

КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



2025г.

Тема № 1 Онтогенез Эмбриональное развитие ЖИВОТНЫХ

лекция

Тяпкина Оксана Викторовна
к.б.н., доцент кафедры
медицинской биологии и генетики
КГМУ

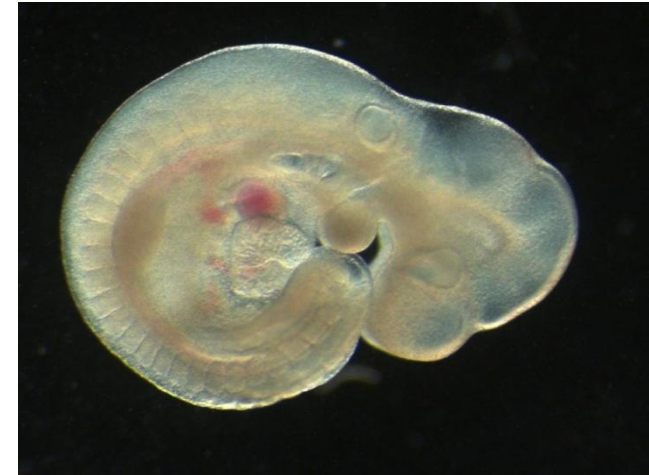
ПЛАН

1. Онтогенез.
2. Эмбриональное развитие животных.

Онтогенез животных

- Онтогенез делится на два периода:
- **эмбриональный** — от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек;
- **постэмбриональный** — от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

- **Эмбриология** - это наука, изучающая развитие зародыша.
- Зародыш - любой организм на ранних стадиях развития до рождения или вылупления, или, до момента прорастания (у растений).



Эмбриология (биология развития) — наука, изучающая индивидуальное развитие многоклеточного организма, а также закономерности изменений его морфофункционального состояния на протяжении всего онтогенеза.

Эмбриональный период

В эмбриональном периоде выделяют три основных этапа: **дробление, гастрюляцию, инвагинацию, эмиграцию, эпиболию, деляминацию и первичный органогенез.**

Эмбриональный, или зародышевый, период онтогенеза начинается с момента оплодотворения и продолжается до выхода зародыша из яйцевых оболочек.

У большинства позвоночных он включает стадии (фазы): *дробления, гастрюляции, гисто- и органогенеза.*

Эмбриология изучает :

- - гаметогенез,
- - оплодотворение и образование зиготы,
- - дробление зиготы,
- - процессы дифференцировки тканей,
- - процессы закладки и развития органов (органогенез), морфогенез, регенерацию.

Тератология

- -(патологическая эмбриология) -**дисциплина**, которая занимается изучением ненормального развития и возникновения уродств, различных аномалий и пороков развития.



Причина тератологических явлений

- — заражение вирусами, микоплазмами, бактериями, грибами, повреждение нематодами, клещами, насекомыми, воздействия ионизирующих излучений, геофизических факторов, химических регуляторов роста, удобрений, пестицидов, различных промышленных отходов, полезных ископаемых, низкой и высокой температуры, избытка или недостатка воды и освещения, мутационный процесс.

T - токсоплазмоз (toxoplasmosis),
O - другие инфекции (others),
R - краснуха (rubella),
C - цитомегаловирусная инфекция (cytomegalovirus),
H - герпес (herpes simplex virus).

Группа O - другие инфекции (others) подразумевает такие, влияющие на плод инфекции, как хламидиоз, гепатит B, гепатит C. Недавно в этот перечень включена и ВИЧ-инфекция.



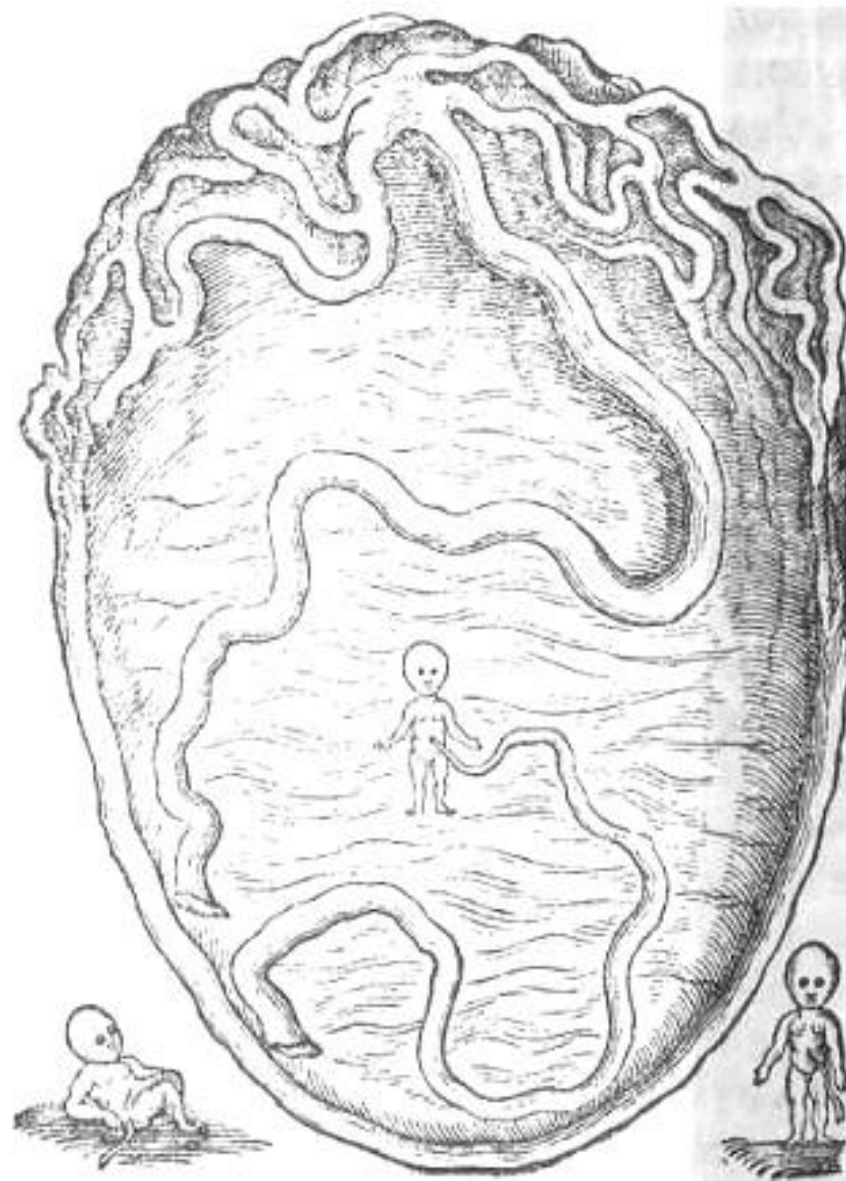
Эмбриология: краткая история развития

- две основные точки зрения на процессы развития - **преформизм** и **эпигенез** (сформировались XVII в.).

- Ян Сваммердам изучил развитие и метаморфоз насекомых
- Антони ван Левенгук открыл [партеногенез](#) у тлей и наблюдал сперматозоиды человека.
- Марчелло Мальпиги переисследовал развитие куриного эмбриона и изучил микроскопическую анатомию многих органов и тканей животных и растений.

Позиция преформизма (предсуществования)

- процессе развития не возникает ничего действительно нового, все части зародыша в уже сформированном виде присутствуют в яйце, и если их нельзя увидеть, то только из-за малых размеров; в дальнейшем происходит лишь их рост.

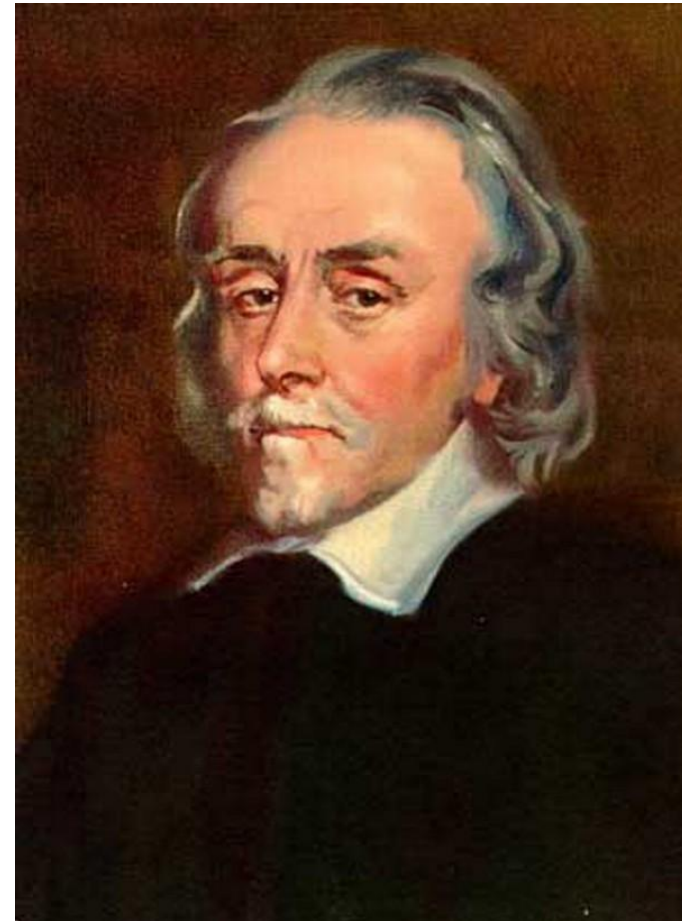


- [Г.Лейбниц](#) – «теория вложения»:
- Если в яйцеклетке есть полностью сформированный зародыш, то в его яичниках должны быть сформированные яйцеклетки, в них - зародыши следующего поколения, и так до бесконечности.



Эпигенез

- в ходе развития происходит постепенное усложнение формы; из бесструктурного, однородного материала яйца возникают различающиеся части зародыша. Автор термина "эпигенез" был [У.Гарвей](#)



Эпигенез

В основополагающем труде о развитии куриного эмбриона **Каспар Вольф** доказал, что кишечная и нервная трубки возникают в ходе сворачивания или выпячивания клеточных пластов с их последующим обособлением, что однозначно указывает на иллюзорность идей преформизма: в индивидуальном развитии происходит реальное формообразование, направляемое некоей *«существенной силой»*, аналогичной аристотелевской энтелехии

Современник и соотечественник Вольфа, **Иоганн Блюменбах** (1742-1840) объяснял морфогенетические процессы при регенерации гидры действием *«формообразующего импульса»*. По его мнению эпигенез направляется преформированной в половых клетках «силой развития», рассматриваемой как некая инструкция, предопределяющая морфогенез зародыша, так что ключ к пониманию феноменов развития – в раскрытии природы этих «инструкций»



**Каспар Фридрих
Вольф**
(1734-1794)

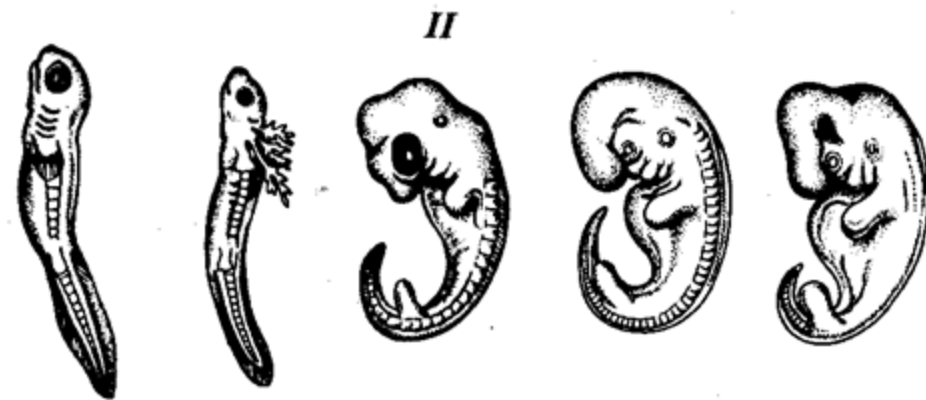


Иоганн Блюменбах
(1742-1840)

- В первой половине XIX в. было твердо установлено, что все органы позвоночных развиваются из трех первичных зародышевых пластов, или листков

- В первой половине XIX в. большие успехи делали систематика и сравнительная анатомия.
- Одним из главных методов в биологии стал сравнительный метод.
- зародилась сравнительная эмбриология.

- **Карл Бэр** . установил, что на некоторой довольно ранней стадии все эти зародыши наиболее сходны между собой, а различия приобретаются в ходе дальнейшего развития.
- сформулирован **закон зародышевого сходства**:
- 1. Эмбрионы животных одного типа на ранних стадиях развития сходны.
- 2. Они последовательно переходят в своем развитии от более общих признаков типа ко все более частным. В последнюю очередь развиваются признаки, указывающие на принадлежность эмбриона к определенному роду, виду, и, наконец, индивидуальные черты.
- 3. Эмбрионы разных представителей одного типа постепенно обособляются друг от друга



Рыба

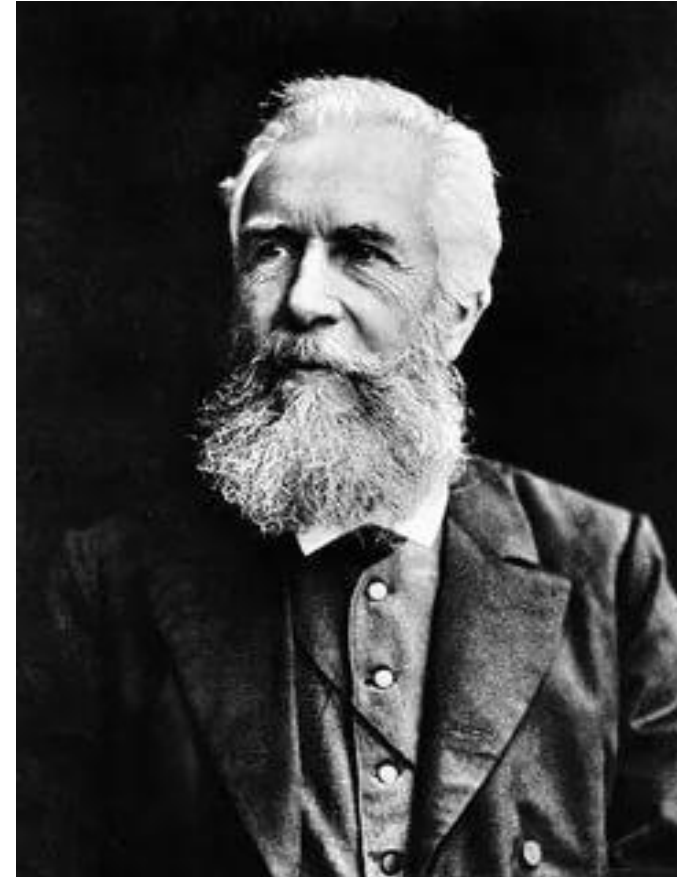
Саламандра

Черепаша

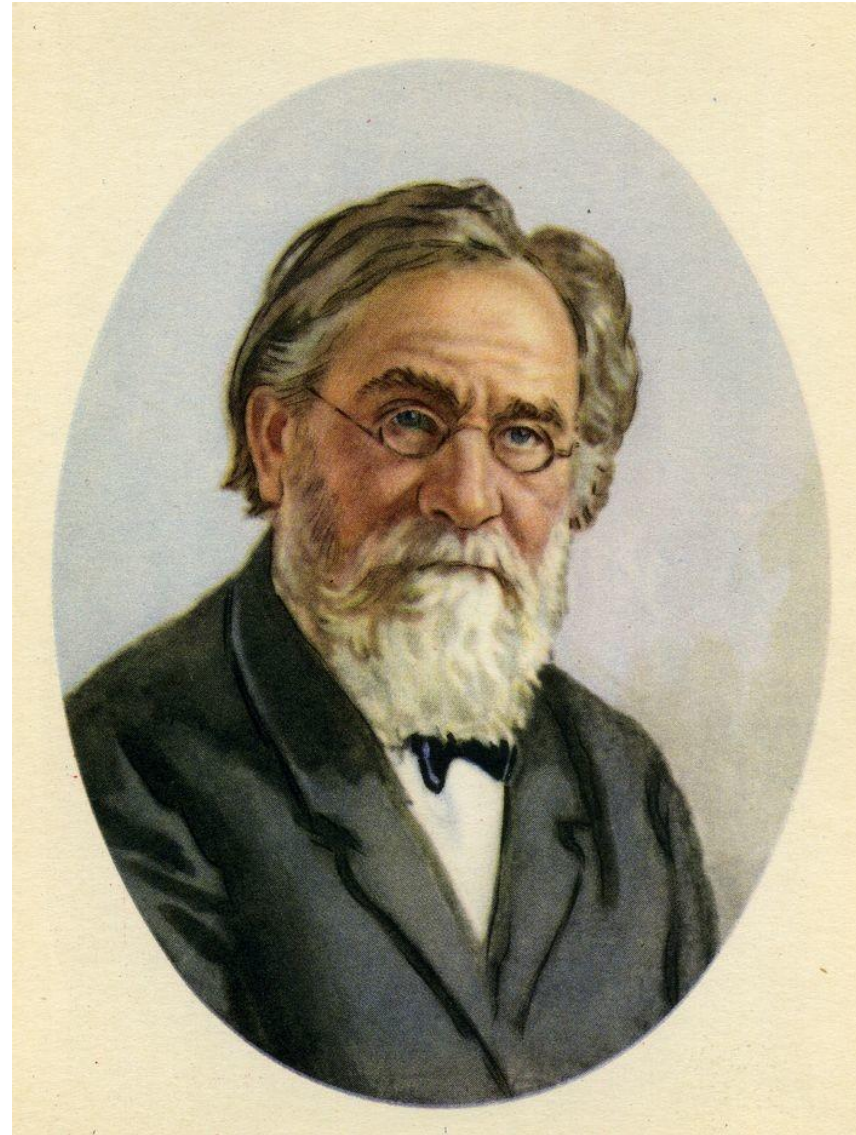
Крыса

Человек

- [Э.Геккель](#) сформулировал биогенетический закон :
"Онтогенез есть быстрое и краткое повторение филогенеза (исторического развития вида)".



- [И.И.Мечников](#) изучил раннее развитие примитивных многоклеточных (губок и кишечнополостных) и доказал сходство ранних стадий развития всех многоклеточных животных.



- Вильгельм Ру - механика развития.
- В основе этого подхода - причинно-аналитический метод, согласно которому, чтобы понять механизмы развития, надо разбить его на отдельные звенья, выяснить механизмы каждого звена и причинно-следственные связи между ними.



ОНТОГЕНЕЗ

- **ОНТОГЕНЕЗ** - (индивидуальное развитие организмов) – период жизни особи с момента образования зиготы до гибели организма.
- Термин «Онтогенез» введён Э. Геккелем (1866).

ОНТОГЕНЕЗ

- **ТИПЫ ОНТОГЕНЕЗА**

- 1.ЛИЧИНОЧНЫЙ

- 2.ЯЙЦЕКЛАДНЫЙ
(неличиночный)

- 3.ВНУТРИУТРОБНЫЙ

Личиночный тип онтогенеза

- ◆ Желтка в яйцах мало,
 - ◆ Быстро развивается личинка (отличная от взрослого организма)
 - ◆ Личинки имеют провизорные органы
 - ◆ Развитие сопровождается метаморфозом
- Развитие с полным превращением: яйцо — личинка — куколка — взрослая особь
 - Развитие с неполным превращением: яйцо — личинка — взрослая особь

Яйцекладный (неличиночный)

- ◆ **Яйца богаты питательным материалом**
- ◆ **Длительное развитие зародыша внутри яйца**
- ◆ **Организм, вышедший из яйца хорошо развит**
- ◆ **Имеются провизорные органы**

Внутриутробный тип онтогенеза.

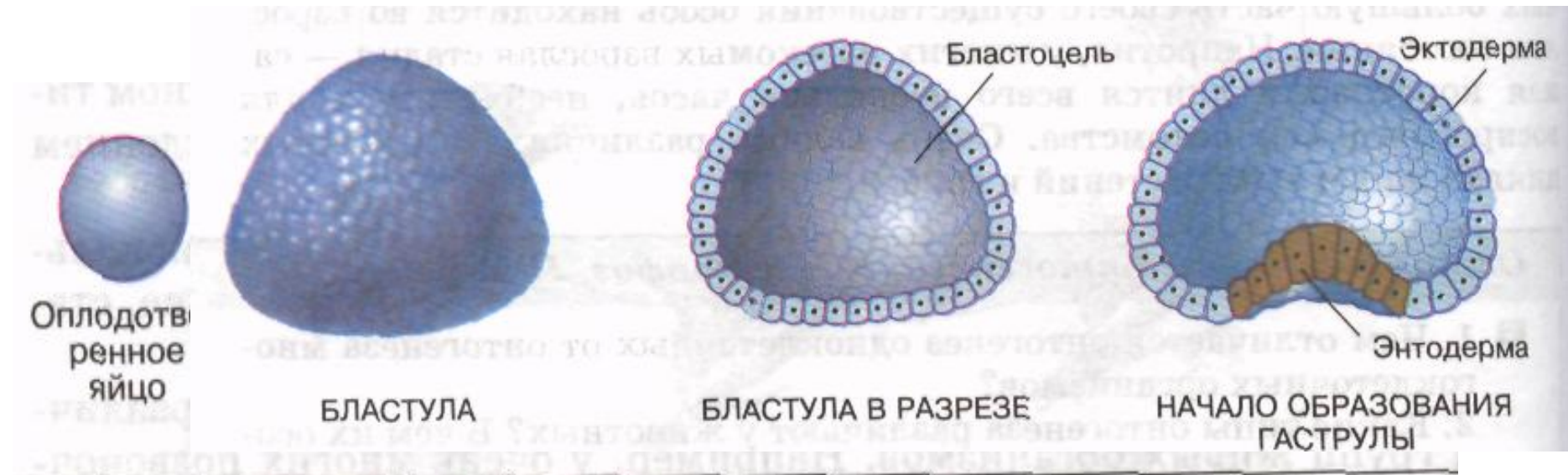
- ◆ **Яйца содержат мало желтка**
- ◆ **Зародыш связан с материнским организмом посредством плаценты и др. провизорными органами**

ОНТОГЕНЕЗ

- **Периоды онтогенеза** у многоклеточных животных, размножающихся половым путем:
- **Прозэмбриональный** - гаметогенез
- **Эмбриональный** – от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек
- **Постэмбриональный** – от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма

ЭБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД. ДРОБЛЕНИЕ

- **ДРОБЛЕНИЕ** процесс частых последовательных митотических делений зиготы, в результате которых образуется бластула.

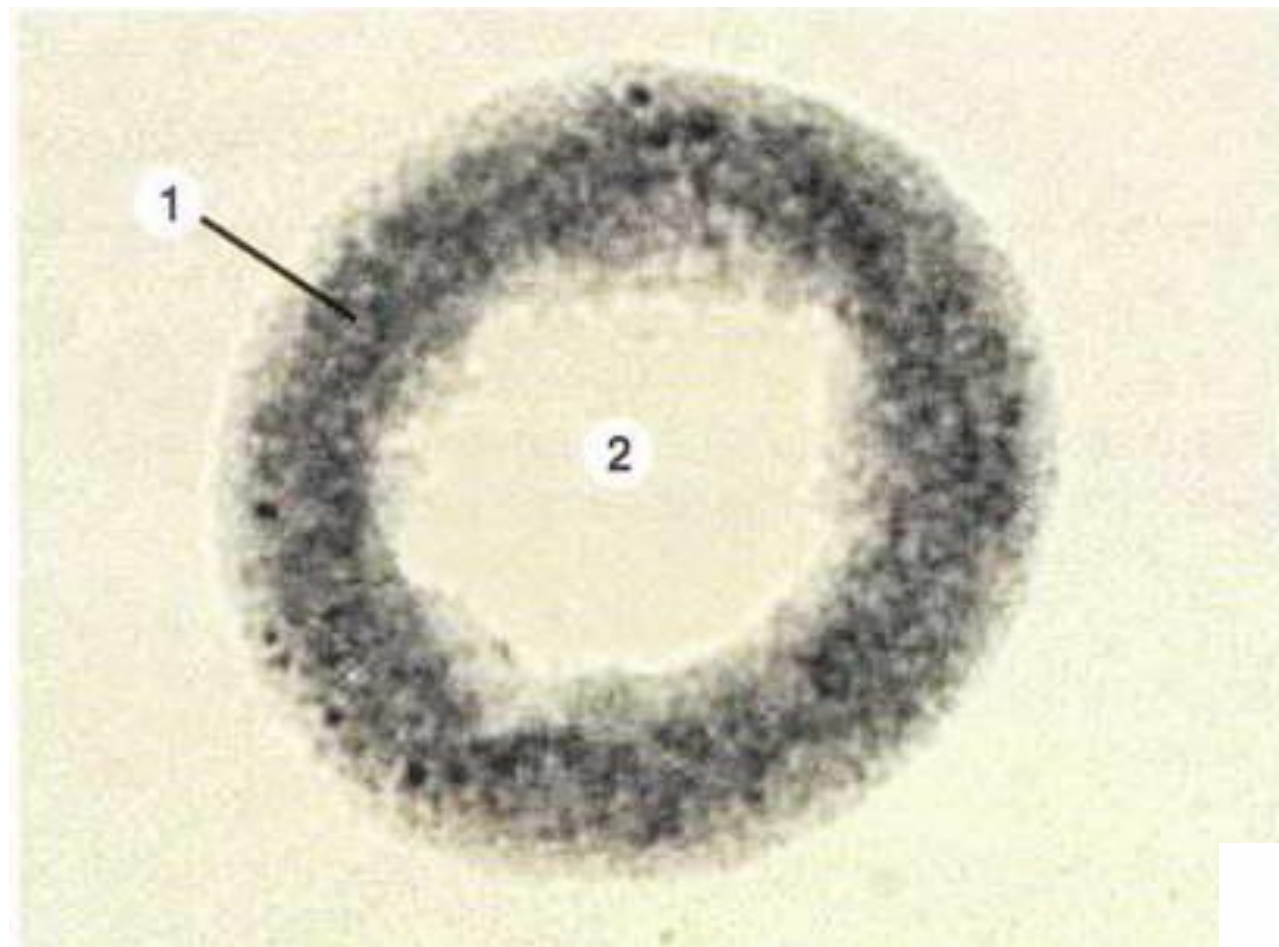


Типы дробления

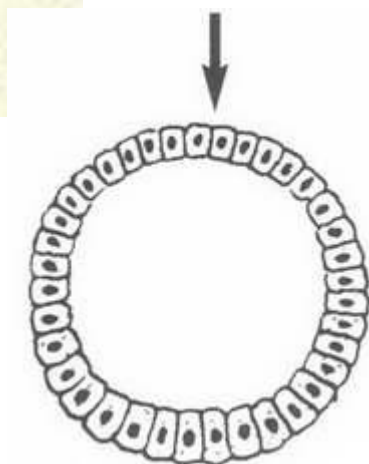
- Полное равномерное дробление характерно для изолецитальных яиц - например для ланцетника.
- происходит чередование меридионального и экваториального дроблений.
- Зародыш на стадии 32 бластомеров называется *морулой*.



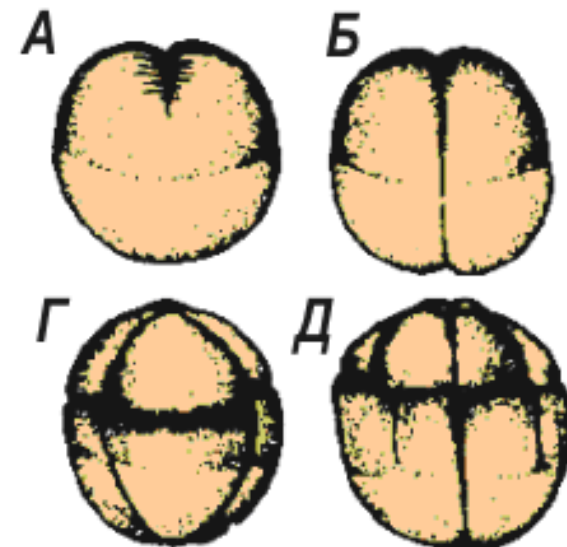
- Образуется **бластула** - стенки образованы одним слоем клеток (бластомеры), называемых бластодермой.
- Полость бластулы - бластоцель.
- Бластомеры имеют одинаковый размер. В результате такого дробления образуется **целобластула**.



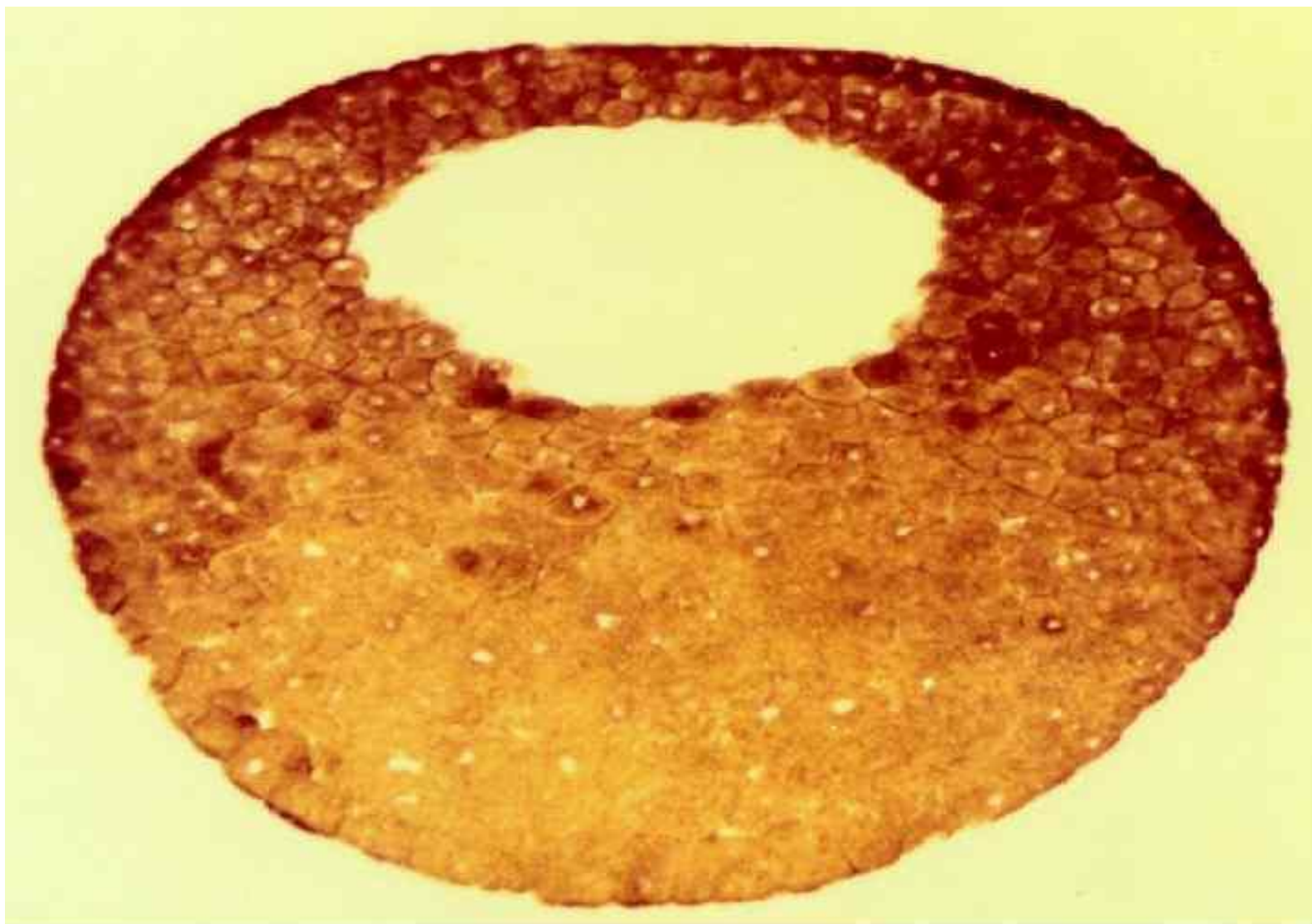
- Целобластула морского ежа



- **Полное неравномерное** дробление свойственно телолецитальным яйцам с умеренным содержанием желтка, например у лягушек.
- 1-я и 2-я борозды дробления проходят по меридианам и полностью делят яйцо на 4 части, 3-я борозда смещена в сторону анимального полюса, где нет желтка.

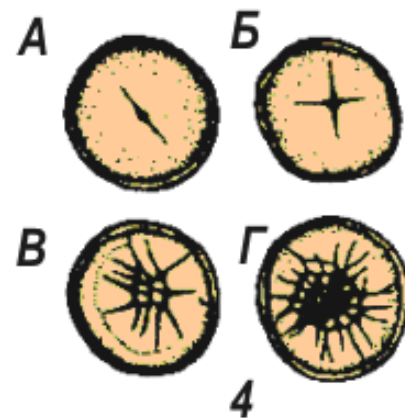
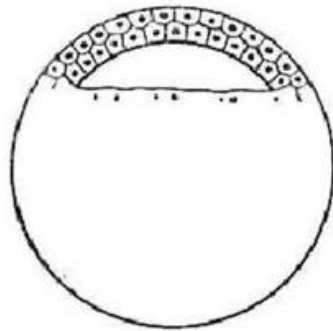


- Бластомеры имеют неодинаковую величину:
- на анимальном полюсе они меньше (*микромеры*),
- на вегетативном больше (*макромеры*).
- Желток затрудняет дробление, и поэтому дробление макромеров идет медленнее, чем микромеров.
- Стенка бластулы состоит из нескольких рядов клеток.
- Первичная полость мала и смещена к анимальному полюсу. Образуется **амфибластула**.

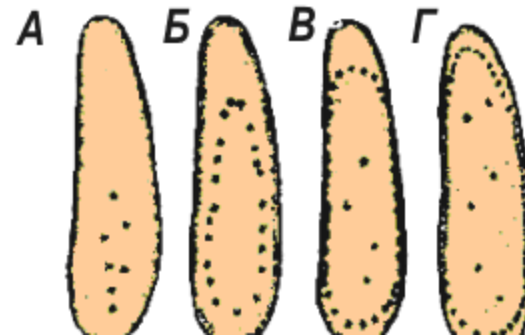


6. Поздняя амфибластула лягушки. Обозначить: бластодерма, бластоцель, микромеры, макромеры, анимальный полюс, вегетативный полюс

- Неполному дискоидальному дроблению подвергаются телолецитальные яйца с большим содержанием желтка, например у рептилий, птиц.
- Дробление идет только на анимальном полюсе. 1-я и 2-я борозды дробления проходят по меридиану перпендикулярно друг другу, 3-я борозда смещена к анимальному полюсу.
- В результате этого образуется *зародышевый диск*.
- Бластоцель располагается под слоем бластодермы в виде щели. Бластула называется дискобластулой.



- **Неполное поверхностное дробление** характерно для *центролецитальных* яиц, например для членистоногих.
- Ядра центролецитальных яиц многократно делятся и перемещаются к периферии, где в цитоплазме нет желтка.
- Цитоплазма образует бластомеры.
- Бластула имеет один слой бластомеров.
- Бластоцель заполнена желтком.
- Такая бластула называется **перибластулой**.



Типы яиц

Изолецитальное

Телолецитальное

Ланцетник

Лягушка

Птица



Дробление



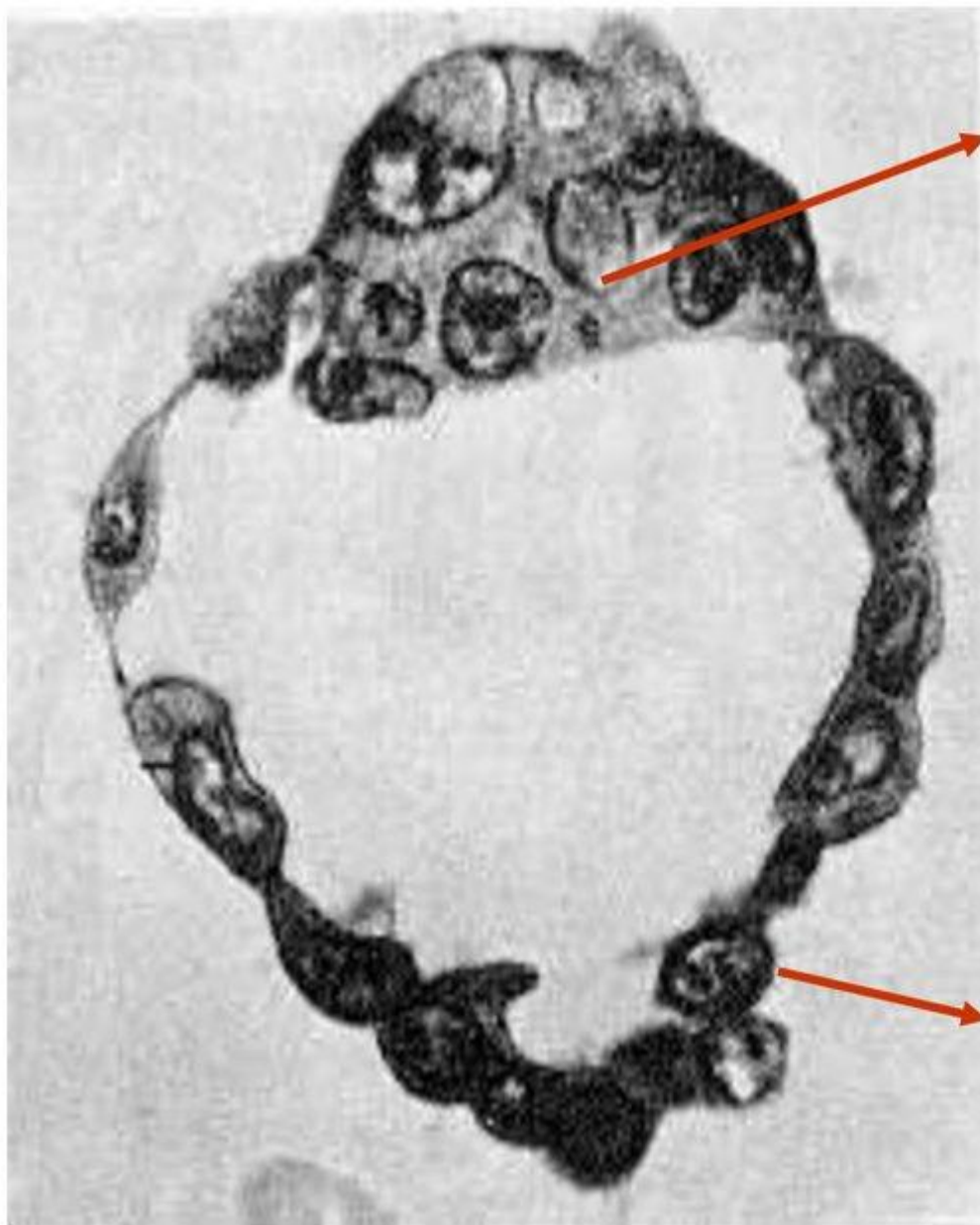
Бластула



Целобластула

Амфибластула

Дискобластула



ЭМБРИОБЛАСТ

ЭПИБЛАСТ

ЗАРОДЫШЕВЫЕ
ЧАСТИ ЭКТО-,
МЕЗО- И
ЭНТОДЕРМЫ
ВНЕЗАРОДЫШЕВАЯ
МЕЗОДЕРМА
ВНЕЗАРОДЫШЕВАЯ
ЭКТОДЕРМА

ГИПОБЛАСТ

ВНЕЗАРОДЫШЕВАЯ
ЭНТОДЕРМА

ТРОФОБЛАСТ

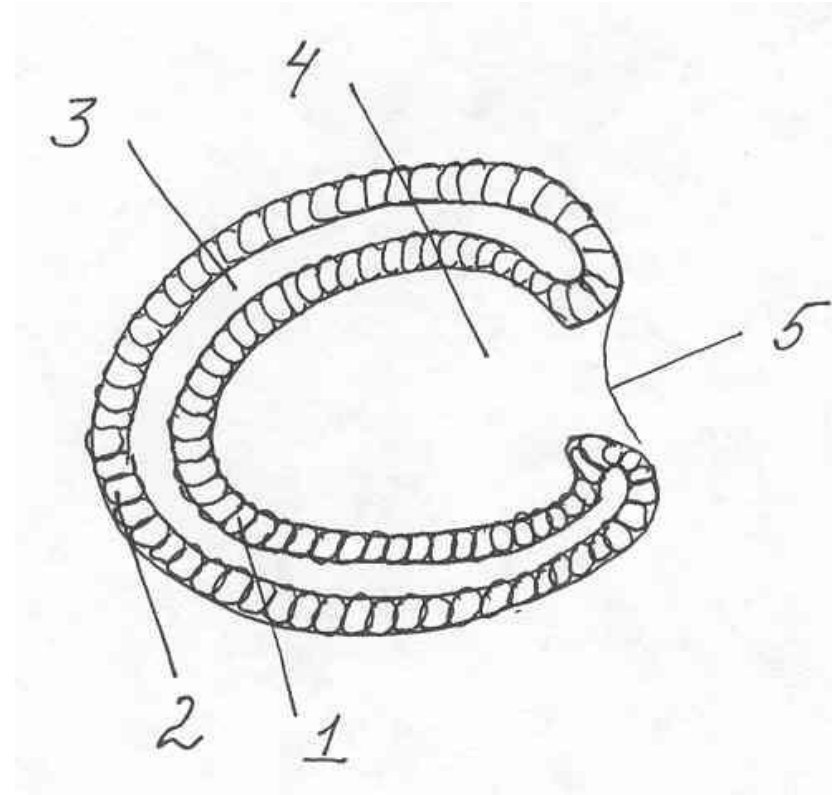
ЭПИТЕЛИЙ
ПЛАЦЕНТЫ,
ХОРИОНА

Гаструляция

- **Сущность стадии гаструляции** заключается в том, что однослойный зародыш — бластула — превращается в *многослойный* — двух- или трехслойный, называемый гаструлой

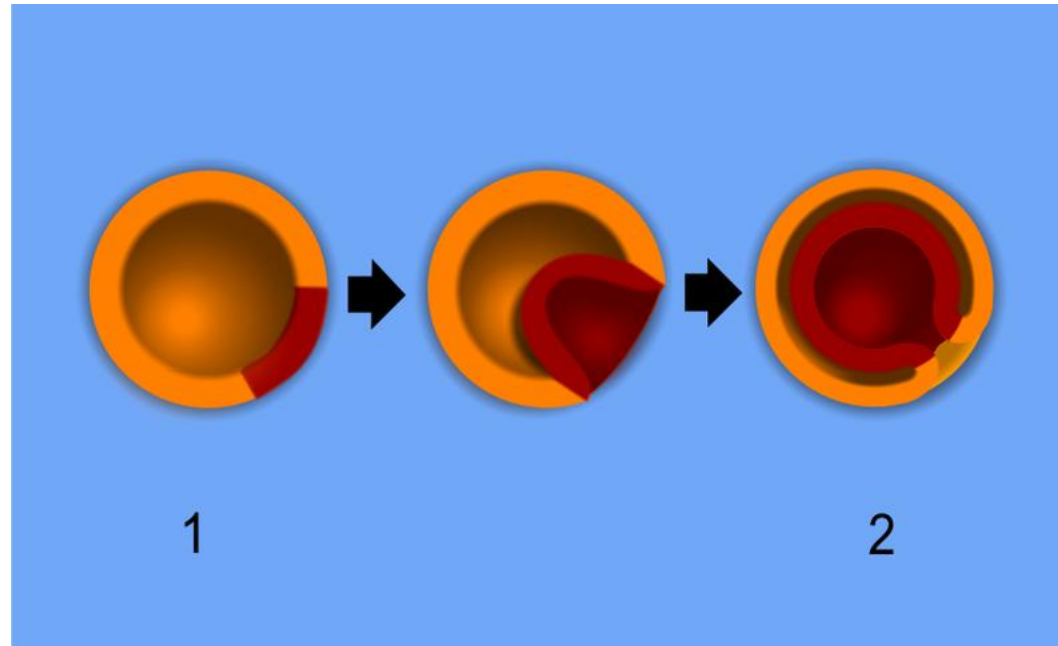
ГАСТРУЛА

- 1 – Энтодерма
- 2 – Эктодерма
- 3 – Остатки
бластоцеля
- 4 – Гастроцель
- 5 – Блестопор
(первичный рот)

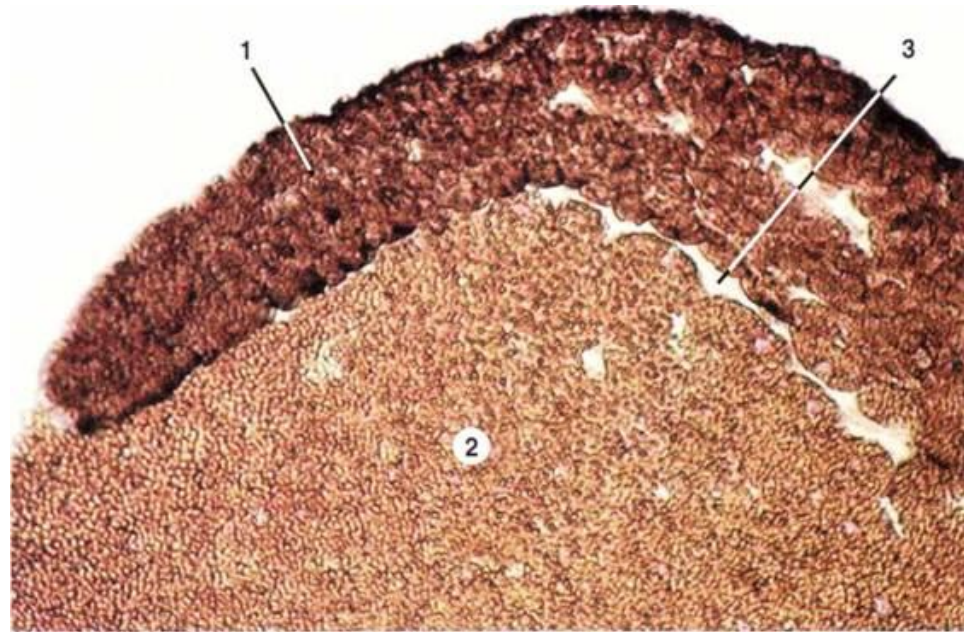


ТИПЫ ГАСТРУЛЯЦИИ

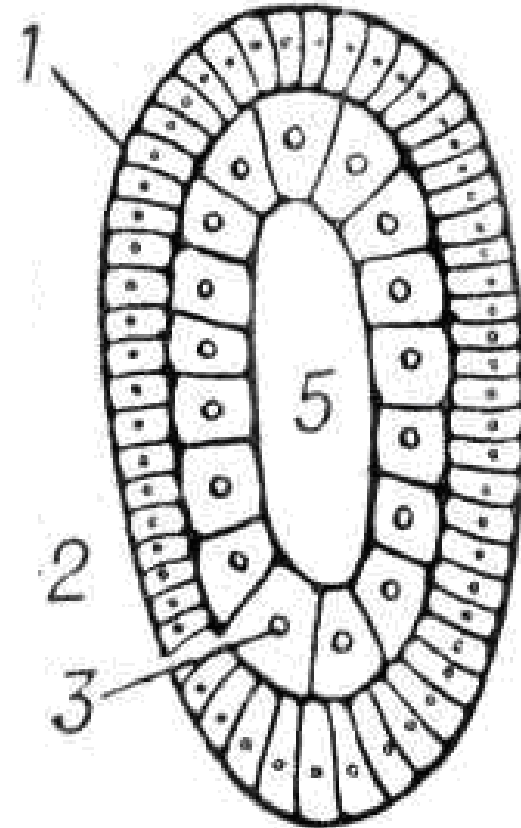
- **Инвагинация** — впячивание одного из участков бластодермы внутрь целым пластом. Процесс инвагинации возможен только в яйцах с небольшим или средним количеством желтка.



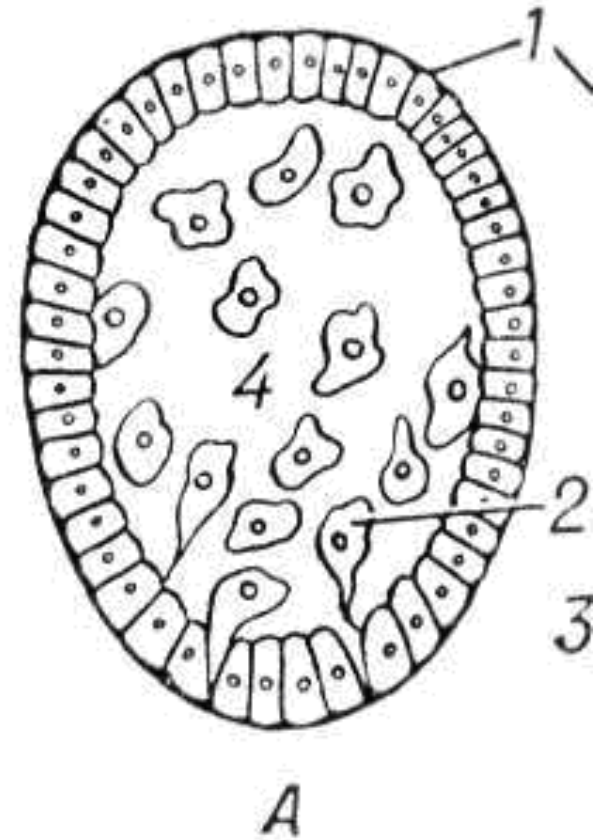
- Эпиболия — обрастание мелкими клетками анимального полюса более крупных, отстающих в скорости деления и менее подвижных клеток вегетативного полюса. Такой процесс ярко выражен у земноводных.



- **Деляминация** — расслоение клеток бластодермы на два слоя, лежащих друг над другом.

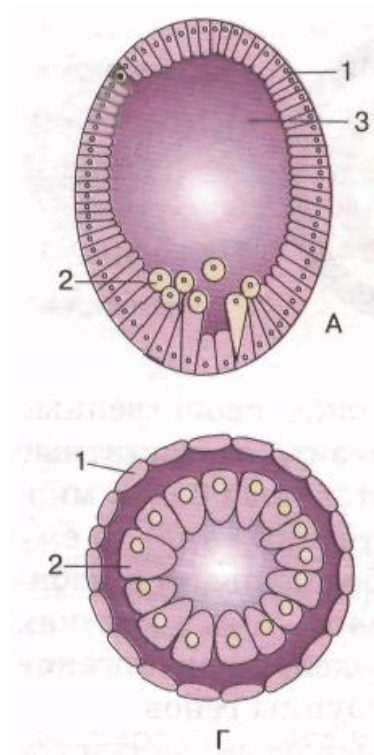


- **Иммиграция** — перемещение групп или отдельных клеток, не объединенных в единый пласт. Иммиграция встречается у всех зародышей, но в наибольшей степени характерна для второй фазы гастрюляции высших позвоночных.

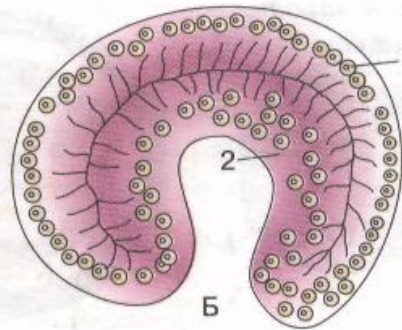


ЭБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД. ТИПЫ ГАСТРУЛЯЦИИ

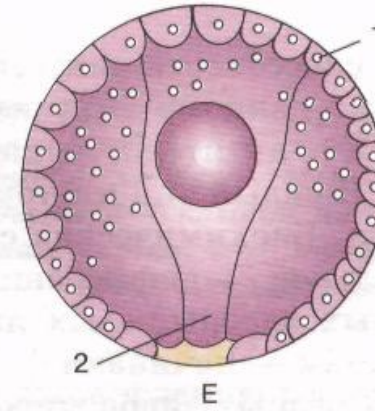
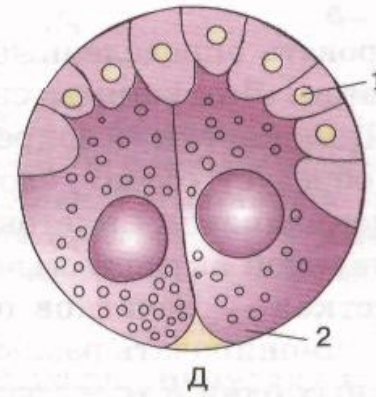
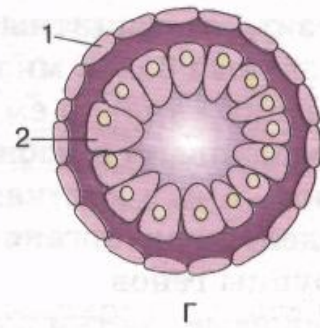
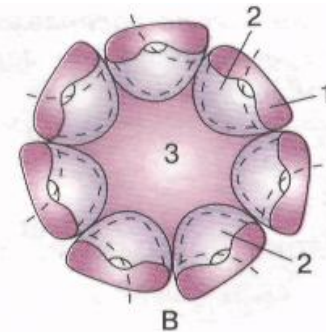
Миграция



Инвагинация



Расслаивание



Расслаивание

Обрастание (эпиболия)

ОБРАЗОВАНИЕ МЕЗОДЕРМЫ

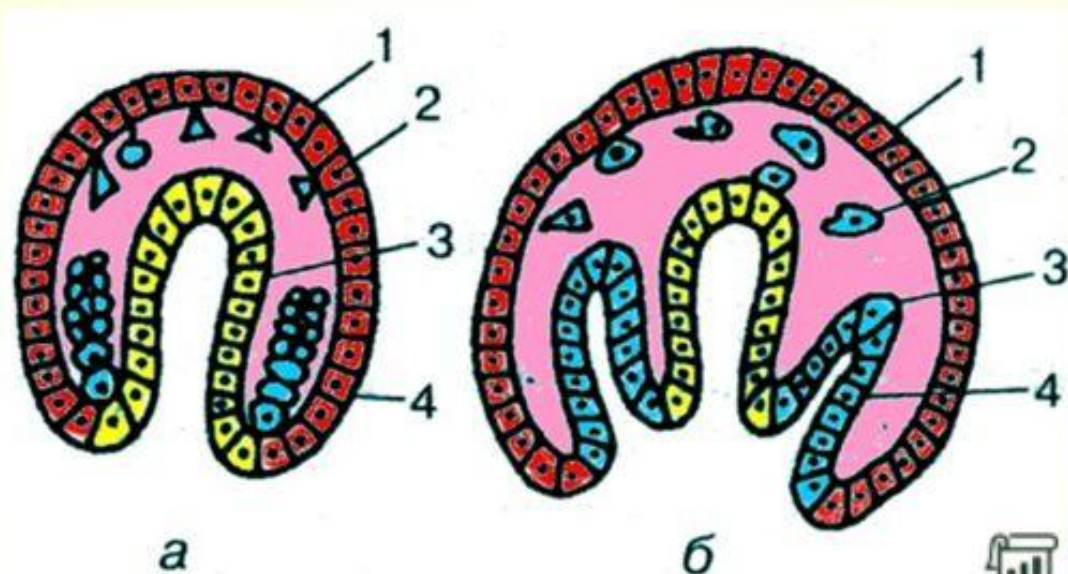
- ◆ **ЭНТЕРОЦЕЛЬНЫЙ** – мезодерма вычленяется из первичной энтодермы. С двух сторон от первичной кишки образуются выпячивания – карманы. Они полностью отделяются от первичной кишки и разрастаются между эктодермой и энтодермой.
- ◆ Характерен для иглокожих и хордовых животных.
- **ТЕЛОБЛАСТИЧЕСКИЙ** – с двух сторон первичной кишки около бластопора образуется по одной крупной клетке. От каждой из них отделяются мелкие клетки и врастают между экто- и энтодермой.
- .

Гаструляция

Образование мезодермы.

Различают два принципиально отличных типа закладки мезодермы:

1. **Телобластический**, характерный для **первичноротых**. Между экто- и энтодермой появляются телобласты, которые и образуют мезодерму.
2. **Энтероцельный**, характерный для **вторичноротых**. Клетки, формирующие мезодерму, появляются в виде карманообразных выступов первичного кишечника.

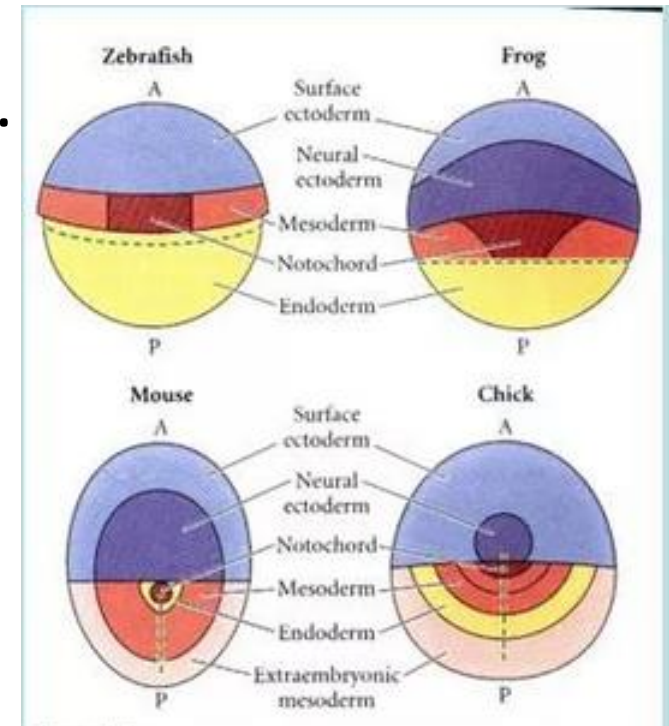


Особенности стадии гаструляции

- 1) Продолжается митотическое *размножение клеток*, причем оно имеет разную интенсивность в разных частях зародыша.
- 2) *Перемещение клеточных масс*. Это приводит к изменению строения зародыша и превращению его из бластулы в гаструлу.
- 3) Происходит *сортировка* клеток по их принадлежности к разным зародышевым листкам, внутри которых они «узнают» друг друга.

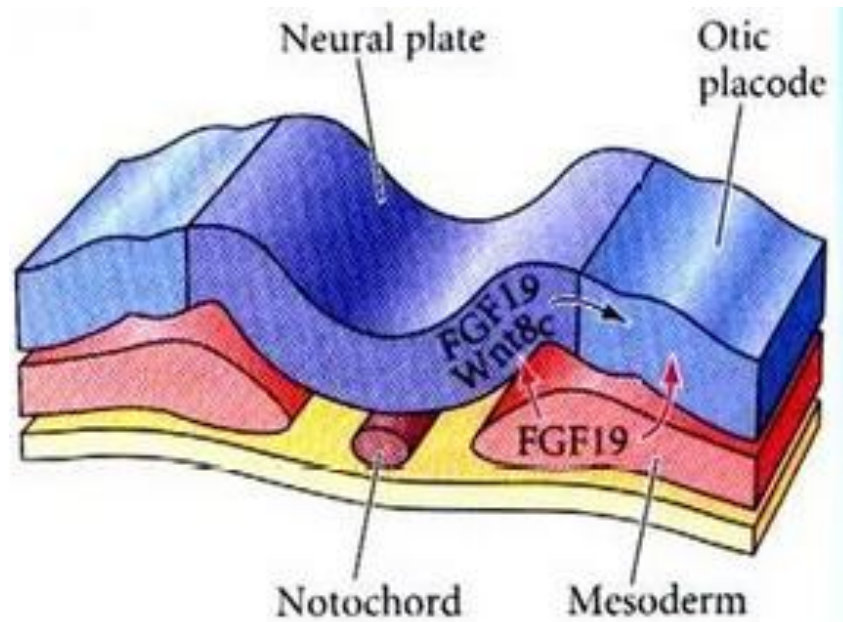
- 4) начало *цитодифференцировки*, что означает переход к активному использованию биологической информации собственного генома.
- регулятором генетической активности является различный химический состав цитоплазмы клеток зародыша, установившийся вследствие **овоплазматической сегрегации**.

- **Презумптивный зачаток** (от позднелат. *praesumptivus* — предполагаемый, ожидаемый) - клеточный материал, из которого в процессе зародышевого развития образуется зачаток того или иного органа (презумптивные нервная пластинка, хорда, эпидермис и др.).



Эмбриональная индукция

- Образование нервной трубки- влияние хордомезодермы на дорсальную эктодерму.



- Основоположник теории эмбриональной индукции **Ханс Шпеман**



ЭМБРИОНАЛЬНАЯ ИНДУКЦИЯ

- **Индукторы (организаторы)** – части зародыша, направляющие развитие связанных с ними структур
- **Эмбриональная индукция** – процесс влияния одних частей зародыша на развитие других.

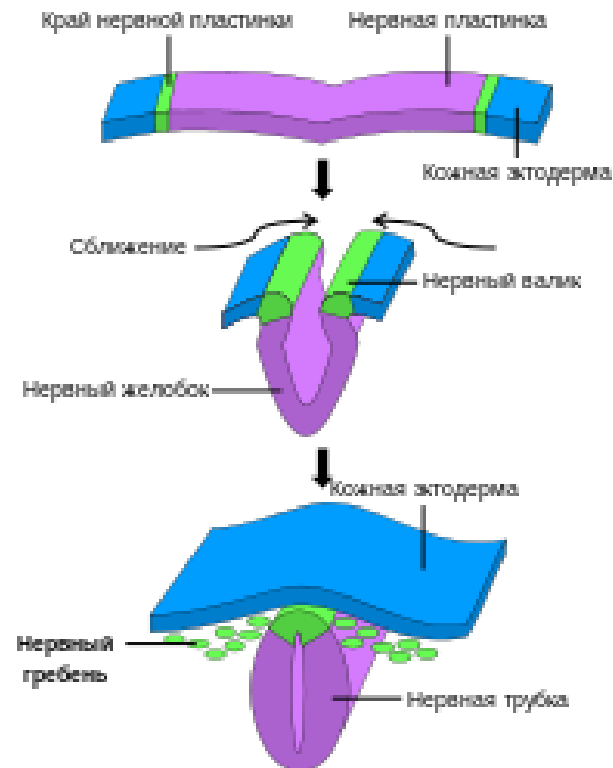


МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ

- **Дифференцировка** – процесс развития специализированных клеток
 - - Определяется цитоплазматическими факторами зиготы;
 - - Развитие зародыша обуславливается взаимным влиянием составляющих его частей

Нейруляция

- **Нейруляция** - образование нервной пластинки и её замыкание в нервную трубку в процессе зародышевого развития хордовых животных и человека.



СТАДИИ РАЗВИТИЯ ЗАРОДЫША ЖИВОТНОГО

Дробление



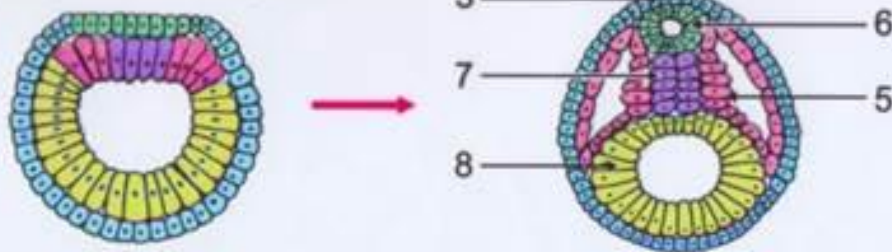
БЛАСТУЛА

Стадии гаструляции



Формирование нейрулы

НЕЙРУЛА



ГАСТРУЛА

- 1 - Блостоцель
- 2 - Гастропор
- 3 - Эктодерма
- 4 - Энтодерма
- 5 - Мезодерма
- 6 - Нервная трубка
- 7 - Хорда
- 8 - Первичная кишка

Классическая теория зародышевых листков

- 1. В онтогенезе всех Многоклеточных животных образуются два или три зародышевых листка, из которых развиваются все органы.
- 2. Зародышевые листки характеризуются определенным положением в теле зародыша (топографией) и соответственно обозначаются как **экто-, энто- и мезодерма**.

Классическая теория зародышевых листков

- 3. Зародышевые листки обладают специфичностью, т. е. каждый из них дает строго определенные зачатки, одинаковые у всех животных.
- 4. Онтогенетическое развитие органа из того или иного зародышевого листка указывает на его эволюционное происхождение из соответствующего первичного органа предка.

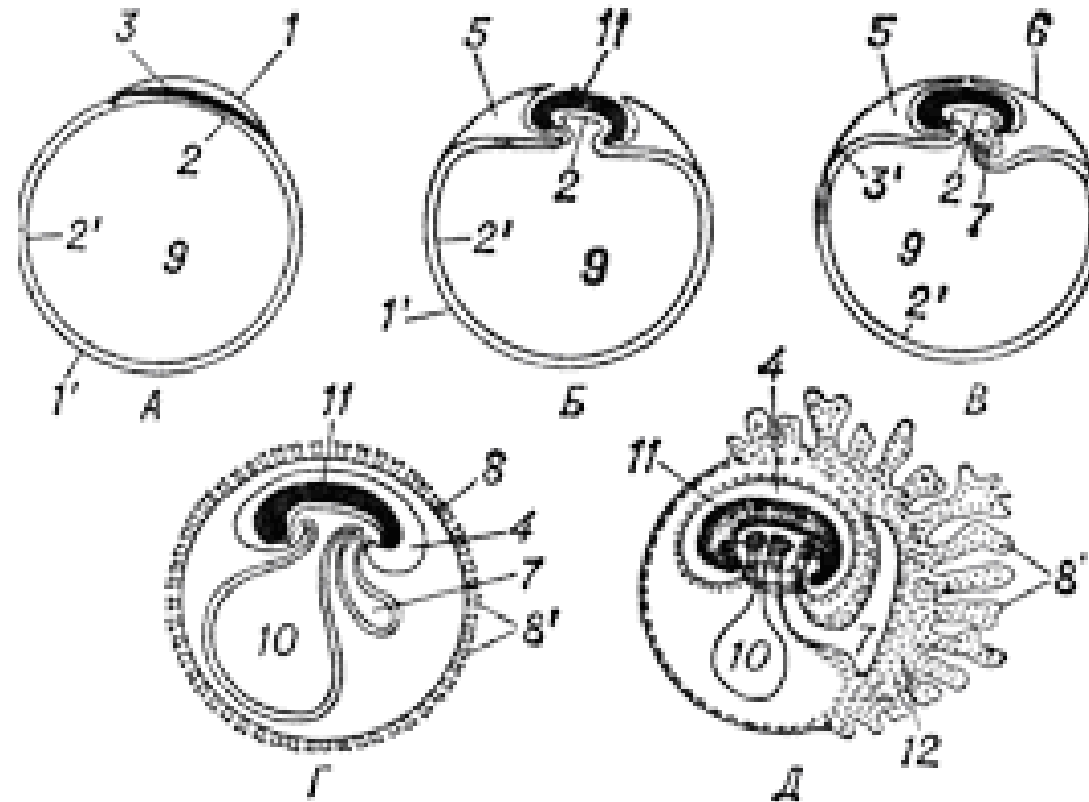
ОРГАНОГЕНЕЗ

ЭКТОДЕРМА	ЭНТОДЕРМА	МЕЗОДЕРМА
- Эпителий кожи, - Производные кожи (волосы, ногки, когти, рога, копыта); - Нервная система; - Зачатки глаз, - Органы слуха, - обоняния; - Эмаль зубов	 - Эпителий кишечника; - Пищевариельные железы – печень и поджелудочная железа; - Эпителий жабр и легких	- Мышечная ткань; - Соединительная ткань (рыхлая, хрящевая, костная, кровь, лимфа); - Кровеносная система; - Почки; - Половые железы

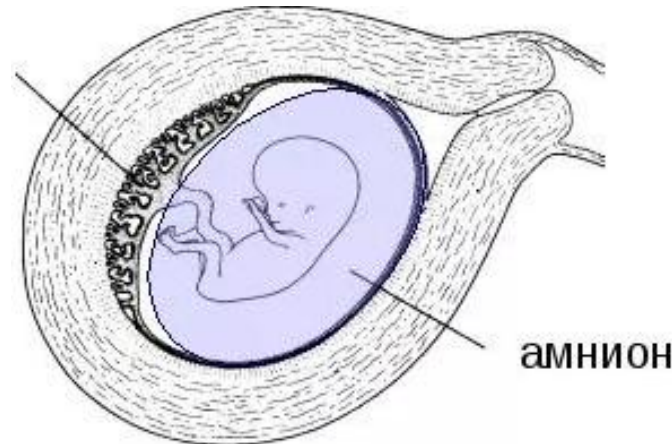
Зародышевые оболочки

- временные оболочки, существующие лишь в течение эмбрионального периода и не участвующие в построении органов животного.

- 1 — эктодерма;
- 2 — энтодерма;
- 3 — мезодерма;
- 4 — амниотическая полость;
- 5 амниотические складки;
- 6 — трофобласт;
- 7 — аллантаис;
- 8 — хорион;
- 8' — ворсинки хориона;
- 9 — полость желточного мешка; 10 — желточный мешок;
- 11 — зародыш;
- 12 — мезодерма аллантаиса.



- **Амнион** (образован за счет внезародышевой эктодермы и париетального листка внезародышевой мезодермы) заполнен жидкостью и предохраняет зародыш от высыхания, защищает его от соприкосновения с другими оболочками, иногда очень плотными (например, скорлупа яйца), и от механических повреждений.
- Наружная стенка амниотических складок образует **хорион** (имеется лишь у амниот).
- У пресмыкающихся и птиц эту зародышевую оболочку обычно называют серозой.



- Через хорион зародыш получает из окружающей его среды кислород, а у млекопитающих и питательные вещества, одновременно отдавая продукты обмена веществ и углекислый газ.



- Хорион возникает из клеток трофобласта, которые затем подстилаются клетками внезародышевой мезодермы.
- Он имеет характерные ворсинки, которые врастают в ткани матки и образуют плодную часть плаценты.

- Аллантоис (имеется лишь у амниот) закладывается как вырост заднего отдела кишечной трубки зародыша.
- У пресмыкающихся и птиц в результате срастания мезодермальных слоев хориона и аллантоиса образуется хориоаллантоис, снабжённый большим количеством кровеносных сосудов, хориоаллантоис служит эмбриональным органом дыхания и для сбора продуктов обмена веществ зародыша (преимущественно мочи).
- У млекопитающих аллантоис невелик, в его мезенхиме образуются сосуды пуповины. На более поздних стадиях развития из внутризародышевой части аллантоиса образуется мочевой пузырь (у млекопитающих) или формируется клоака (у птиц и пресмыкающихся).
- Это орган газообмена и выделения

- **Желточный мешок** (образован внезародышевой энтодермой и внезародышевой мезодермой), орган питания и дыхания у зародышей головоногих моллюсков, хрящевых и костистых рыб, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих и человека.
- Ж.М. представляет собой расширенный вырост среднего отдела кишечника, полость которого у большинства животных (кроме высших млекопитающих и человека) заполнена нераздробившимся желтком. В стенке Ж. м. образуются кровяные клетки и кровеносные сосуды, обеспечивающие перенос питательных веществ к зародышу и его дыхание.

Тератология или ошибки развития

- *Тератология* - это наука, занимающаяся изучением причин происхождения, механизмов формирования и проявления врожденных пороков развития.
- Важнейшим разделом этой науки является медицинская тератология, которая основное внимание уделяет клиническому проявлению, диагностике этих заболеваний, разрабатывает методы их лечения и профилактики.

- *Тератогенез* - это возникновение пороков развития у плода под влиянием тератогенных факторов (радиация, химические, лекарственные вещества, инфекции).
- Тератогенным считается такое влияние, которое приводит к пороку развития эмбриона или плода, развивавшегося до этого нормально.

- Пороки развития, т.е. тератогенные эффекты могут проявляться как:
 - - анатомическими дефектами (собственно уродства),
 - - генными или цитогенетическими нарушениями (биохимические и функциональные нарушения).

факторы, вызывающие аномальное развитие плода (тератогенные факторы)

- Недостаточное и несбалансированное (неправильное) питание матери, кислородная недостаточность
- Различные заболевания матери, особенно острые (коревая краснуха, скарлатина, грипп, вирусный гепатит, паротит и др.) и хронические инфекции (листериоз, туберкулёз, токсоплазмоз, сифилис и др.)
- Осложнения беременности - токсикозы и присоединившиеся болезни
- Различные лекарственные средства, особенно гормональные препараты, применяемые во время беременности

факторы, вызывающие аномальное развитие плода (тератогенные факторы)

- Вредные производственные факторы и химические вещества, загрязняющие окружающую среду; высокая температура производственных помещений, шум, пыль, повышенная физическая нагрузка, вынужденное положение тела, напряжение зрения и т.д.
- Ионизирующие излучения
- Вредные привычки (курение, употребление алкоголя, наркомания, токсикомания)

Талидомид



- Критические периоды характеризуются наиболее высокой чувствительностью к воздействиям вредных факторов внешней среды.

- Учение о критических периодах развития было создано в 1921 г. К. Стоккардом
расширено П. Г. Светловым

Критические периоды развития

- 1) стадия предимплантационного развития ИМПЛАНТАЦИЯ
- (начинается с момента оплодотворения и продолжается до момента прикрепления зародыша к стенке матки - 7-8 дней после оплодотворения).

- 2) период образования зачатков органов и систем эмбриона ПЛАЦЕНТАЦИЯ, который у человека заканчивается к третьему месяцу внутриутробной жизни. Этот срок является наиболее чувствительным для развития эмбриона (3-7 недель), а также период образования плаценты (9-12 недель).
- наиболее чувствительными к неблагоприятным факторам являются центральная нервная система, органы зрения, железы внутренней секреции и половые железы

- 3) 18-22 недели беременности происходят важнейшие процессы, связанные с формированием активности головного мозга плода, кроветворной системы, выработки важнейших гормонов, рефлекторных реакций.
- критический период фетального развития относят 15—20-ю недели беременности (усиленный рост головного мозга) и 20—24-ю недели (формирование основных функциональных систем организма).

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!



Спасибо за внимание!