



Московский государственный  
медико-стоматологический  
университет им. А.И. Евдокимова

# Эмбриональное развитие человека

Кафедра морфологии человека

Лектор:

доцент Кутвицкая Светлана Алексеевна

**Эмбриогенез** – наука о закономерностях развития зародыша от момента оплодотворения до рождения.

Эмбриогенез – начальная часть онтогенеза, который складывается из прогенеза, эмбриогенеза и постнатального периода.

Эмбриональное развитие человека включает 4 основные стадии:

1. **Оплодотворение** – слияние мужской и женской половых клеток с образованием зиготы;
2. **Дробление** – цикл митотических делений с образованием бластулы (начинается в конце 1-х суток после оплодотворения и заканчивается на 7-е сутки);
3. **Гастрюляция** – сложный процесс морфогенетических изменений, в результате чего образуются зародышевые листки;
4. **Гистогенез, органо- и системогенез** – формирование тканей и зачатков органов из зародышевых листков.



Процесс внутриутробного развития у человека длится 280 дней и делится на 3 периода:

- **зародышевый** ( с момента оплодотворения до имплантации );
- **эмбриональный** (2-8 недели) – завершается формированием всех систем организма;
- **плодный** – с 9 недели до рождения.



**Про́генез** – развитие и созревание мужских и женских половых клеток.

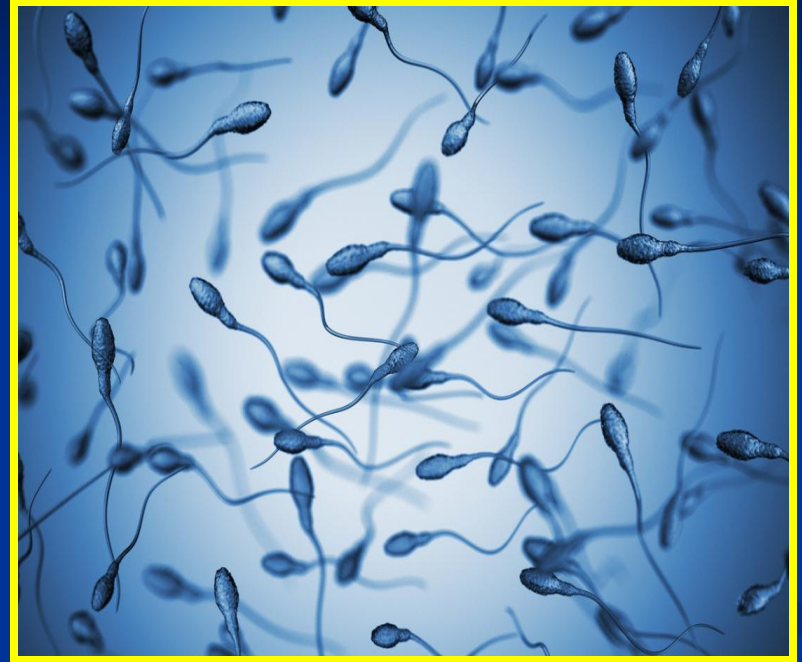
**Спермато́генез** – это развитие и формирование мужских половых клеток (сперматозоидов), протекает в семенниках или яичках с момента полового созревания (постэмбриональный период).

**Ово́генез** – процесс образования и развития женских половых клеток (овоцитов) в яичниках, начинается в эмбриональном и продолжается в постэмбриональном периоде.

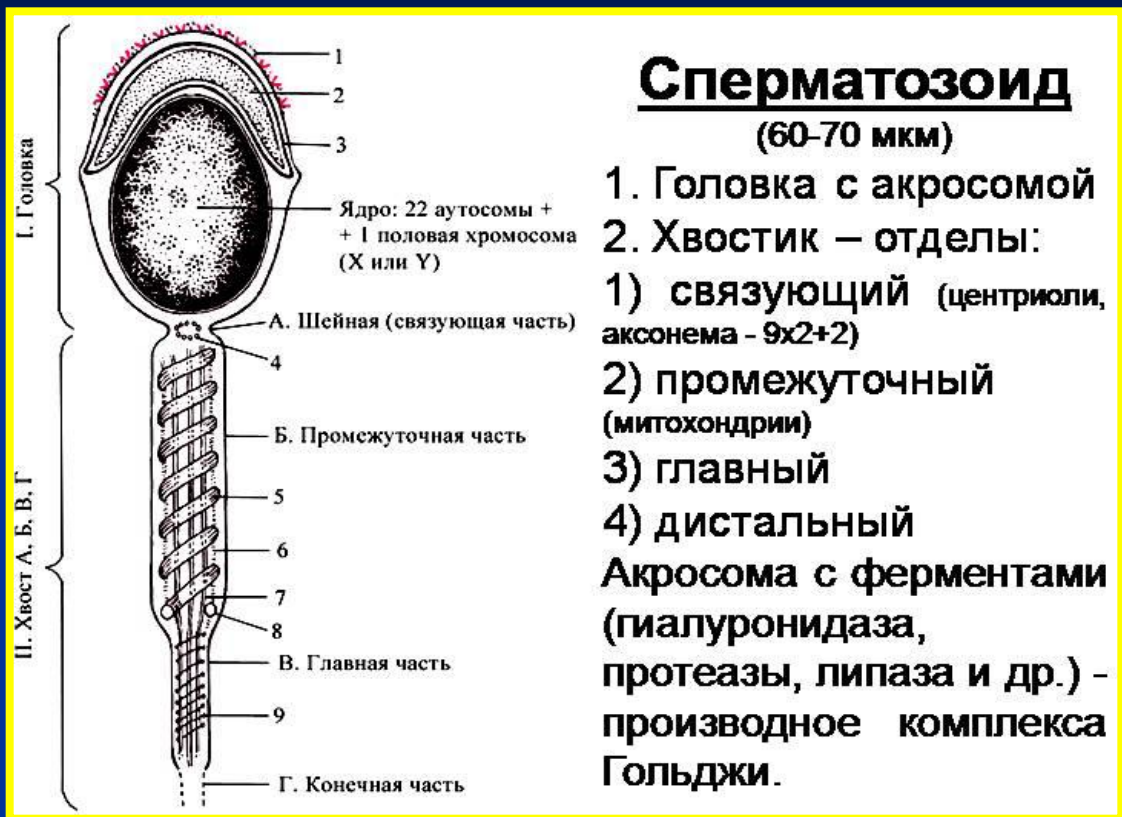


# Строение сперматозоидов

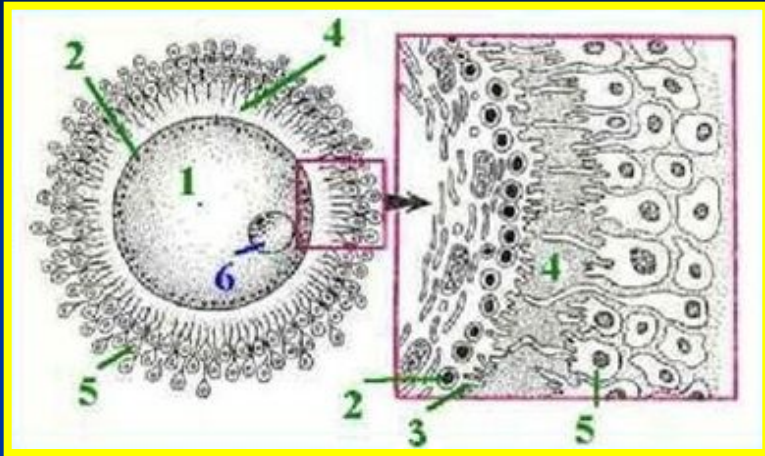
**Сперматозоиды** – подвижные мужские половые клетки, имеют **головку** и **хвост**. Плазмолемма в области головки содержит рецептор для взаимодействия с яйцеклеткой. Головка включает **ядро**, которое покрыто **акросомой** с набором ферментов для растворения оболочек яйцеклетки. В хвостовой части располагаются **центриоли**, **митохондрии**, **микротрубочки** и **фибриллы**, обеспечивающие движения спермия.



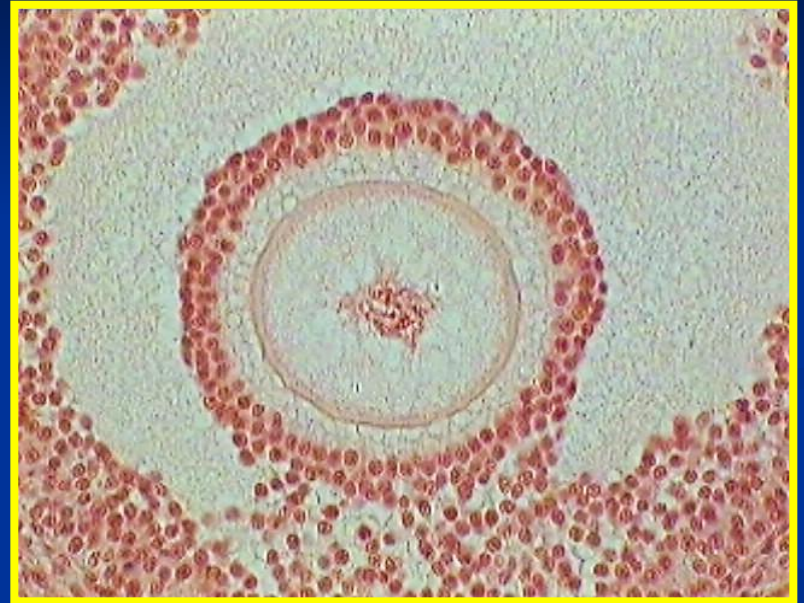
# Схема строения сперматозоида



# Строение овоцита (яйцеклетки)



- 1 - цитоплазма
- 2 - кортикальные гранулы
- 3 - микроворсинки на плазмолемме
- 4 - блестящая оболочка
- 5 - лучистый венец
- 6 - ядро



Овоцит. Микрофотография.





# Строение овоцита (яйцеклетки)

## Яйцеклетка человека вторично изолецитальная

**Овоцит (яйцеклетка)** – крупная (около 130 мкм) неподвижная, имеет ядро, цитоплазму, в которой располагаются органеллы, белково-липидные (желточные) гранулы, кортикальные гранулы, содержащие протеолитические ферменты, гликозаминогликаны и белки. Они участвуют в образовании оболочки оплодотворения и препятствуют полиспермии.

### Овоцит окружен оболочками:

- **цитолемма** – клеточная мембрана;
- **блестящая оболочка (прозрачная)** – густая сеть гликопротеиновых нитей и основной носитель антигенов;
- **лучистый венец** - слой фолликулярных клеток, обеспечивающих трофику и защиту.





# Оплодотворение

**Оплодотворение** — процесс взаимодействия яйцеклетки и сперматозоида , в результате чего восстанавливается диплоидный набор хромосом и возникает качественно новая клетка – зигота ( одноклеточный зародыш).  
Происходит в ампулярной части маточной трубы.

**Оплодотворение у человека внутреннее моноспермное.**

**Фазы оплодотворения:**

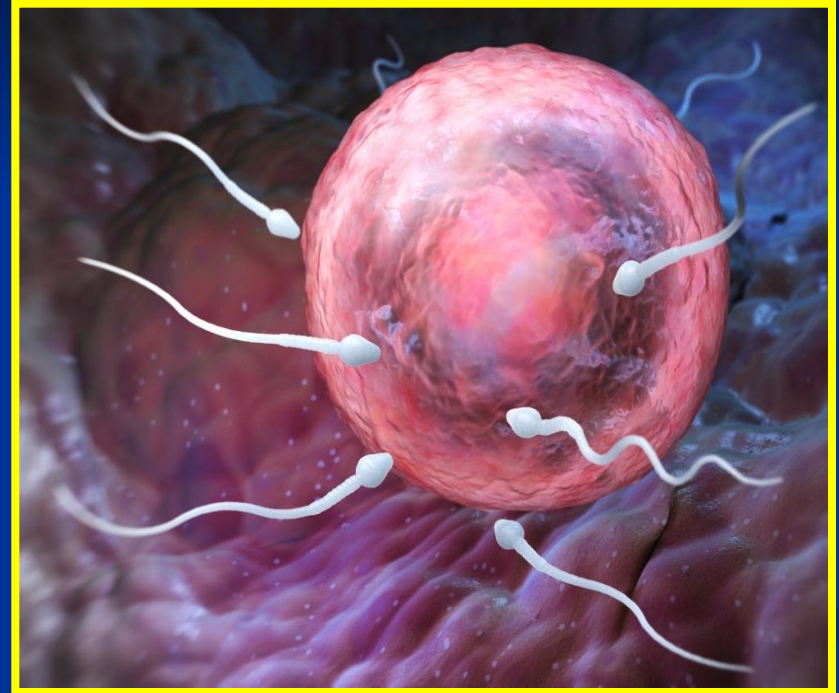
1. **дистантное взаимодействие** - сближение половых клеток;
2. **контактное взаимодействие;**
3. **проникновение сперматозоида в яйцеклетку – синкарион.**



# Оплодотворение

Дистантное взаимодействие половых клеток обеспечивают 3 механизма:

- **Хемотаксис** – направленное движение сперматозоидов по градиенту концентрации веществ, (гиногамонов), выделяемых яйцеклеткой;
- **Положительный реотаксис** – движение сперматозоидов против тока секрета в маточных трубах;
- **Капацитация** – приобретение сперматозоидами оплодотворяющей способности, в результате изменения структуры липидов их клеточной мембраны.



# Оплодотворение и образование зиготы

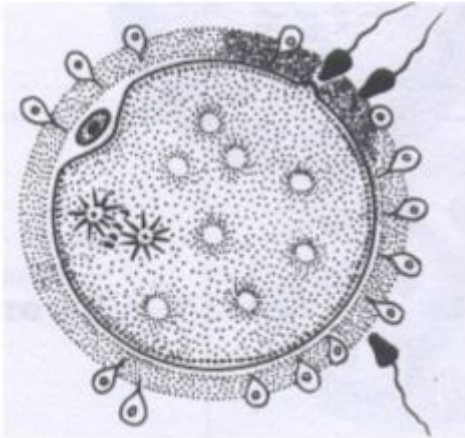
(контактное взаимодействие и слияние половых клеток)

1. **Акрсомальная реакция** – в результате слияния плазмолеммы сперматозоида с наружной акросомальной мембраной высвобождаются ферменты, разрушаются оболочки овоцита и сперматозоид проникает в перивителлиновое пространство, плазмолеммы половых клеток сливаются.
2. **Кортикальная реакция** – выделение секрета кортикальных гранул и образование оболочки оплодотворения.
3. **Стадия синкариона** – сближение ядер гамет – стадия 2-х пронуклеусов, восстановление диплоидного набора хромосом. Образуется одноклеточный зародыш – **зигота**.

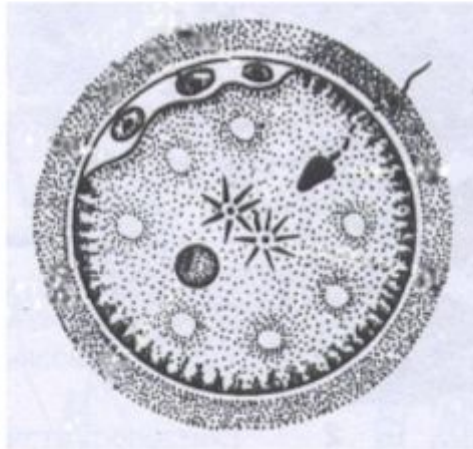


# Оплодотворение

Сближение  
половых клеток



Проникновение  
сперматозоида  
в цитоплазму  
яйцеклетки



Сближение ядер  
яйцеклетки и  
сперматозоида



# Дробление ( 1-я неделя эмбриогенеза)

**Дробление** – последовательное митотическое деление зиготы на клетки (бластомеры) без роста дочерних клеток до размеров материнской.

**Дробление зиготы** человека начинается к концу первых суток и характеризуется как **полное неравномерное асинхронное**:

- **полное** – вся цитоплазма зиготы подвергается цитокинезу;
- **неравномерное** – образуются светлые и темные бластомеры с различными презумптивными участками;
- **асинхронное** – светлые и темные бластомеры делятся с разной скоростью.



## Дробление зиготы человека

**Дробление** начинается в маточной трубе; в результате первого деления образуются 2 бластомера, на 3-и сутки зародыш состоит из 12-16 бластомеров и называется **морула**. В ней по периферии располагаются светлые бластомеры, образующие **трофобласт**, в центральной части морулы – темные бластомеры, образующие **эмбриобласт**. В процессе деления клеток трофобласта и эмбриобласта объем морулы увеличивается, между клетками накапливается жидкость и образуется **бластоциста**. В бластоцисте выделяют следующие компоненты:

- **трофобласт** – стенка полости бластоцисты - один слой светлых клеток,
- **эмбриобласт** – скопление темных бластомеров в виде зародышевого узелка,



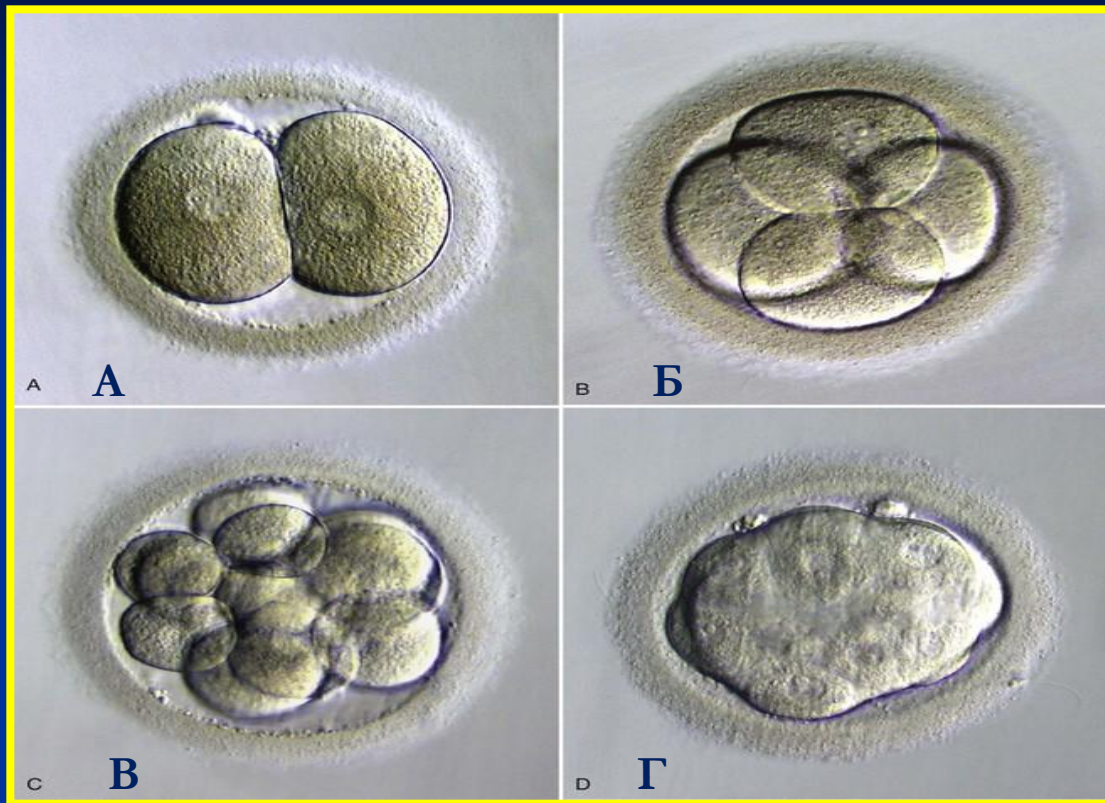
# Стадии дробления зиготы человека

А. Стадия 2-х бластомеров

Б. Стадия 4-х бластомеров

В. Стадия 16 бластомеров  
(морула)

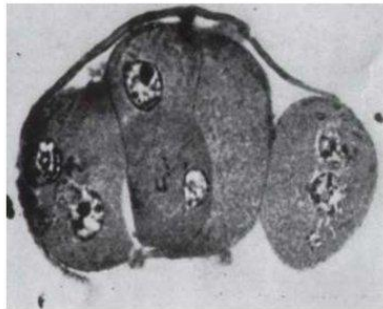
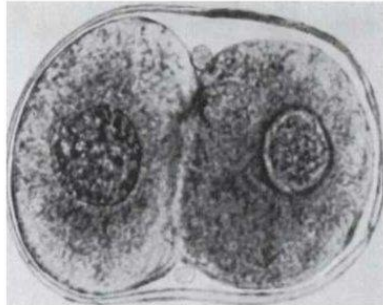
Г. Бластоциста





# Дробление

ДРОБЛЕНИЕ  
ПОЛНОЕ, НЕРАВНОМЕРНОЕ, АСИНХРОННОЕ



# Имплантация

**Имплантация** – это внедрение зародыша в толщу эндометрия (слизистой оболочки матки). Начинается на 7 –е сутки и длится около 40 часов.

В имплантации условно выделяют **3 стадии**:

- **противостояние,**
- **адгезия (прилипание),**
- **инвазия (проникновение).**

**Трофобласт** дифференцируется и подразделяется на **2 слоя**:

- **внутренний клеточный слой – цитотрофобласт,**
- **наружный слой – синцитиотрофобласт.**



# Имплантация

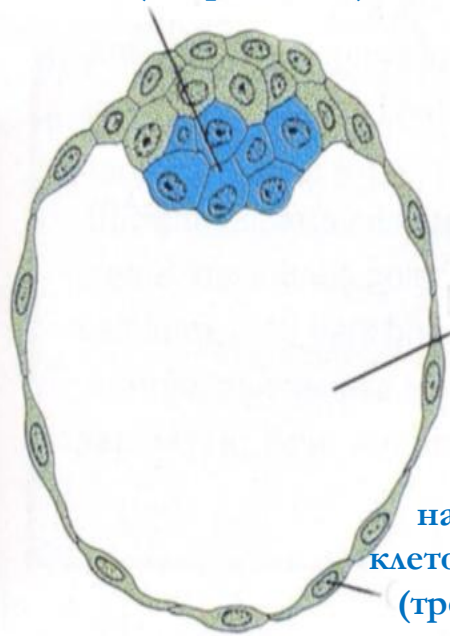
После контакта со слизистой оболочкой матки синцитиотрофобласт выделяет протеолитические ферменты, которые последовательно разрушают эпителий слизистой оболочки матки, соединительную ткань, стенки сосудов, образуется имплантационная ямка. В результате зародыш погружается в эндометрий. Первые 2 недели у зародыша – **гистиотрофный тип питания** (за счет продуктов распада тканей эндометрия); затем его сменяет **гематотрофный** (непосредственный контакт с кровью матери).



# Бластоциста и имплантация

внутренняя клеточная  
масса (эмбриобласт)

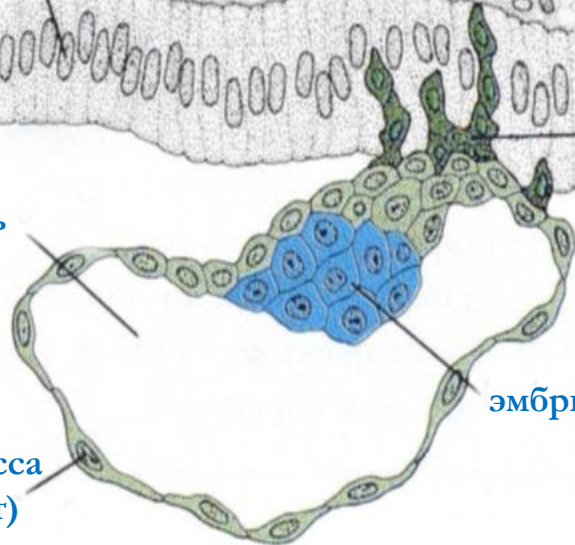
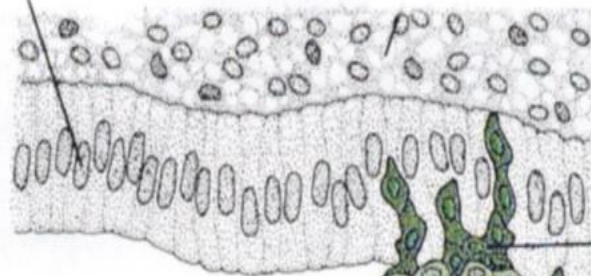
эндометрий



ПОЛОСТЬ

наружная  
клеточная масса  
(трофобласт)

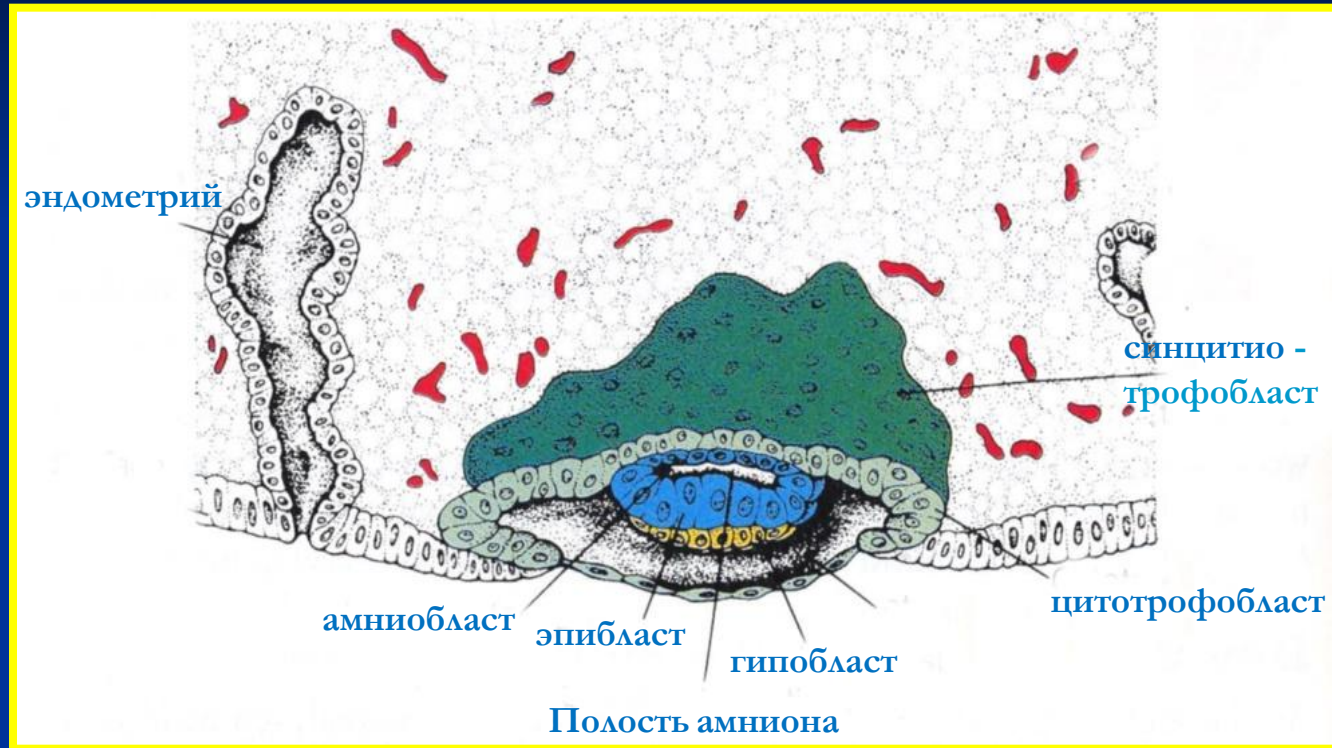
бластоциста



эмбриобласт



# Имплантация и ранняя гаструляция



# Гастрюляция

В результате деления, дифференцировки, взаимодействия и перемещения клеток образуется многослойный зародыш. Появляются зародышевые листки – **эктодерма**, **энтодерма** и **мезодерма**, несущие в себе зачатки различных тканей и органов.

Две стадии гастрюляции:

- ранняя (деламинация 7-14 сутки)
- поздняя (иммиграция 14-17 сутки)

На 1-й стадии образуются:

- эпибласт
- гипобласт
- внезародышевая мезодерма
- амниотический и желточный пузырьки
- хорион
- аллантоис





# Ранняя гаструляция





# Гастрюляция

Вторая стадия начинается с 14-х суток и начинается с миграции клеток эпибласта, что приводит к образованию в средней части зародыша:

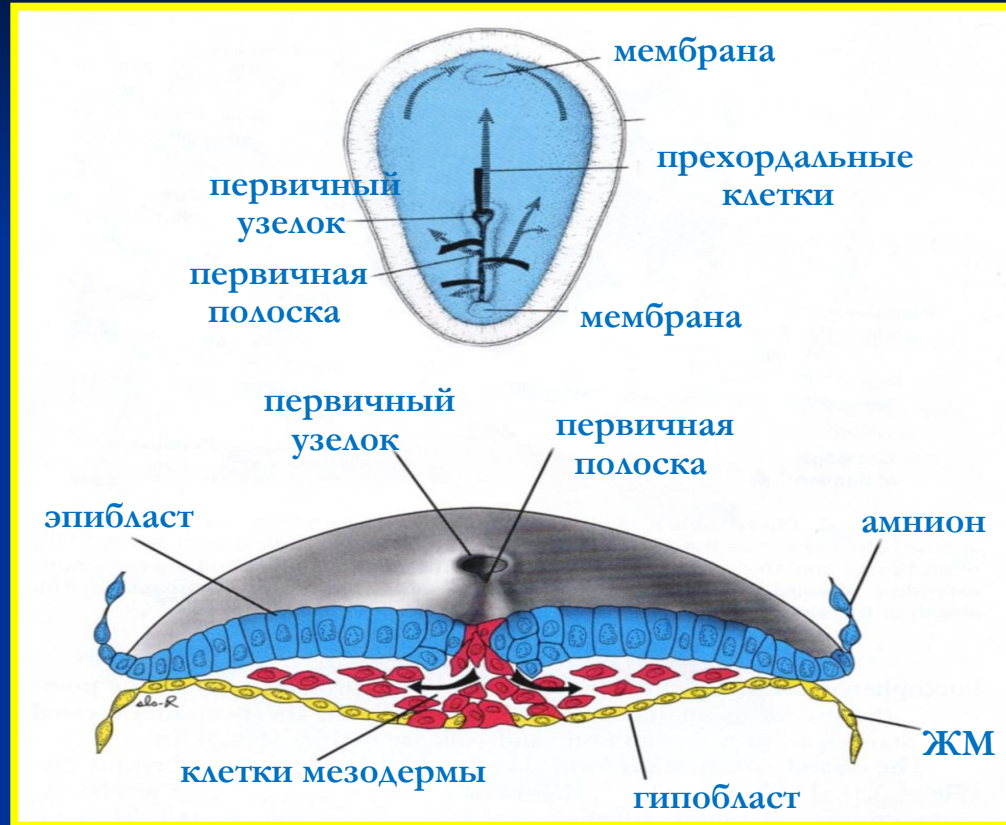
- первичной полоски,
- первичного узелка,
- прехордальной пластинки.

Клетки эпибласта, мигрирующие через первичную полоску и, располагающиеся между эпибластом и гипобластом, дают начало энтодерме, хорде, зародышевой и внезародышевой мезодерме.

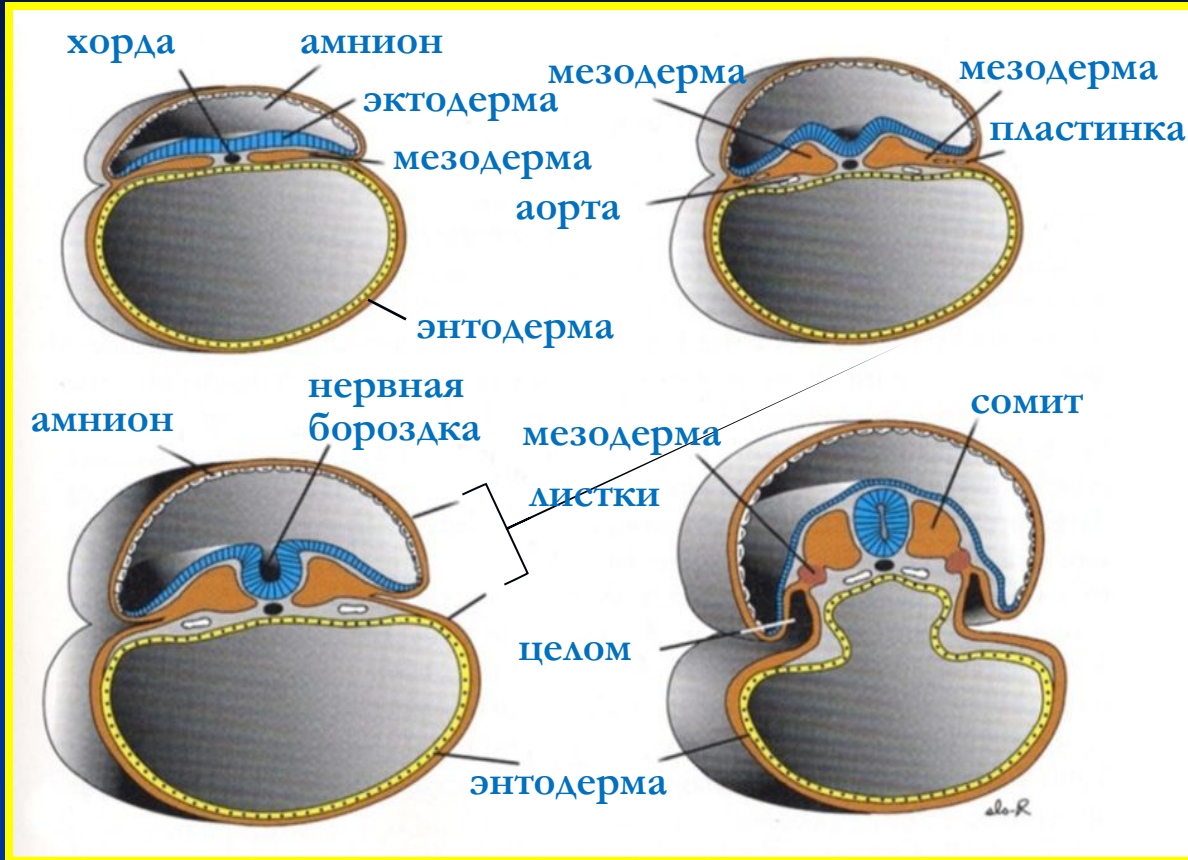
Оставшиеся клетки эпибласта образуют эктодерму.



# Поздняя гаструляция (иммиграция)



# Зародышевые листки и их производные

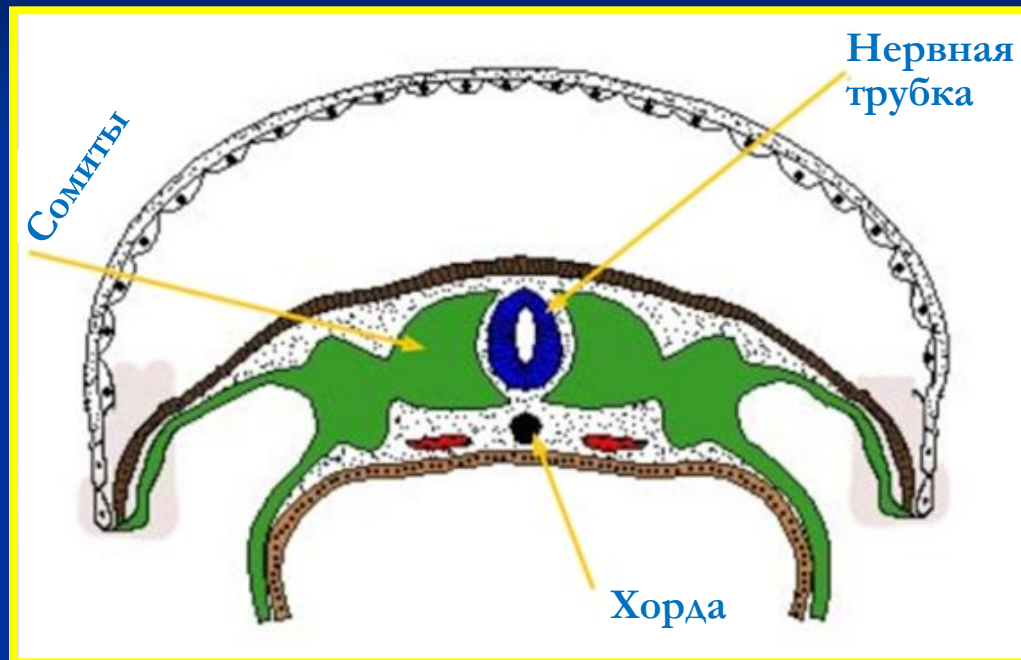


# Формирование комплекса осевых зачатков

На 18-28 сутки из трех зародышевых листков образуются **осевые органы**:

- хорда,
- нервная трубка,
- кишечная трубка.

Процесс образования нервной трубки – **нейруляция**.



# Дифференцировка зародышевых ЛИСТКОВ



# Дифференцировка эктодермы

При дифференцировке эктодермы образуются **зародышевые части** :

- **Нервная трубка** — дает начало спинному и головному мозгу, сетчатке глаза;
- **Кожная эктодерма** — дает начало эпидермису, эмали зуба, волосам, сальным и потовым железам;
- **Ганглиозные пластинки** - дают начало клеткам спинальных и вегетативных узлов, мозговому веществу надпочечников;
- **Прехордальная пластинка** — развивается эпителий дыхательных путей, пищевода.



# Дифференцировка энтодермы

Энтодерма дифференцируется на **внезародышевую** и **зародышевую**.

**Зародышевая энтодерма** участвует в развитии

- эпителия желудка и кишечника,
- эпителия желез желудка и кишечника,
- эпителия печени и поджелудочной железы.

**Внезародышевая энтодерма** формирует выстилку желточного мешка и аллантоиса.





# Дифференцировка мезодермы

**Мезодерма** по обе стороны хорды (дорсальная) формирует:

## 1. сомиты ;

Каждый сомит делится на

- **склеротом** – развивается осевой скелет тела,
- **миотом** - поперечнополосатая скелетная мышечная ткань,
- **дерматом** – соединительнотканная основа кожи;

## 2. нефротом – почки, гонады;

3. **спланхнотом** (вентральная часть) – лимфатическая и кровеносная система, брюшина, перикард.

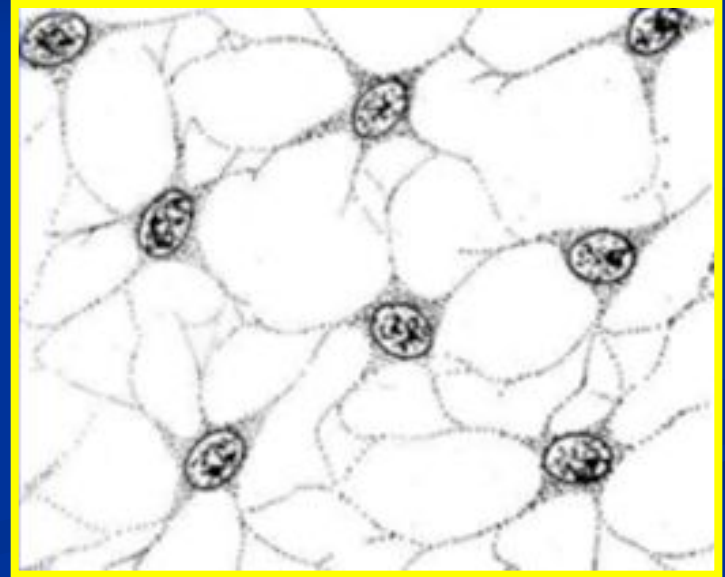


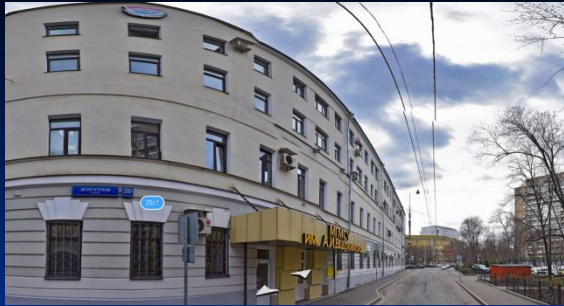
# Мезенхима

**Мезенхима** - отростчатые клетки, высеяющиеся из всех трех зародышевых листков, в основном из мезодермы, заполняют пространство между листками.

Из **мезенхимы** развиваются:

- кровь и лимфа,
- стенки сосудов,
- гладкая мышечная ткань,
- соединительная ткань,
- микроглия,
- кроветворные органы.





**Спасибо за внимание!**

