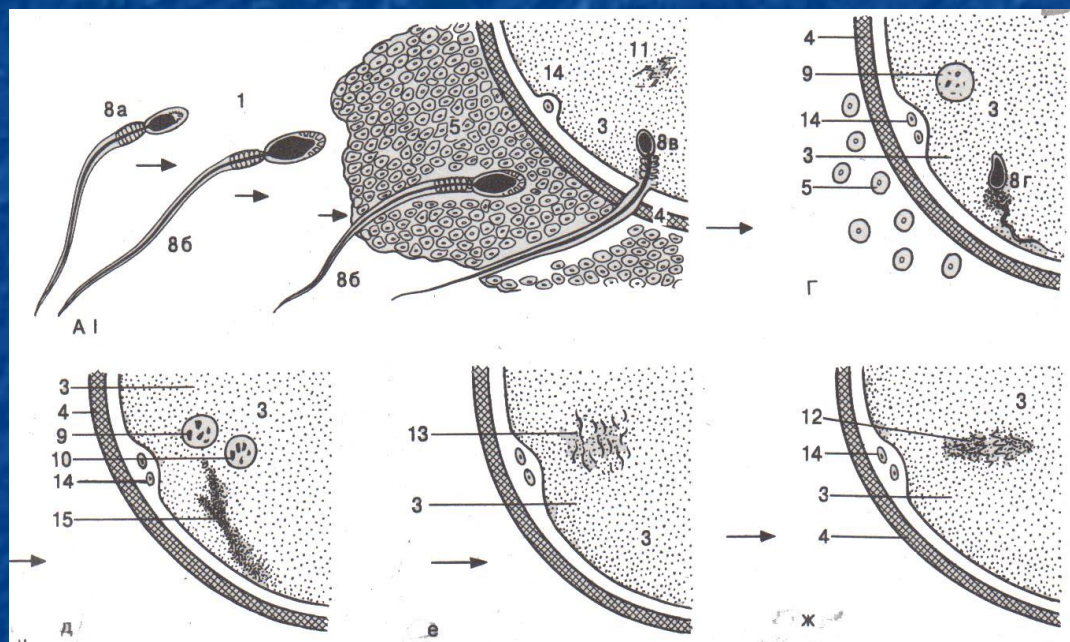


# ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У ЧЕЛОВЕКА

Оплодотворение

сопровождается:

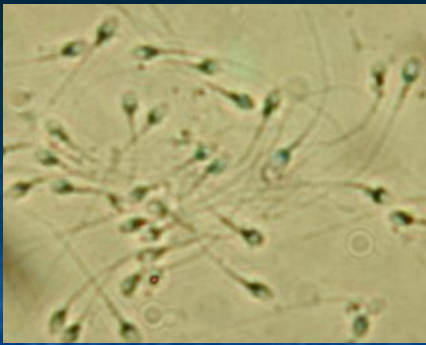
- формированием яйцеклетки и ее активацией;
- восстановлением диплоидного набора хромосом;
- образованием одноклеточного организма - **ЗИГОТЫ**.



**Фазы оплодотворения:**

1. Дистантное взаимодействие.
2. Контактное взаимодействие.
3. Слияние гамет.

# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СПЕРМАТОЗОИДА ЧЕЛОВЕКА



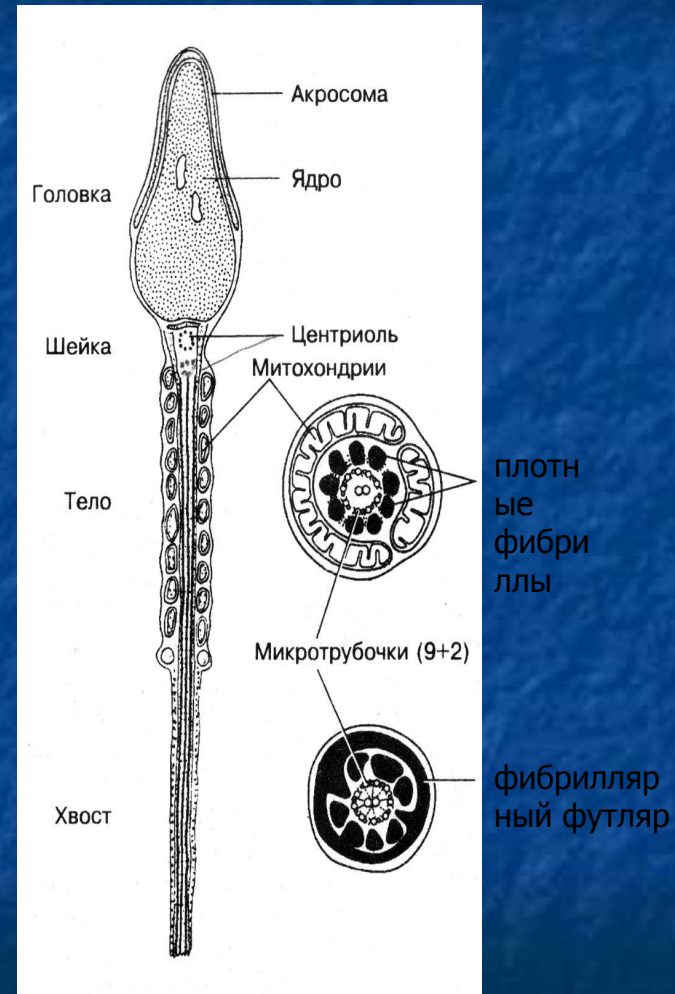
Сперматозоид человека — это специализированная клетка (мужская гамета), строение которой позволяет ей перемещаться в половых путях женщины и проникнуть в яйцеклетку, чтобы внести в нее генетический материал мужчины. В организме человека сперматозоид является самой маленькой клеткой тела.

в **головке** содержатся пронуклеус (гаплоидный набор хромосом) и акросома (лизосома);

- в **шейке** присутствует центриоль;

- в **промежуточном отделе** - митохондрии, формирующими митохондриальную спираль;

- в **осевой части** промежуточного отдела и практически вдоль всего **хвоста** располагается аксонемма.



# СТРОЕНИЕ ОВОЦИТА ЧЕЛОВЕКА

Овоцит, попадающий в маточную трубу, круглой формы, со светлым пронуклеусом (гаплоидный набор хромосом), большим объемом цитоплазмы, окружен:

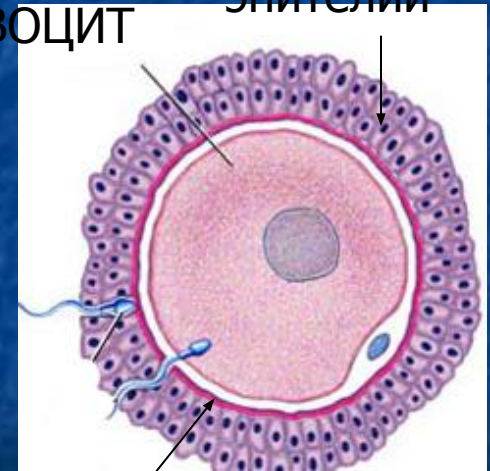
- 1) **лучистым венцом** (многослойный фолликулярный эпителий),
- 2) **прозрачной оболочкой** (блестящая зона, zona pellucida) и
- 3) **Плазмолеммой.**

Это 3 барьера, которые должен последовательно преодолеть сперматозоид, чтобы произошло оплодотворение.



Фолликулярный  
эпителий

ОВОЦИТ

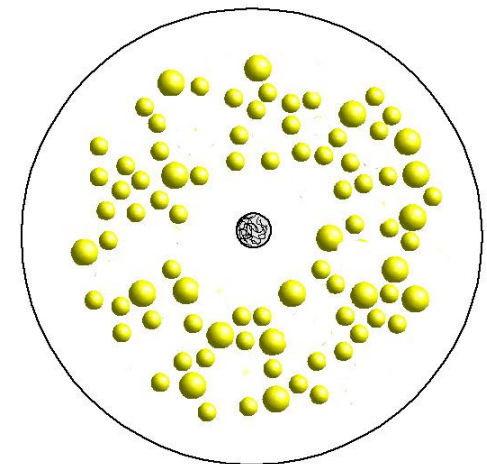
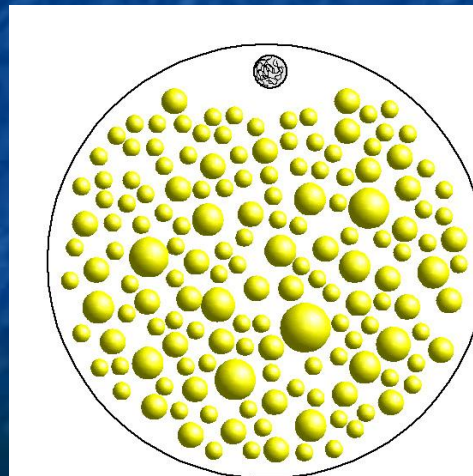


Блестящая зона



# ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЙЦЕКЛЕТКИ

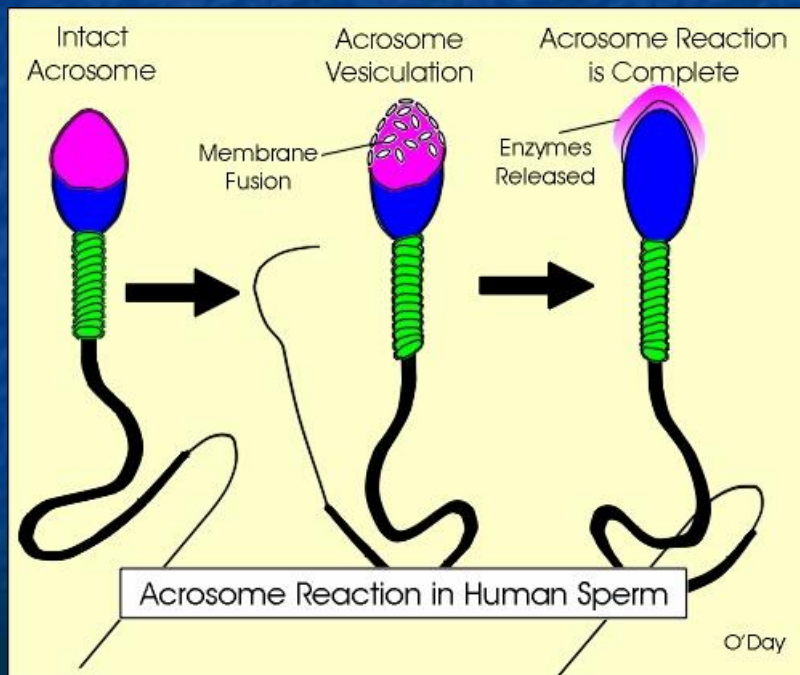
- Классификация яйцеклеток в зависимости от **количества** желточных включений:
  - 1. **Полилецитальная** — содержит **большое** количество желтка (членистоногие, рыбы, рептилии, птицы).
  - 2. **Мезолецитальная** — содержит **среднее** количество желтка (осетровые рыбы, амфибии).
  - 3. **Олиголецитальная** — содержит **мало** желтка (моллюски, иглокожие, **человек**).
  - 4. **Алецитальная** — не содержат желтка (паразиты).
- По характеру **распределения** желтка яйцеклетки делят на:
    - 1. Телолецитальная — желточные включения сосредоточены в одном полюсе клетки (вегетативном) (птицы)
    - 2. **Изолецитальная** — желточные включения диффузно рассеяны в цитоплазме (**человек**).



# Дистантное взаимодействие гамет

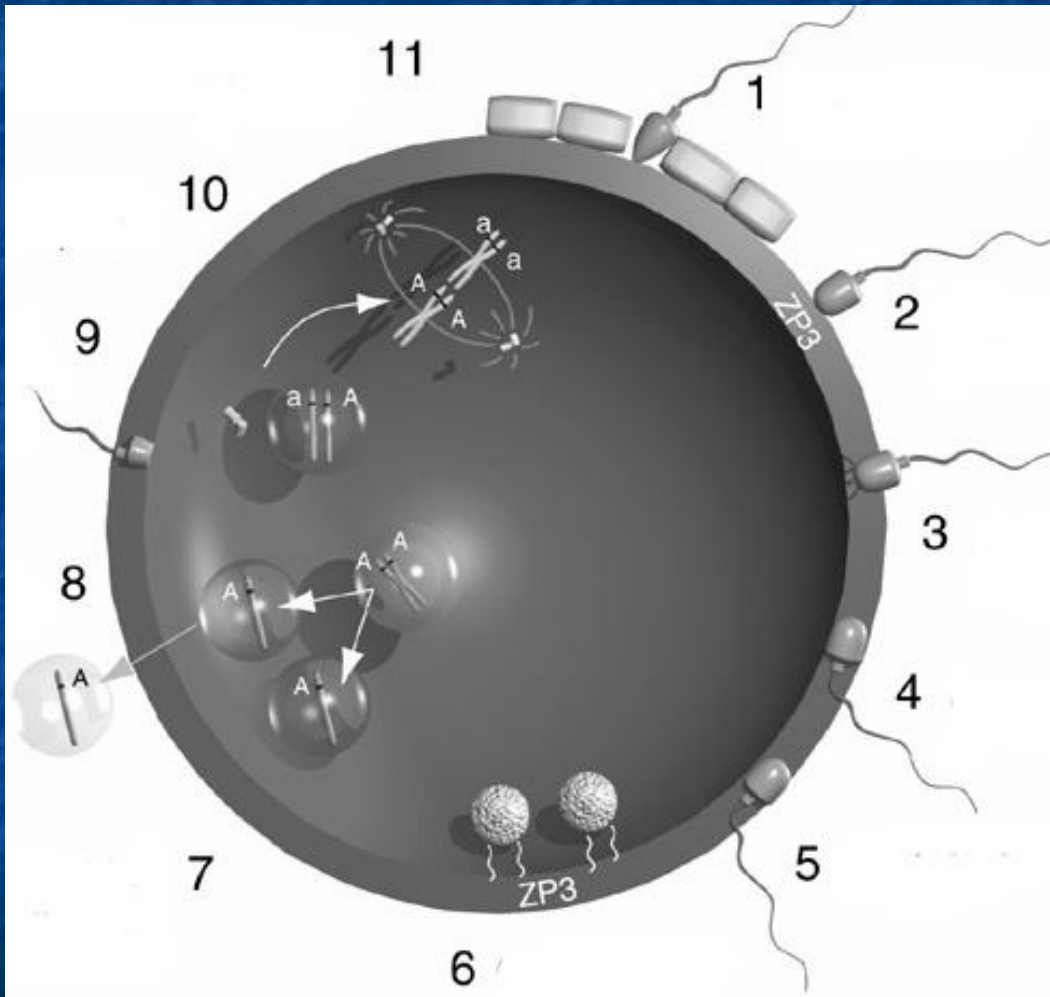
1. **Капацитация** (активация движения) сперматозоидов – осуществляется благодаря:

- **гиногамонам I** – низкомолекулярные вещества небелковой природы, которые секретируются овоцитом, активируют движения сперматозоидов;
- **субстратам**, секретируемым слизистой оболочкой матки (пируват, малат).



2. **Акрсомальная реакция** – в результате слияния плазмолеммы сперматозоида и наружной акросомальной мембраны высвобождаются ферменты (акрозин, гиалуронилаза), разрушающие барьеры вокруг овоцита (фолликулярный эпителий и блестящую зону).

# Контактное взаимодействие гамет

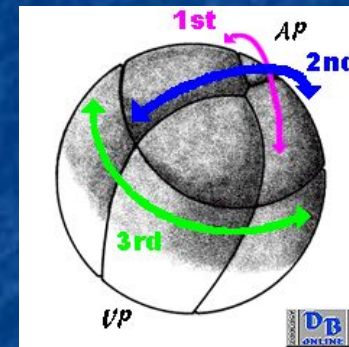
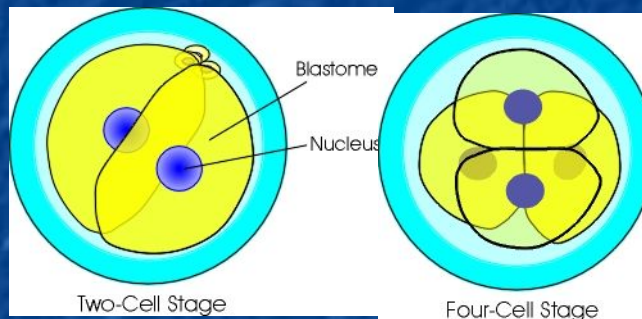


**1. Слияние гамет** – проникновение сперматозоида в перивителлиновое пространство, образование бугорка оплодотворения на плазмолемме овоцита, слияние плазмолемм гамет.

**2. Кортикальная реакция** – выделение секрета кортикальных гранул овоцита в перивителлиновое пространство, образование оболочки оплодотворения, блокирование полиспермии.

**3. Стадия синкариона** – сближение мужского и женского пронуклеусов, восстановление диплоидного набора хромосом.

# Второй этап эмбриогенеза – *дробление*

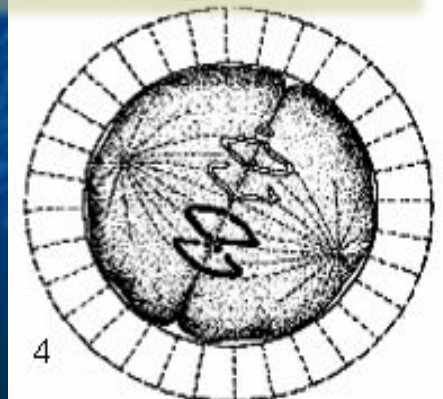
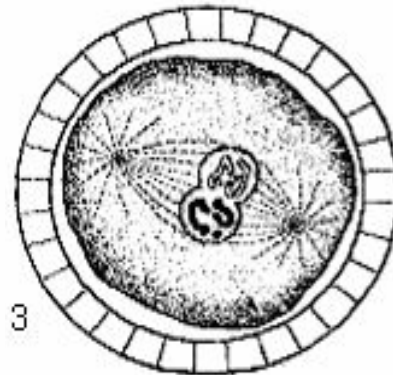
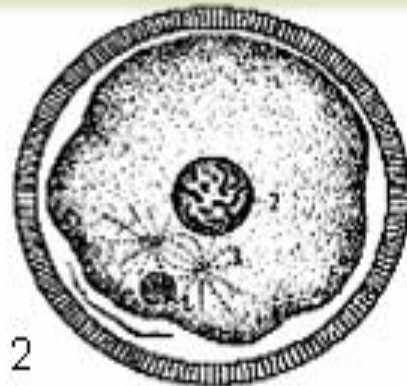
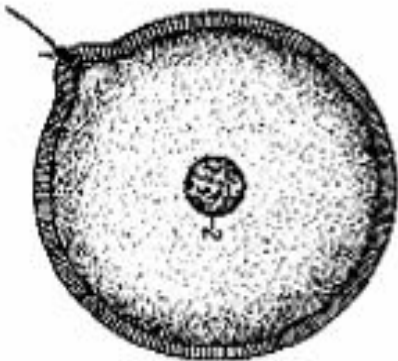


**Механизм** – многократное митотическое деление бластомеров.

**Биологический смысл** – получение клеточной массы для формирования зародышевых листков

# ХАРАКТЕРИСТИКА ДРОБЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

- Тип дробления человека:
  - **полное**, при котором вся цитоплазма зиготы подвергается цитокинезу;
  - **неравномерное** – в светлые и темные бластомеры уходят различные презумптивные участки зиготы;
  - **асинхронное** – скорость дробления светлых и темных бластомеров различна (быстрее делятся светлые бластомеры).



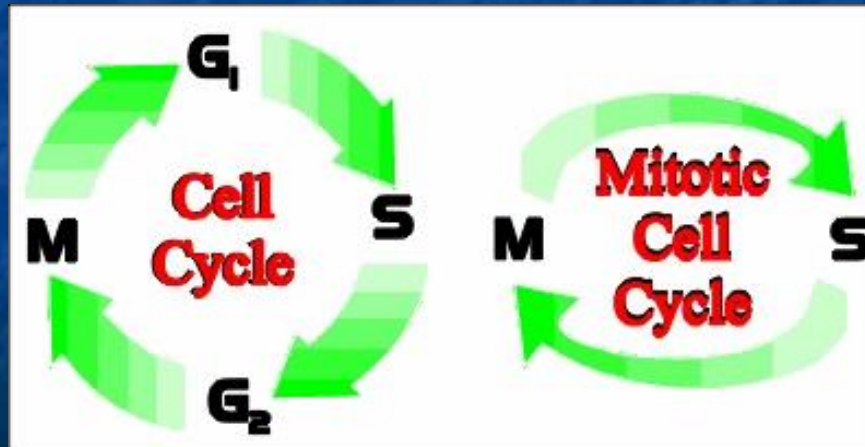
# ОТЛИЧИЯ МИТОТИЧЕСКОГО ДЕЛЕНИЯ И ДРОБЛЕНИЯ

## ■ МИТОЗ

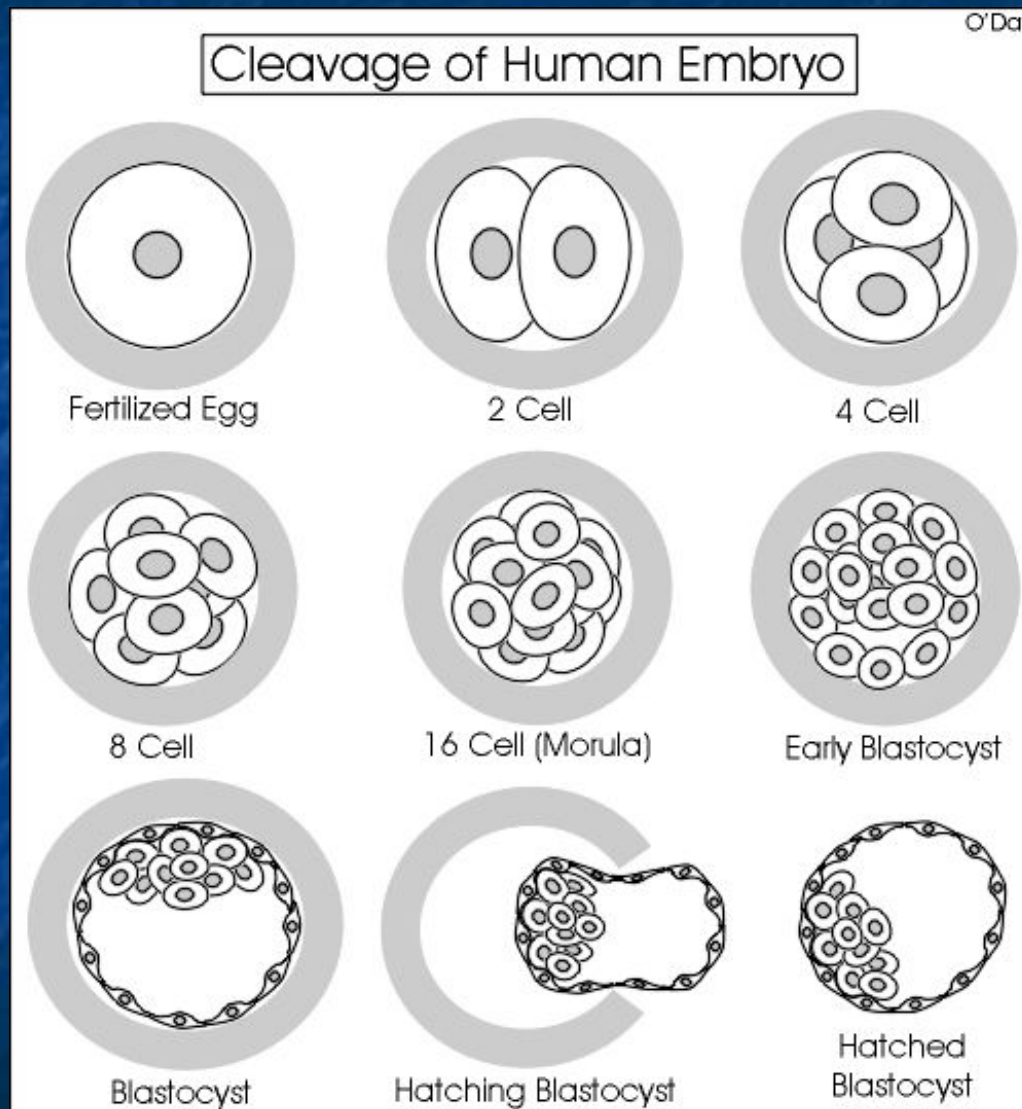
- Клеточный цикл соматических клеток включает четыре стадии (фазы):
  - - митоз (M)
  - пресинтетическая (G<sub>1</sub>),
  - синтетическая (S), премитотическая (G<sub>2</sub>).
- В G<sub>1</sub> периоде происходит рост цитоплазмы, благодаря чему дочерняя клетка достигает размеров материнской.

## ■ ДРОБЛЕНИЕ

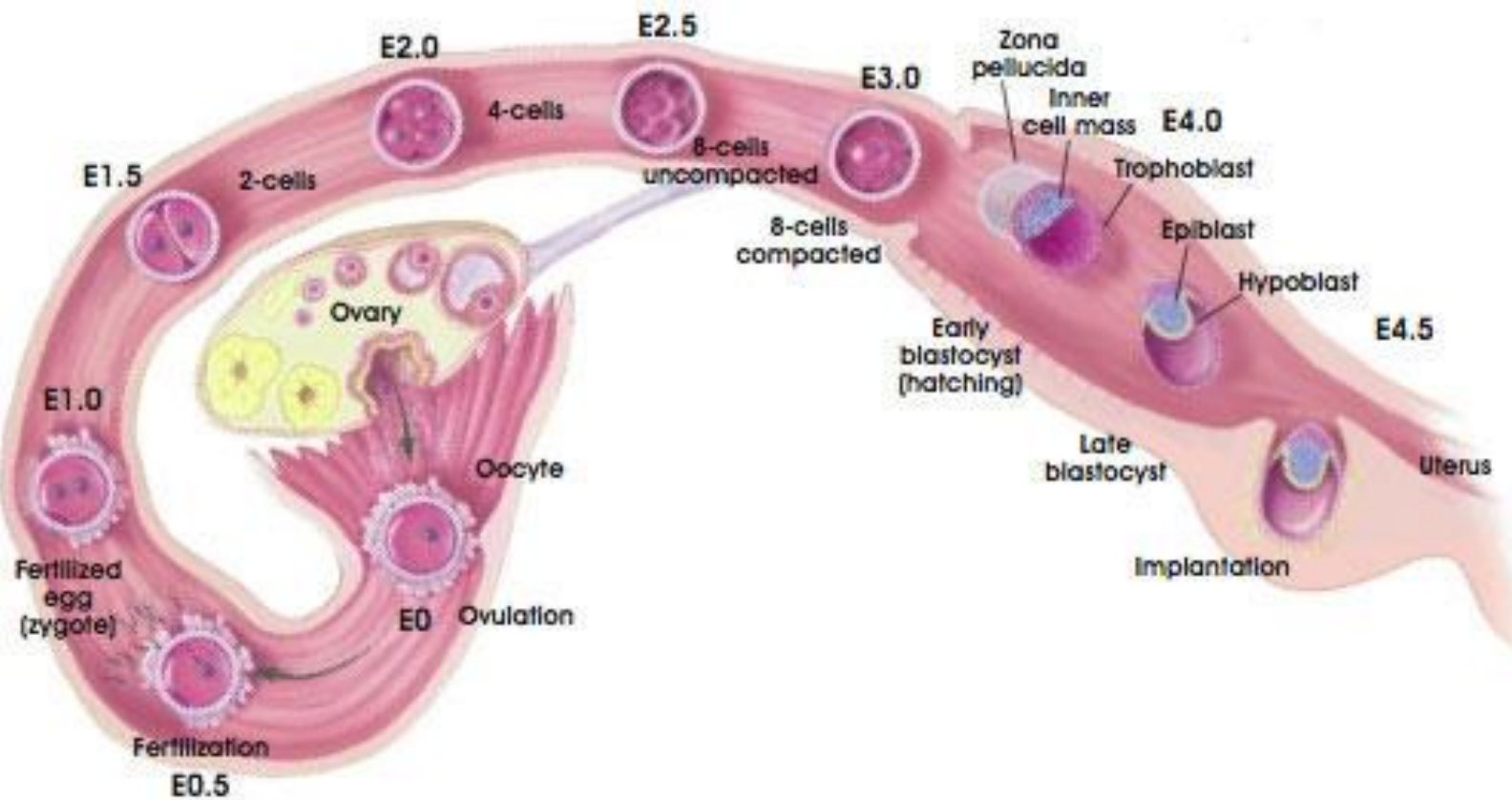
- Клеточный цикл бластомеров при дроблении - укороченный
- отсутствует G<sub>1</sub> фвзв, а значит не происходит рост дочерних клеток до размеров материнских.
- синтетическая или S-фаза непродолжительная
- Короткая G<sub>2</sub> фаза.
- Таким образом, с каждым дроблением количество бластомеров растет, а размер концептуса не изменяется.



# Дробление у человека



# Дробление у человека



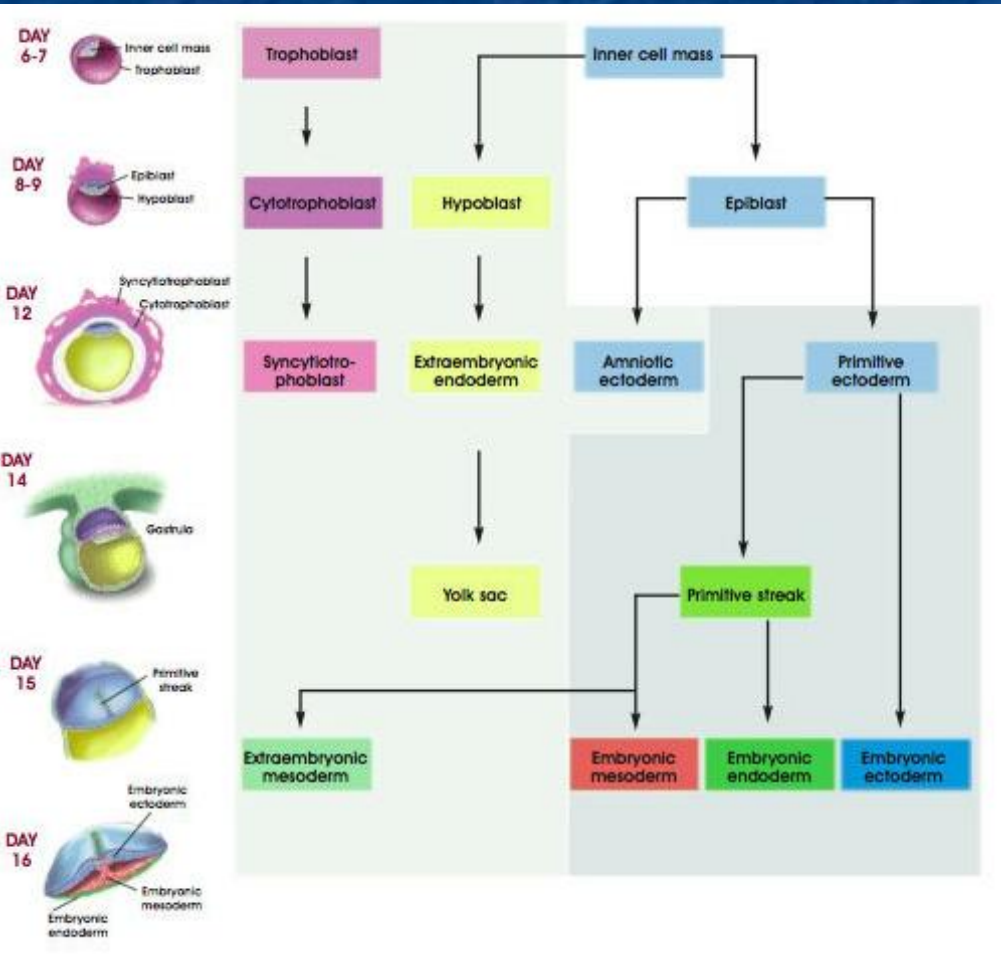


# Гаструляция

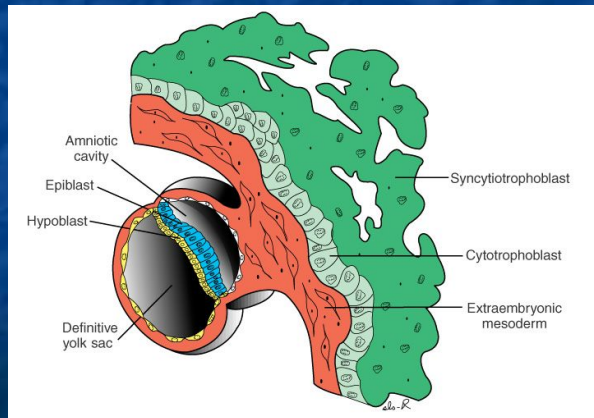
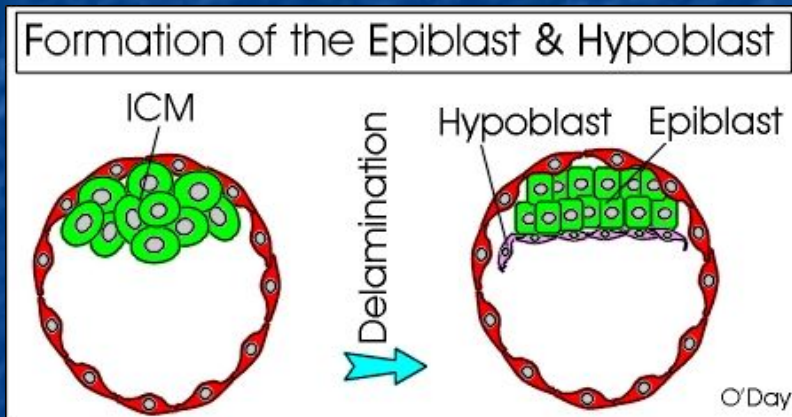
- Гаструляция — это процесс образования зародышевых листков. Гаструляция у человека происходит в две фазы.

В процессе **первой фазы** образуются два зачатка (эпибласт и гипобласт), три провизорных органа (хорион, амнион и желточный мешок).

Во время **второй фазы** образуется еще один зародышевый листок — мезодерма, провизорный орган — аллантоис и идет дальнейшее образование еще одного провизорного органа — плаценты. Образуются осевые органы — хорда, нервная трубка, кишечная трубка, мезодерма.

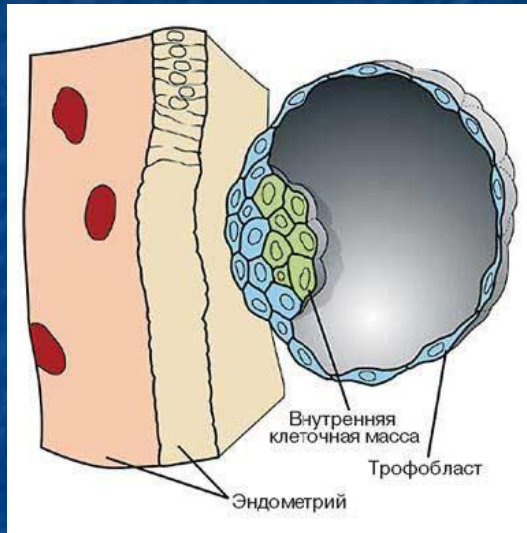


# ПЕРВАЯ ФАЗА ГАСТРУЛЯЦИИ

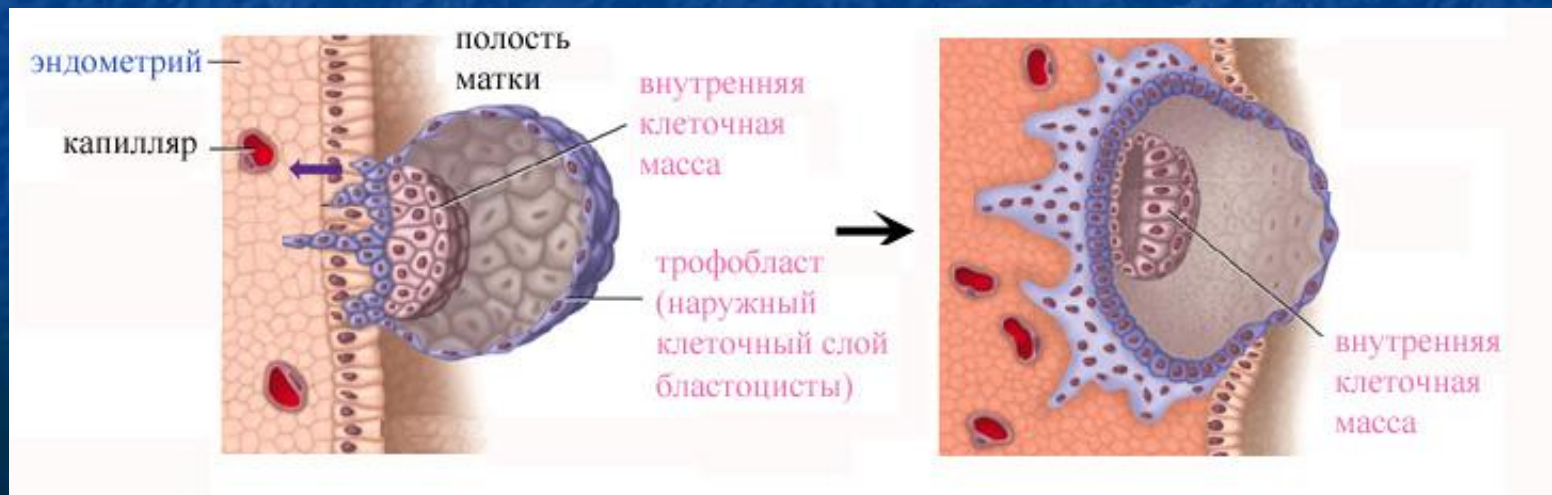


- Начинается с 7 суток (имплантация) и заканчивается на 14-е сутки. При этом образуются:
- Эпибласт;
- Гипобласт;
- Внезародышевая мезодерма;
- Амниотический и желточный пузырьки;
- Хорион.

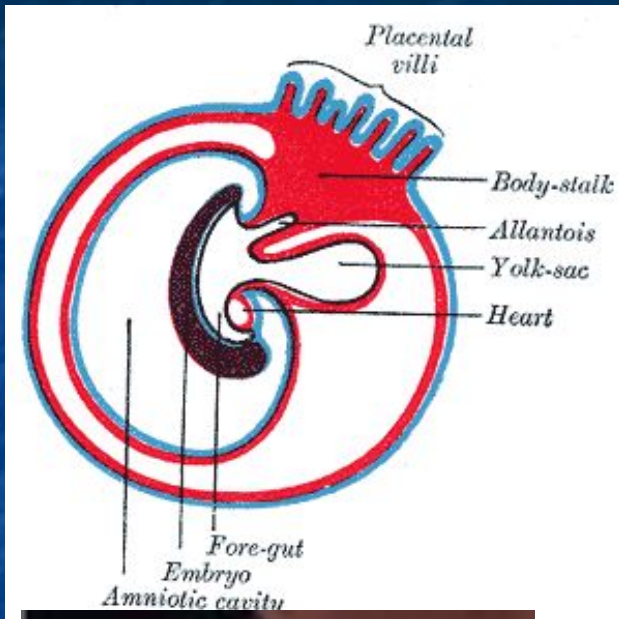
# ИМПЛАНТАЦИЯ БЛАСТОЦИСТЫ



- 1. Фаза адгезии** – приклеивание бластоцисты к эпителию эндометрия с помощью гликопротеина фибронектина.
- 2. Фаза инвазии** – погружение бластоцисты в дефект эндометрия, образованный благодаря протеолитическим ферментам цитотрофобласта.



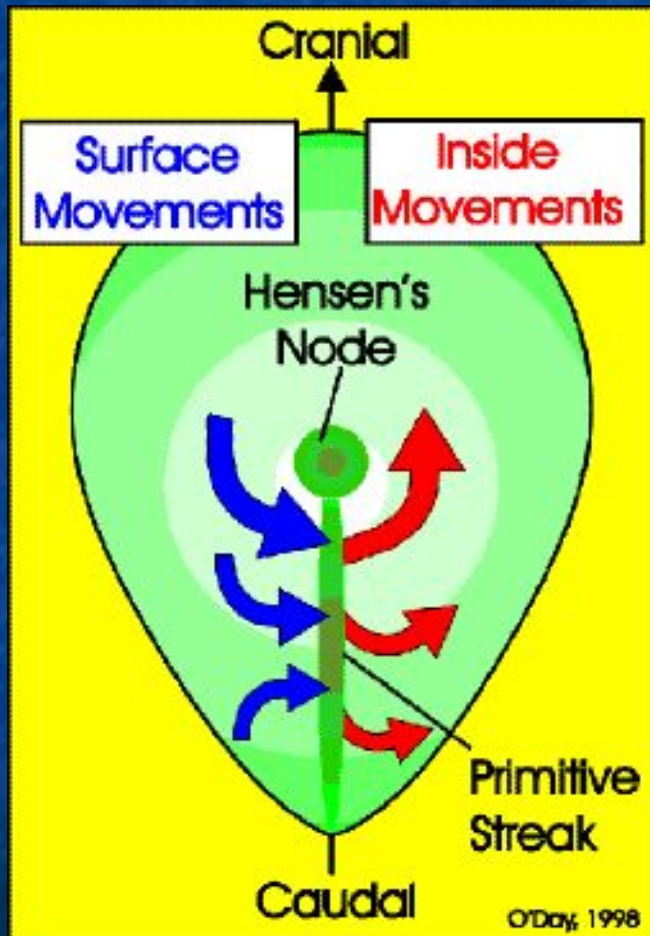
# ОБРАЗОВАНИЕ ВНЕЗАРОДЫШЕВЫХ ОРГАНОВ



- 1. Хорион** – образован трофобластом и внезародышевой мезодермой; формирует ворсинки хориона, а с 3-го мес эмбриогенеза - важнейшего внезародышевого (провизорного) органа — плаценту.
- 2. Амнион** (амниотическая оболочка) - полый орган (мешок), заполненный жидкостью (околоплодными водами), в которой находится и развивается зародыш. Образован: внезародышевыми эктодермой и мезодермой. Основная функция амниона — выработка околоплодных вод, которые обеспечивают оптимальную среду для развития зародыша и его от механических воздействий.
- 3. Желточный мешок** – источниками его развития являются внезародышевая энтодерма и внезародышевая мезенхима. До 7-8-й недели эмбриогенеза основная его функция — кроветворная, в его стенке также появляются первичные половые клетки — гонобласты, которые мигрируют в него из области первичной полоски.



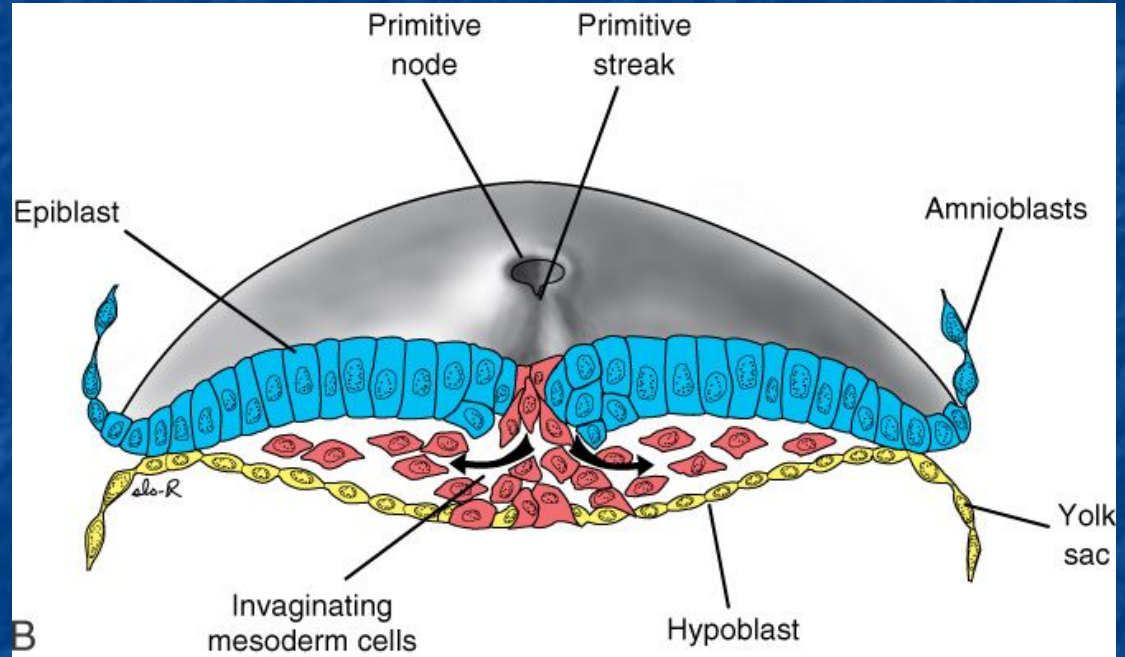
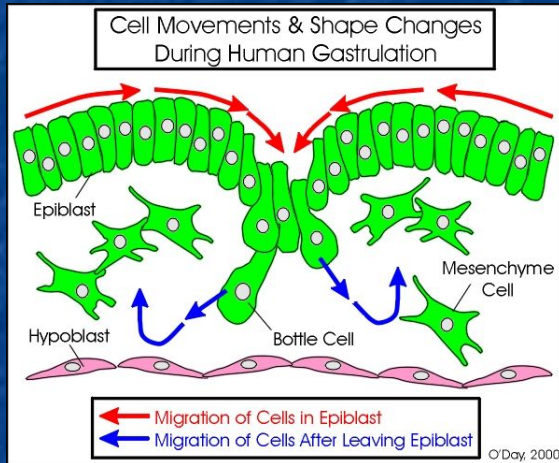
## ВТОРАЯ ФАЗА ГАСТРУЛЯЦИИ



В эктодерме клетки начинают двигаться (**мигрировать**) с двух сторон от головного конца зародыша к каудальному (хвостовому). В области каудального конца клеточные потоки встречаются и начинают двигаться кпереди. При движении клеток эктодермы в срединной части образуется нагромождение клеток, которое получает название **первичной полоски**.

В средней части эктодермы движение клеток останавливается, и в передней части этой полоски имеется еще большее нагромождение клеток, которое получает название **первичного узелка** (гензеновского узелка).

# ОБРАЗОВАНИЕ ЭНТОДЕРМЫ, ПРЕХОРДАЛЬНОЙ ПЛАСТИНКИ И МЕЗОДЕРМЫ

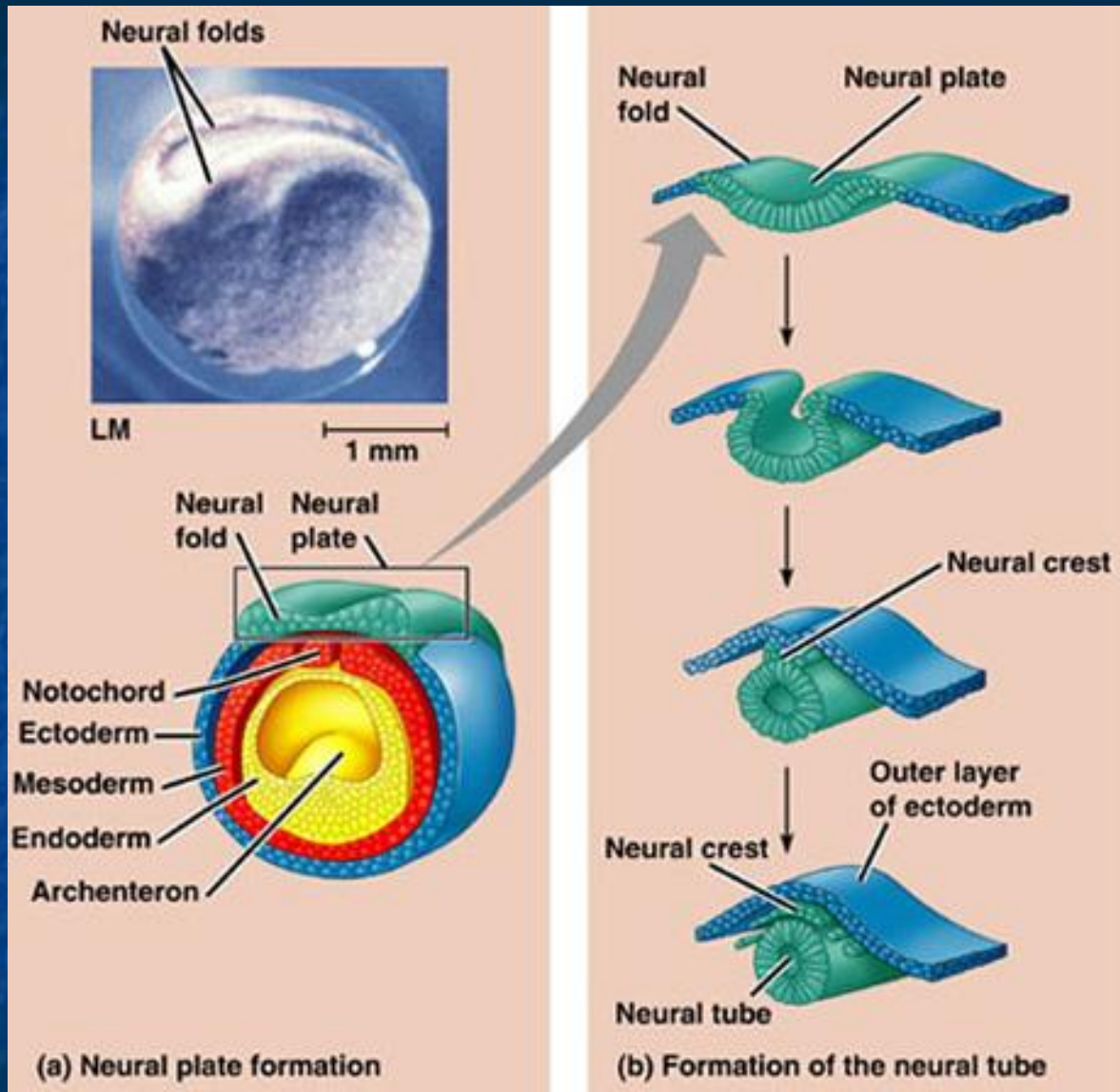


- 1 – из эпибласта выселяется поток клеток, внедряющихся в гипобласт (будущая энтодерма);
- 2 – второй поток клеток из эпибласта в краниальном конце зародыша образует прехордальную пластинку в гипобласте;
- 3 – третий поток клеток эпибласта выселяется в латеральные полости и формирует мезодерму.

# ОБРАЗОВАНИЕ НЕЙРАЛЬНЫХ ЗАЧАТКОВ

**Нейруляция** – 19-30-е сутки; образование нейральных зачатков из материала зародышевой эктодермы в несколько этапов:

- Формирование **нервной пластинки**;
- Образование **нервного желобка**;
- Образование **нервной трубки**;
- Образование **нервного гребня** (ганглиозной пластинки).



(a) Neural plate formation

(b) Formation of the neural tube

# ГИСТО и ОРГАНОГЕНЕЗ

- **Морфогенез** – формирование пространственной организации организма и его частей. Морфогенез осуществляется при реализации различных морфогенетических процессов: рост межклеточные взаимодействия индукция направленная миграция клеток направленный рост частей клеток естественная (запрограммированная) гибель клеток.
- **Рост** – увеличение массы и линейных размеров за счет увеличения количества клеток. В организме вырабатываются многочисленные гуморальные факторы, стимулирующие рост и пролиферацию различных клеточных типов – факторы роста (доставляются с помощью сердечно-сосудистой системы – трансформирующий фактор роста, фактор).
- **Межклеточные взаимодействия и индукция:** эти морфогенетические процессы направляют специализацию клеток и образование новых структур. Природу клеточных взаимодействий в морфогенезе объясняет **концепция позиционной информации**. Согласно концепции позиционной информации – клетка знает свое местоположение в координатной системе зачатка органа и дифференцируется в соответствии с этим положением. Позиционную информацию клетка получает от других клеток. Зона, в пределах которой эффективно действуют сигналы позиционной информации – **морфогенетическое поле**. В течение ряда последующих клеточных делений клетки поля помнят о своем исходном назначении, что обеспечивает активность гомеостатических генов.



# ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЗАРОДЫШЕВЫХ ЛИСТКОВ

