

ЭМБРИОЛОГИЯ

Общая и сравнительная эмбриология

Лектор: Заведующая кафедрой гистологии и
микробиологии, доцент,
к.б.н. Пшенникова Елена Виссарионовна

Эмбриология

- **Эмбриология** - это наука, изучающая закономерности развития зародыша.
- **Медицинская эмбриология изучает:**
- закономерности развития зародыша человека,
- структурные, метаболические и функциональные особенности плацентарного барьера (система мать-плацента-плод),
- причины возникновения уродств и других отклонений от нормы,
- механизмы регуляции эмбриогенеза.

Эмбриология

- Эмбриология изучает следующие периоды:
- **эмбриональный** (с момента оплодотворения и до рождения);
- **ранний постнатальный**.
- Эмбриогенез является частью индивидуального развития, то есть онтогенеза. Он тесно связан с **прогенезом**, который делится на:
- **гаметогенез**;
- **оплодотворение**.

Отличия

половых клеток от соматических

- Гаплоидный набор хромосом в ядре
- Низкий уровень процессов ассимиляции и диссимиляции
- Неспособность к делению

Прогуенез

● *Сперматогенез*

- Размножение
- Рост
- Созревание
- Формирование

● *Овогенез*

- Размножение
- Рост
- Созревание

Сперматогенез

- **Сперматогенез** - это развитие и формирование мужских половых клеток.
- Сперматогенез протекает в извитых канальцах семенников,
- средняя ***продолжительность от 68 до 75 суток.***
- Сперматогенез у человека начинается с момента полового созревания и продолжается в течение всего активного полового периода в больших количествах.

Сперматогенез

- **Стадия размножения** - начальная фаза сперматогенеза, деление сперматогоний путем митоза,
- **Стадия роста** - клетки растут и превращаются в сперматоциты 1-го порядка.
- **Стадия созревания** - деление, характеризуется двумя редукционными делениями, без интерфазы.
- В результате 1-го деления 1 сперматоцит 1-го порядка дает начало 2-м сперматоцитам 2-го порядка, а 2-ое деление-созревание приводит к появлению 4 сперматид.

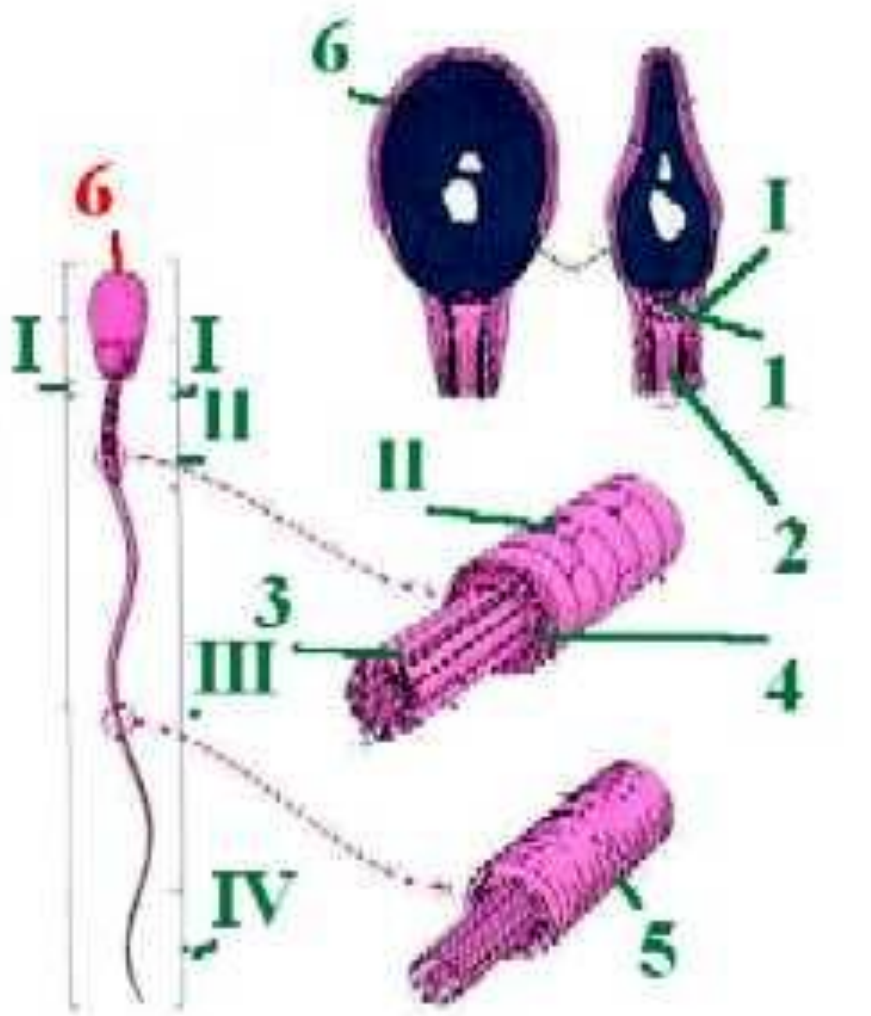
Сперматогенез: фаза формирования

- Ядро приобретает видоспецифическую форму, **хроматин конденсируется**.
- **Комплекс Гольджи** мигрирует к вершшке головки сперматозоида и **образует чехлик и акросому** (содержит сперматолизины - трипсин, гиалуронидаза).
- **Центриоли** идут к противоположному полюсу, проксимальная - образует колечко в области шейки, а дистальная - дает начало аксонемме (осевой нити сперматозоида).
- **Митохондрии** укладываются в промежуточной части хвостика.
- **Микрофиламенты** окружают аксонемму в главном отделе хвостика, терминальный отдел хвостика представляет собой ресничку.

Сперматозоиды

- Размер – 30-60 мкм
- Строение:
- **Головка** – ядро, акросома (гиалуронидаза, протеаза), плазмолемма с рецепторами
- **Хвостовой отдел** – промежуточная, главная, терминальная

Строение сперматозоида

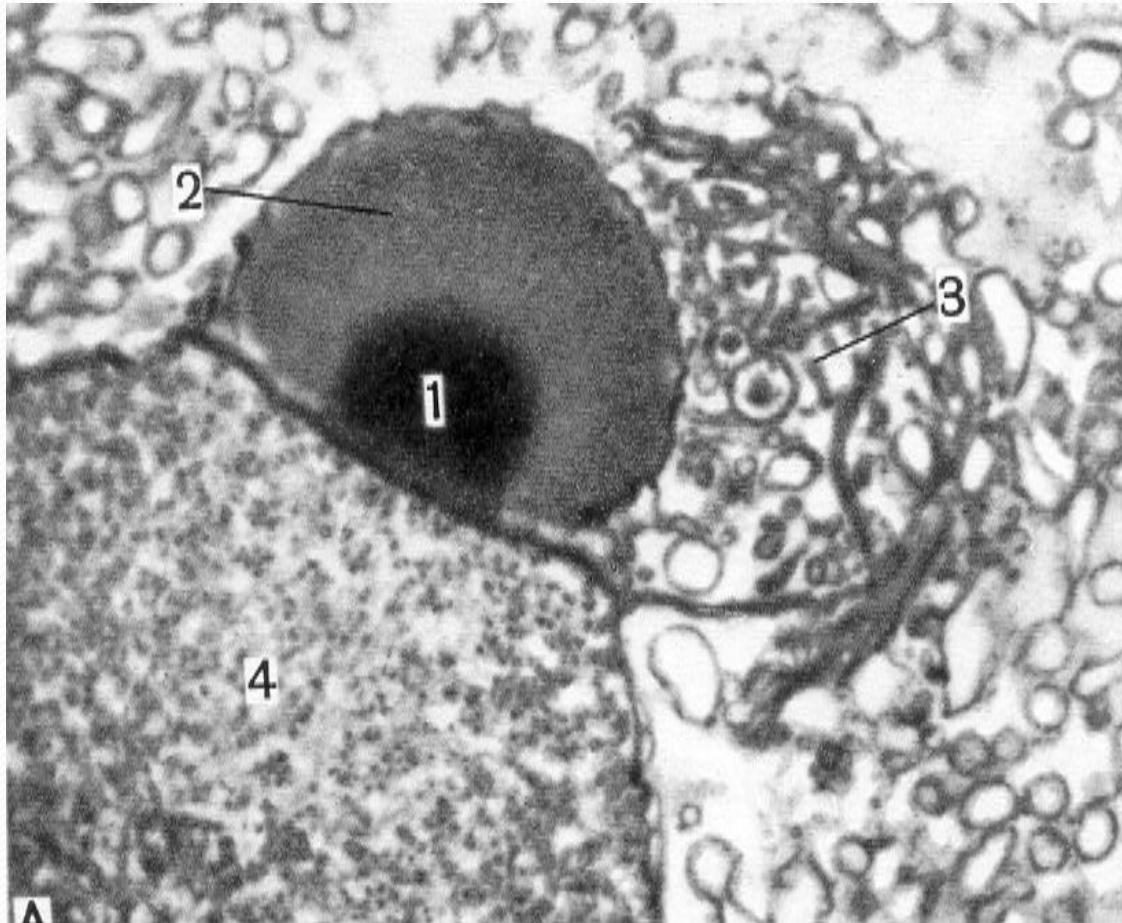


- **Сперматозоиды** - это мелкие, подвижные клетки, размером 30-60 мкм.
- В сперматозоиде различают **головку** и **хвост**.

Строение сперматозоида

- **Головка** сперматозоида имеет овоидную форму и включает в себя небольшое плотное ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы с высоким содержанием **нуклеопротаминов и нуклеогистионов**.
- Передняя половина ядра покрыта плоским мешочком, составляющим "чехлик" сперматозоида, где располагается **акросома (КГ)**.
- Акросома содержит набор ферменты: **гиалуронидазу и протеазу**, способных растворять оболочку яйцеклетки.

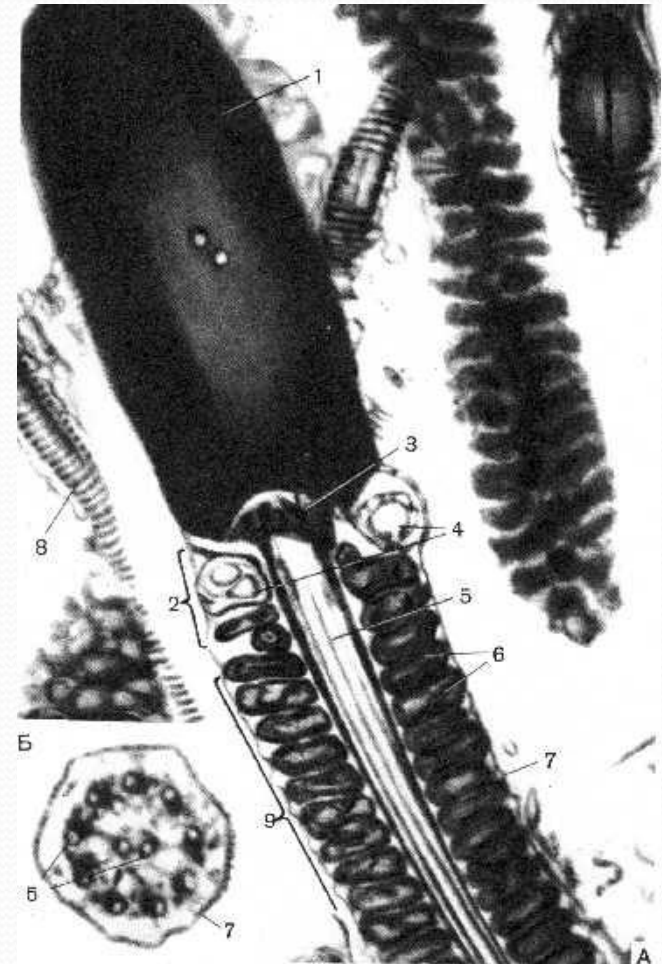
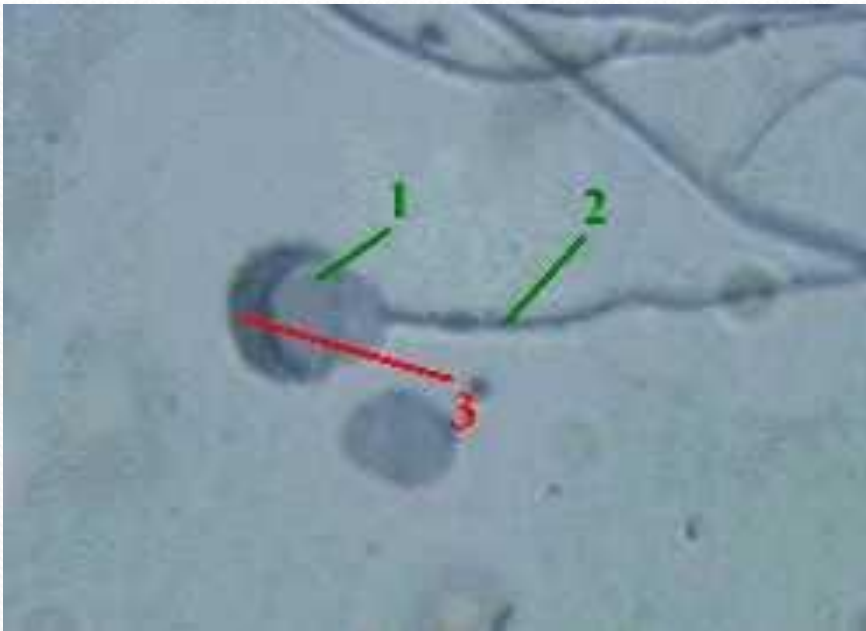
Акросома (гиалуронидаза)



Строение сперматозоида

- **В связующей части или шейке** располагаются центриоли - проксимальная и дистальная, от которой начинается осевая нить (аксонема).
- **Промежуточная часть** содержит 2 центральных и 9 пар периферических микротрубочек, окруженных расположенными по спирали митохондриями.
- **Главная часть** по строению напоминают ресничку, т.е. состоит из микротрубочек (двух – центральных и 9 пар периферических);
- **Терминальный отдел** – содержит микрофиламенты.

Строение сперматозоида



Овогенез

- **Овогенез** - это процесс образования и развития женских половых клеток.
- Включает 3 фазы:
- ***размножение;***
- ***рост;***
- ***созревание.***

Яйцеклетка

- Размеры – 130 мкм до 30 см
- Округлые, неподвижные,
- Ядро с гаплоидным набором хромосом,
- Желточные включения,
- Отсутствуют центриоли,
- Органеллы умеренно развиты
- По периферии кортикальные гранулы,
- Оболочка, рецепторы

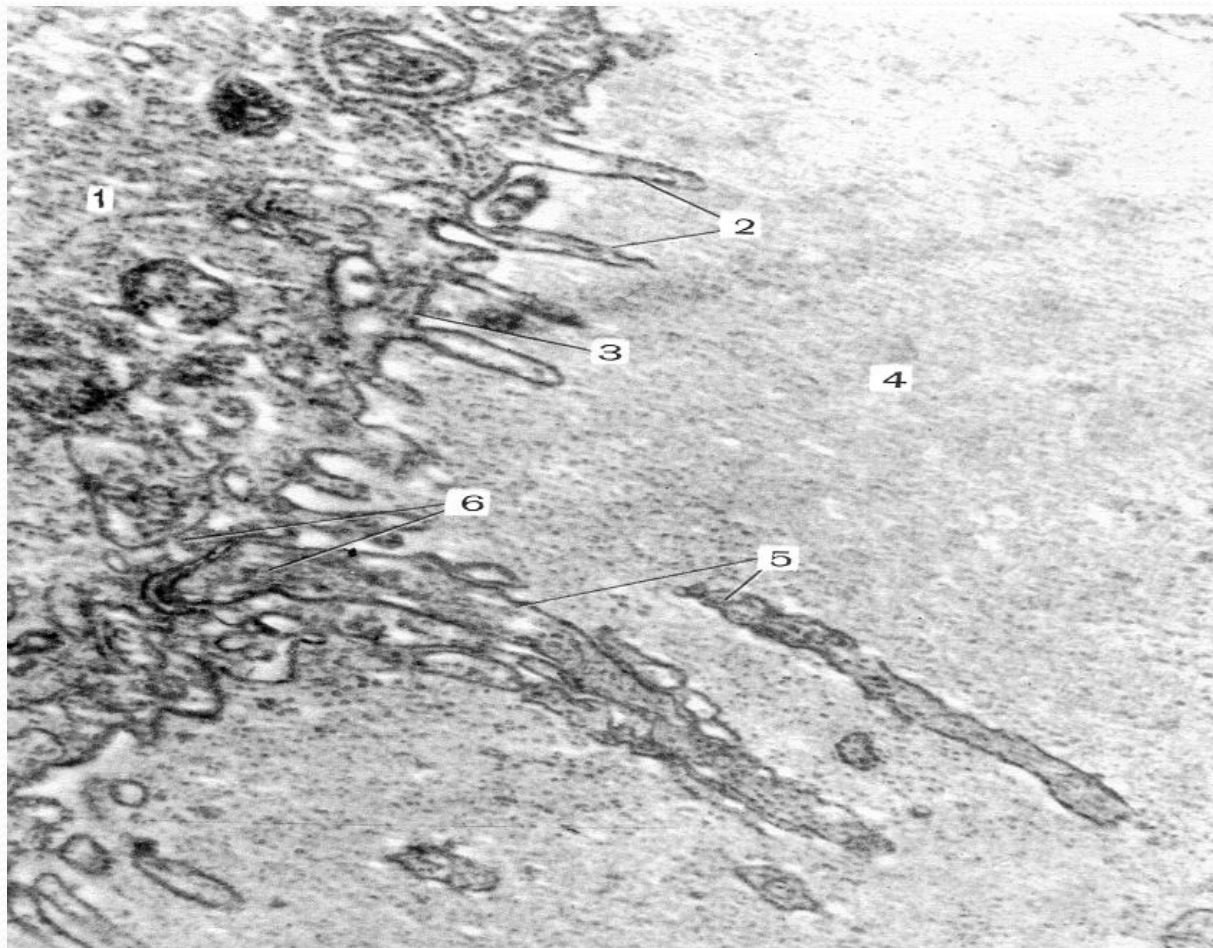
Классификация яйцеклеток

- По количеству желтка в цитоплазме:
- **Олиголецитальные (первичные, вторичные)** - маложелтковые;
- **Полилецитальные** - многожелтковые.
- По характеру **расположения желтка** в цитоплазме:
- **изолецитальные** - с равномерным распределением желтка;
- **центролецитальные** - желток располагается в центре яйцеклетки;
- **телолецитальные** - желточные зерна скапливаются у одного полюса яйцеклетки.

Оболочки яйцеклетки

- **Первичная** – цитолемма яйцеклетки;
- **Вторичная** – углеводно-белковая (прозрачная) и лучистый венец (фолликулярных клеток);
- **Третичная** – скорлуповая.

Плазмолемма яйцеклетки

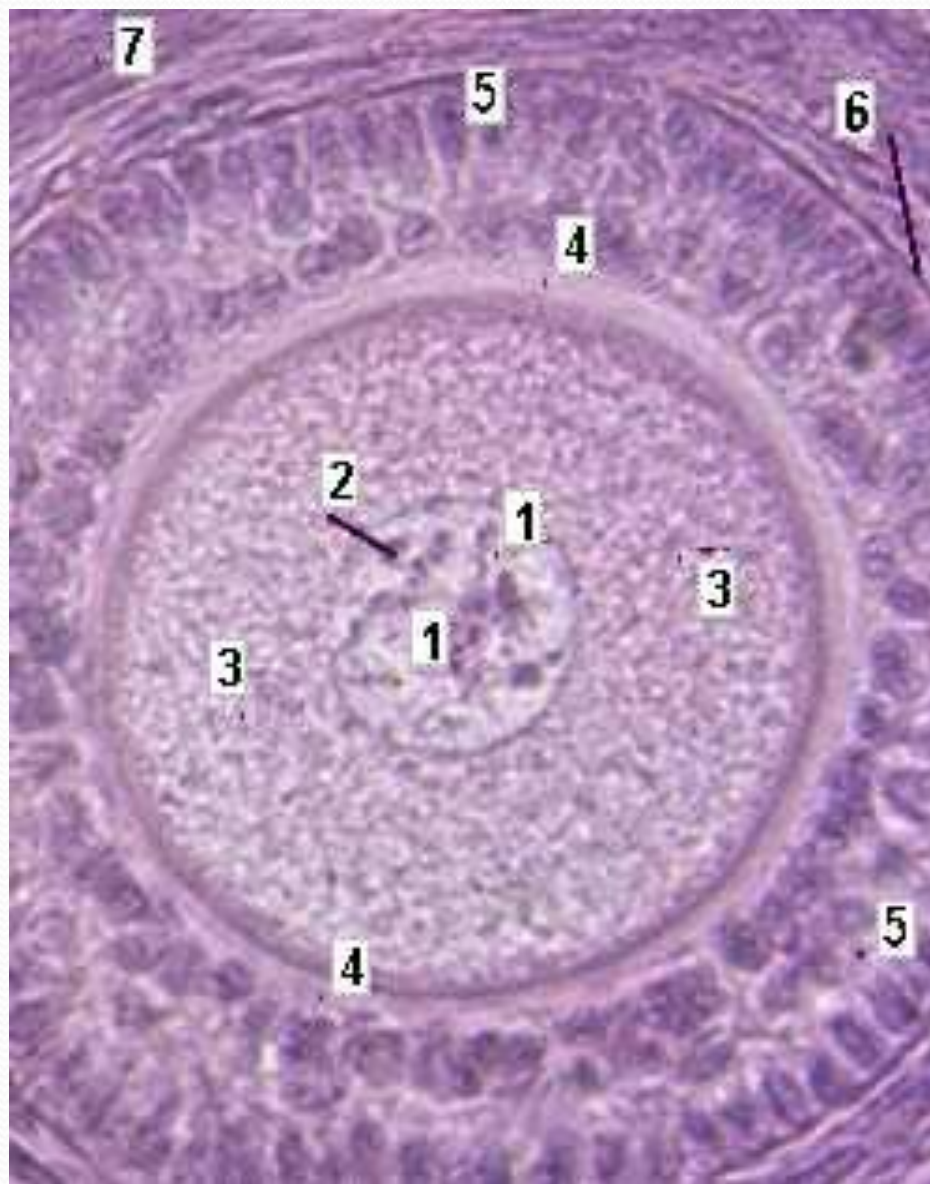


Яйцеклетка человека

- Яйцеклетка человека относится к **олиголецитальной** и **изолецитальной**.
- Имеется **вторичная** оболочка – углеводно-белковая (прозрачная) и лучистый венец (фолликулярных клеток);



Яйцеклетка



Отличия

яйцеклетки от сперматозоида

- 1. Образуется в яичнике
- 2. Созревает в маточной трубе
- 2. Округлой формы
- 3. Значительно большие размеры - до 100 мкм
- 4. Отсутствуют центриоли
- 5. Нет органелл движения
- 6. Воспроизводятся в меньшем количестве
- 7. Половая хромосома только - X
- 8. Наличие оболочек
- 9. Наличие запаса питательных веществ

Эмбриогенез

- Включает в себя следующие фазы:
- **Оплодотворение** (процесс заканчивается образованием зиготы);
- **Дробление** (процесс заканчивается образованием морулы и бластулы);
- **Гаструляция** (гастроула - процесс заканчивается образованием 3-х зародышевых листков и осевого зачатка органов);
- **Гистогенез и органогенез**
- В эмбриональном периоде развития человека различают 3 этапа:
- **начальный** - 1 неделя;
- **зародышевый** - 2-8 недели;
- **плодный период** - с 8 недели.

Оплодотворение

- **Оплодотворение - процесс слияния** мужской и женской гамет, приводящее к образованию **зиготы**.
- При оплодотворении взаимодействуют мужская и женская гаплоидные гаметы, при этом сливаются их ядра (пронуклеусы), объединяются хромосомы, и возникает первая диплоидная клетка нового организма - **зигота**.
- Оплодотворение происходит в дистальном отделе маточной трубы и проходит **3 стадии**.

Оплодотворение

- I стадия - **дистантное** взаимодействие (**реакция капацитации**), включает в себя 3 механизма:
- **Хемотаксис** - направленное движение сперматозидов навстречу к яйцеклетке (андрогомоны, гиногамоны 1,2);
- **Реотаксис** - движение сперматозоидов в половых путях против тока жидкости;
- **Капацитация** - усиление двигательной активности сперматозоидов, под воздействием факторов женского организма (рН, слизь и другие).

Оплодотворение

- II стадия - **контактное взаимодействие (акросомальная реакция)**, за 1,5-2 ч сперматозоиды приближаются к яйцеклетке, окружают ее и приводят к вращательным движениям, со скоростью 4 об/мин.

Оплодотворение

- Одновременно из акросомы сперматозоидов выделяются **сперматозилины**, которые разрыхляют оболочки яйцеклетки.
- В том месте, где оболочка яйцеклетки истончается максимально, происходит оплодотворение, оволецма выпячивается и головка сперматозоида проникает в цитоплазму яйцеклетки, занося с собой центриоли, но оставляя снаружи хвостик.

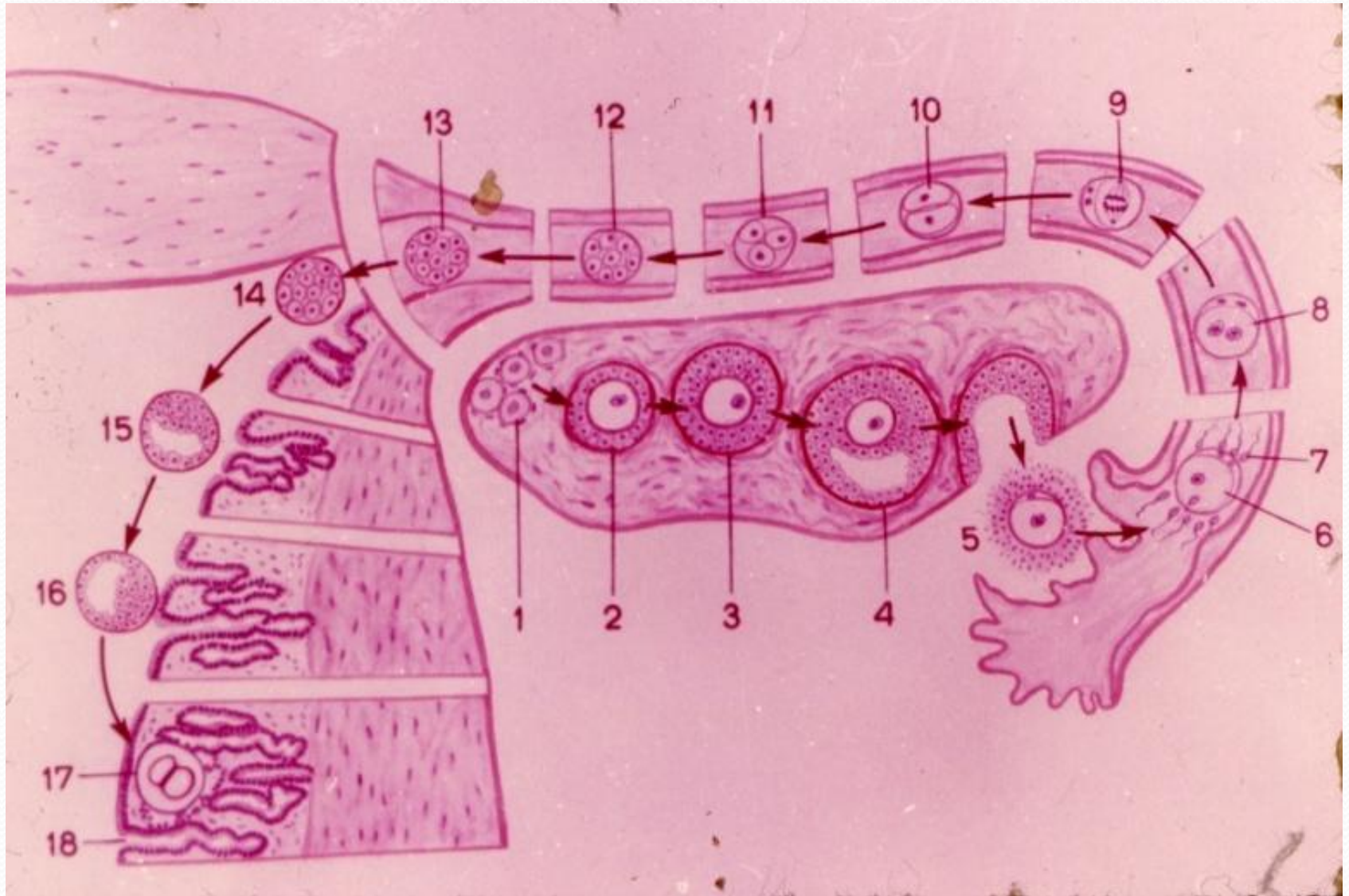
Оплодотворение

- III стадия – **проникновение (кортикальная реакция)**, самый активный сперматозоид проникает головкой в яйцеклетку, сразу после этого в цитоплазме яйцеклетки образуется **оболочка оплодотворения** (из кортикальных гранул) - защищает от полиспермии.
- происходит слияние мужского и женского пронуклеусов, этот процесс носит название **сингамия**.
- **сингамия** и есть собственно оплодотворение, появляется диплоидная **зигота (новый организм, пока одноклеточный)**.

Условия оплодотворения

- Условия, необходимые для оплодотворения:
- **концентрация** сперматозоидов в эякуляте, не менее 60 млн в 1 мл;
- **проходимость** женских половых путей;
- **нормальная температура** тела женщины;
- **слабощелочная** среда в женских половых путях.

Оплодотворение, дробление, имплантация.



Дробление

- **Дробление** - это последовательно е деление зиготы (митоз), без роста бластомеров (образовавшихся клеток) до размеров исходной.
- При дроблении происходит относительно быстрое увеличение количества клеток (бластомеры).

Дробление

- Дробление идет до тех пор, пока не восстановится **соотношение объема ядра к объему цитоплазмы**, характерное для данного вида.
- Количество бластомеров увеличивается от 2 до 128 (происходит в течении 5 суток) после оплодотворения, когда морула - выходит в полость матки из маточных труб.

Дробление

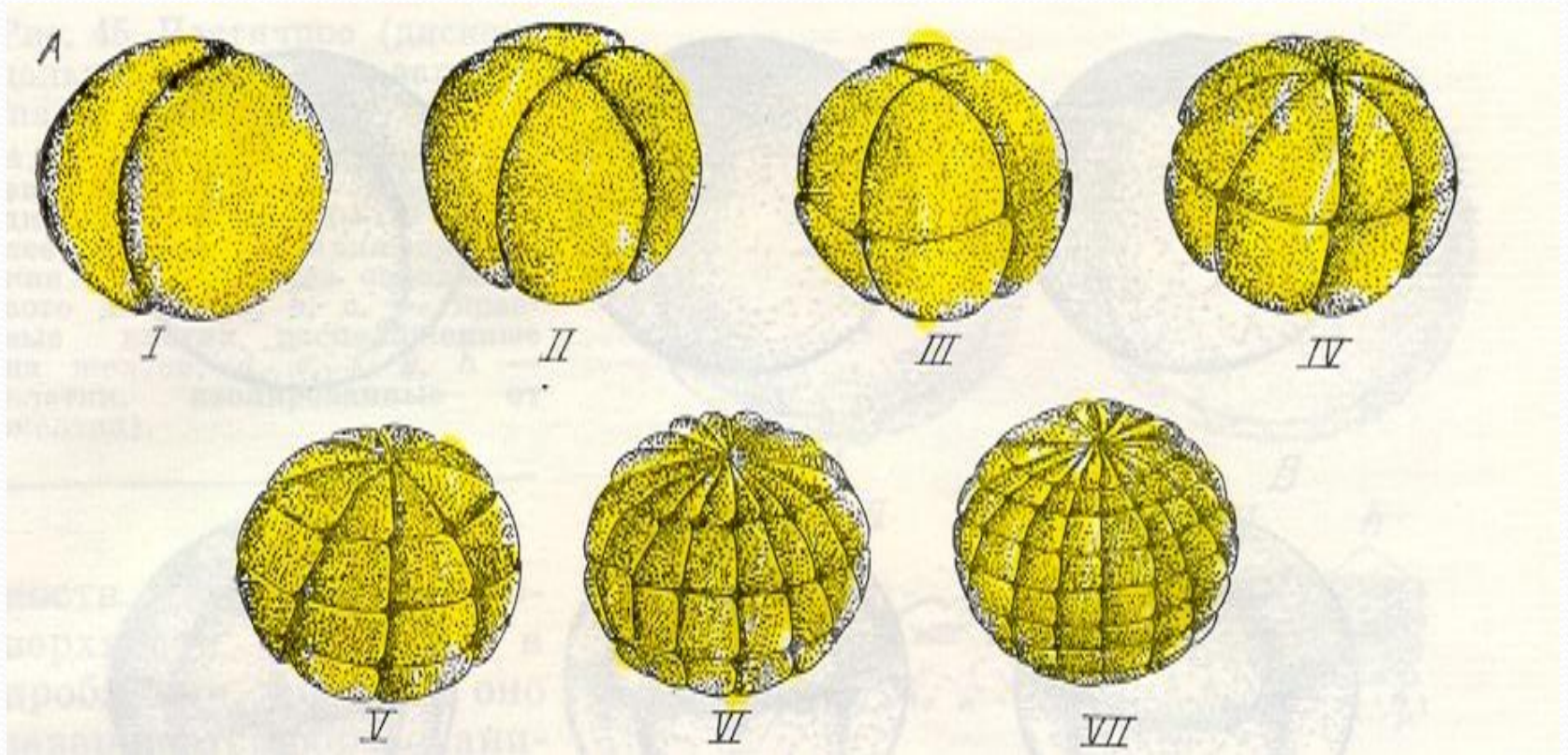
● Особенности процесса:

1. В основе - митотическое деление
2. Образуются не клетки, а бластомеры
3. Бластомеры не расходятся, плотно прилежат друг к другу
4. Размеры бластомеров в процессе дробления прогрессивно уменьшаются
5. Дробление идет быстрее, чем клеточное деление
6. Дробление продолжается до величин ядерно- цитоплазматического отношения, характерного для данной ткани

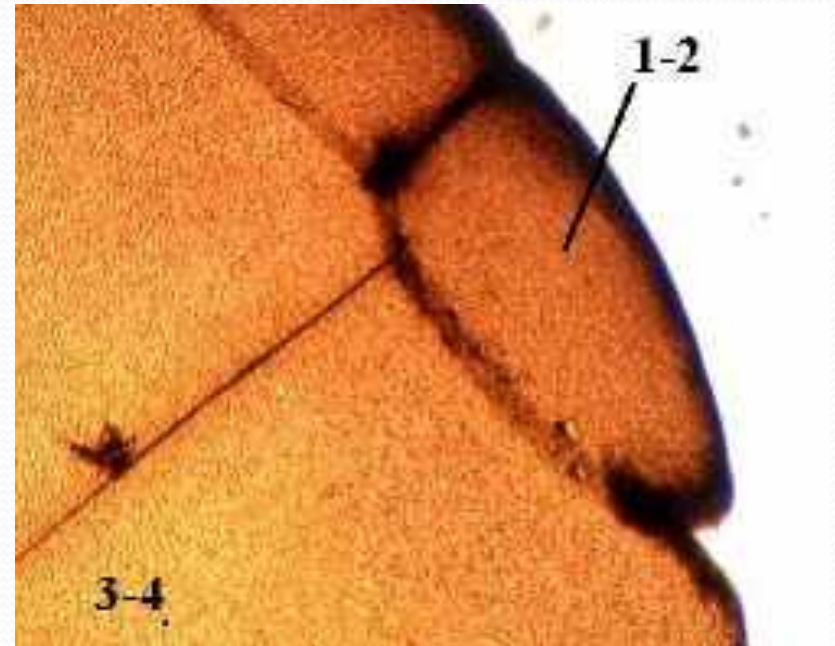
Типы дроблений

- **Полное** (равномерное, неравномерное) – зигота делится целиком и полностью на одинаковые или неодинаковые бластомеры;
- **Неполное** (дискоидальное, поверхностное) – зигота дробится частично и неполностью только у одного конца или только на поверхности;
- **Синхронное**
- **Асинхронное.**

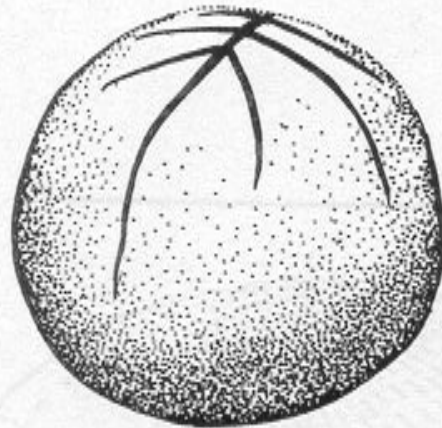
Полное равномерное дробление



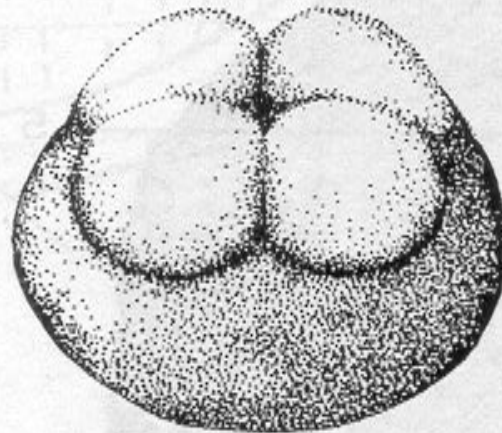
Типы дроблений



Неполное дробление



A



A

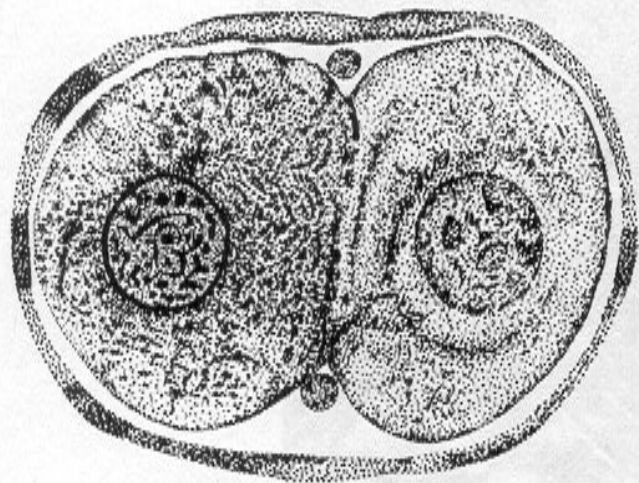
Дробление

- На характер дробления **влияет количество желтка** в клетке:
- Чем **больше желтка**, тем **менее полно** и равномерно происходит дробление,
- и наоборот, чем **меньше желтка**, тем **более полно** и равномерно происходит дробление.
- Т.е. **желток тормозит дробление**.

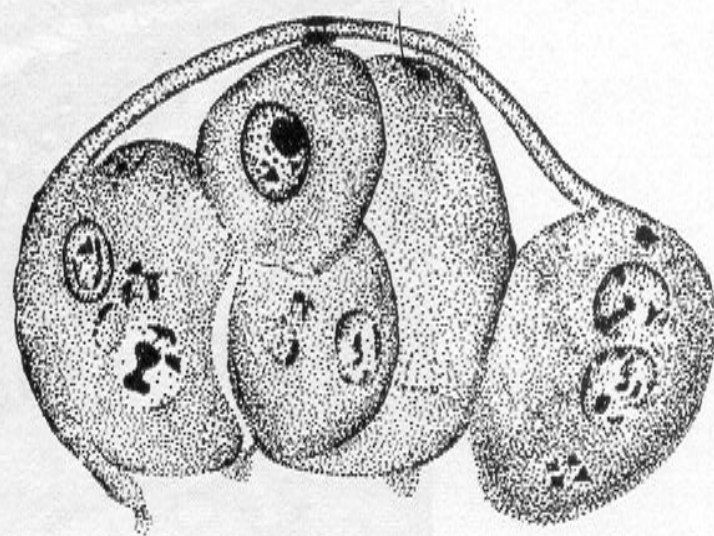
Дробление человека

- У человека дробление **полное, асинхронное, неравномерное.**
- В результате первого деления образуются 2 бластомера, темный и светлый,
- светлые делятся быстро и обволакивают зиготу снаружи - **трофобласт,**
- а темные находятся внутри и делятся медленно: **эмбриобласт.**
- Дробление зиготы у человека прекращается на стадии 107 бластомеров.

Асинхронное дробление

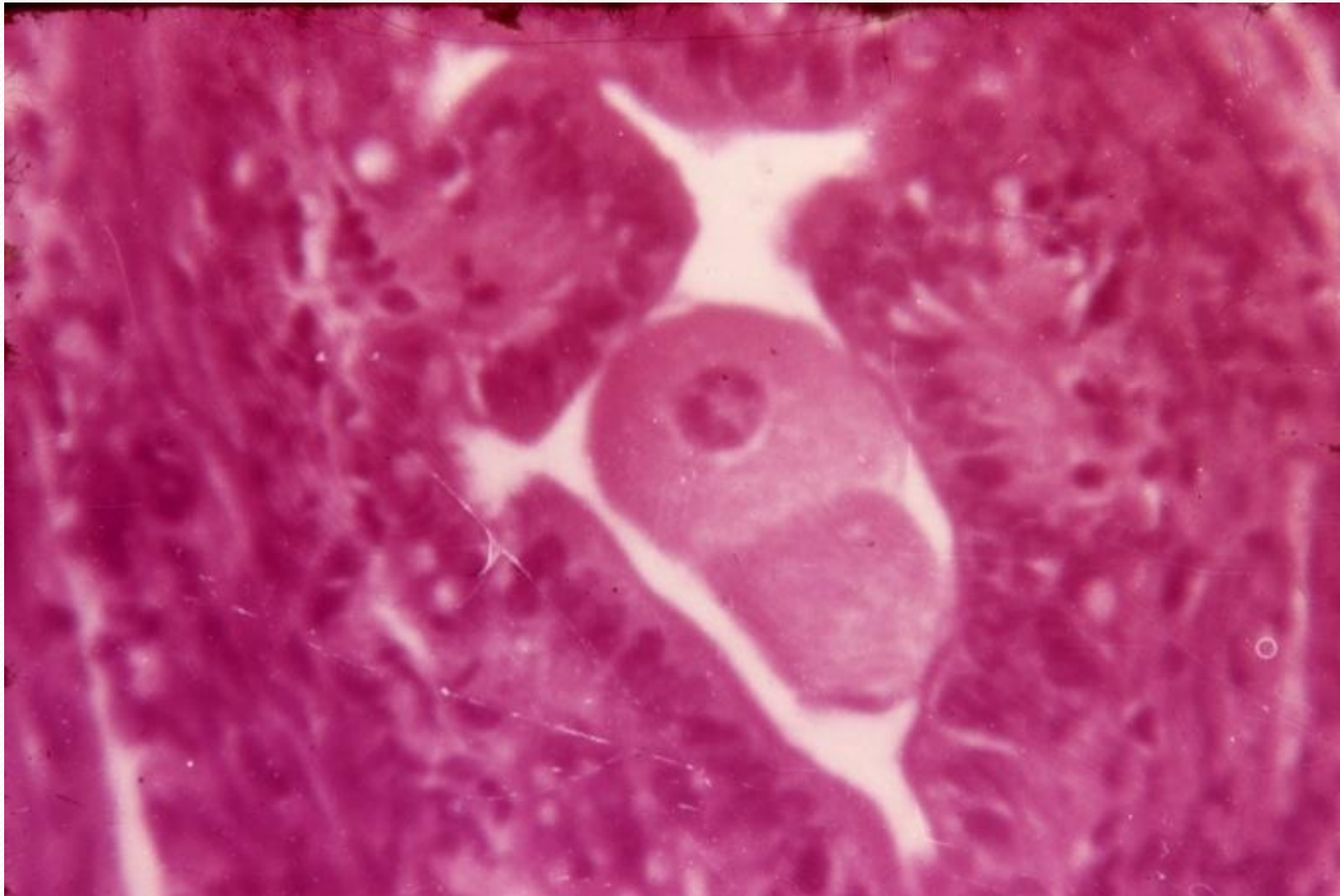


А



Б

Дробление полное неравномерное асинхронное

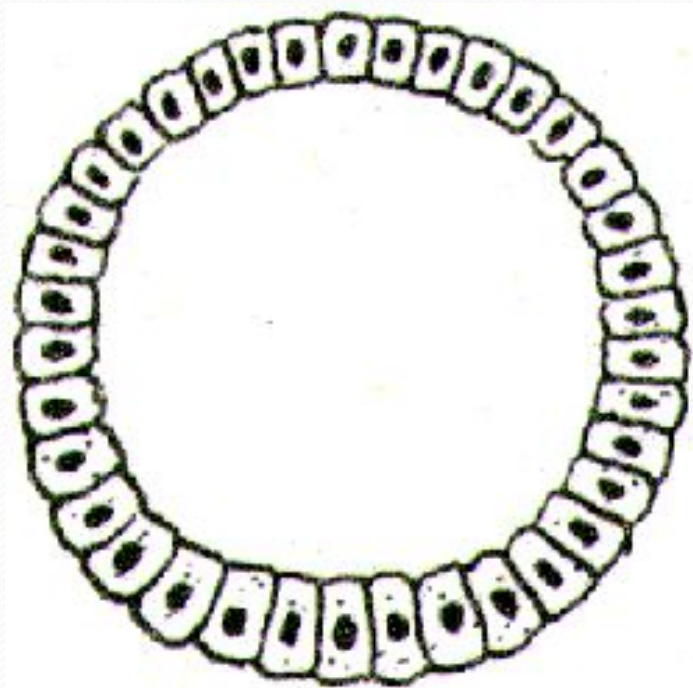


Типы бластул

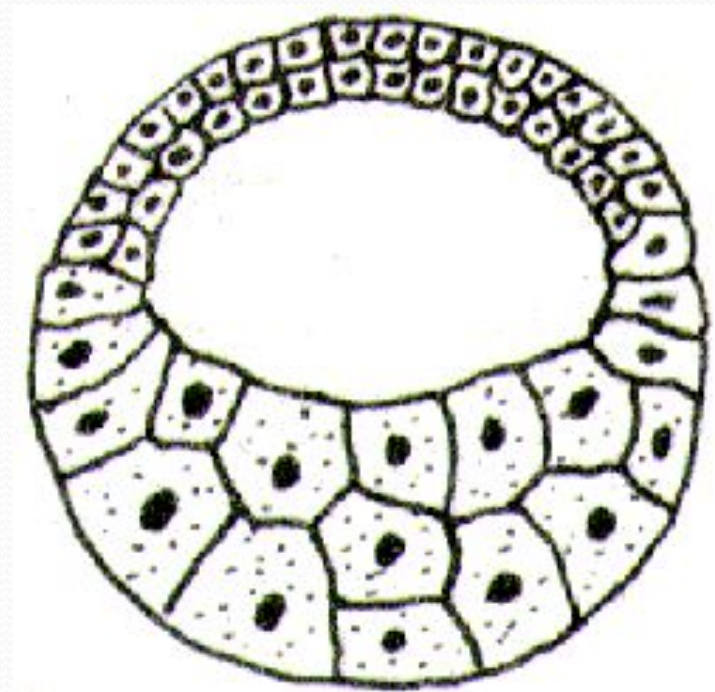
- **Целобластула** (полное, равномерное, у ланцетника)
- **Бластоциста** (полное, неравномерное, асинхронное, у человека)
- **Амфибластула** (полное неравномерное, у лягушки)
- **Дискобластула** (неполное, дискоидальное, у птиц, рептилий)
- **Перибластула** (неполное, поверхностное, у насекомых, членистоногих)

Типы бластул

Целобластула

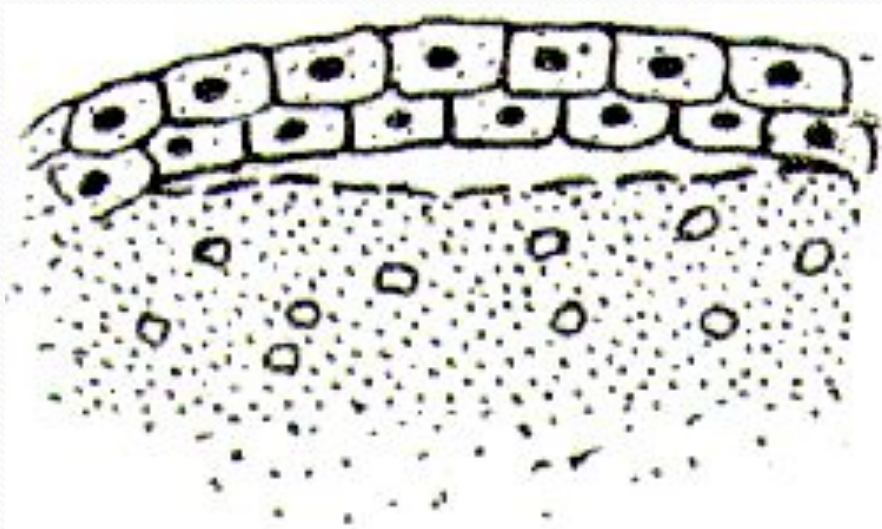


Амфибластула



Типы бластул

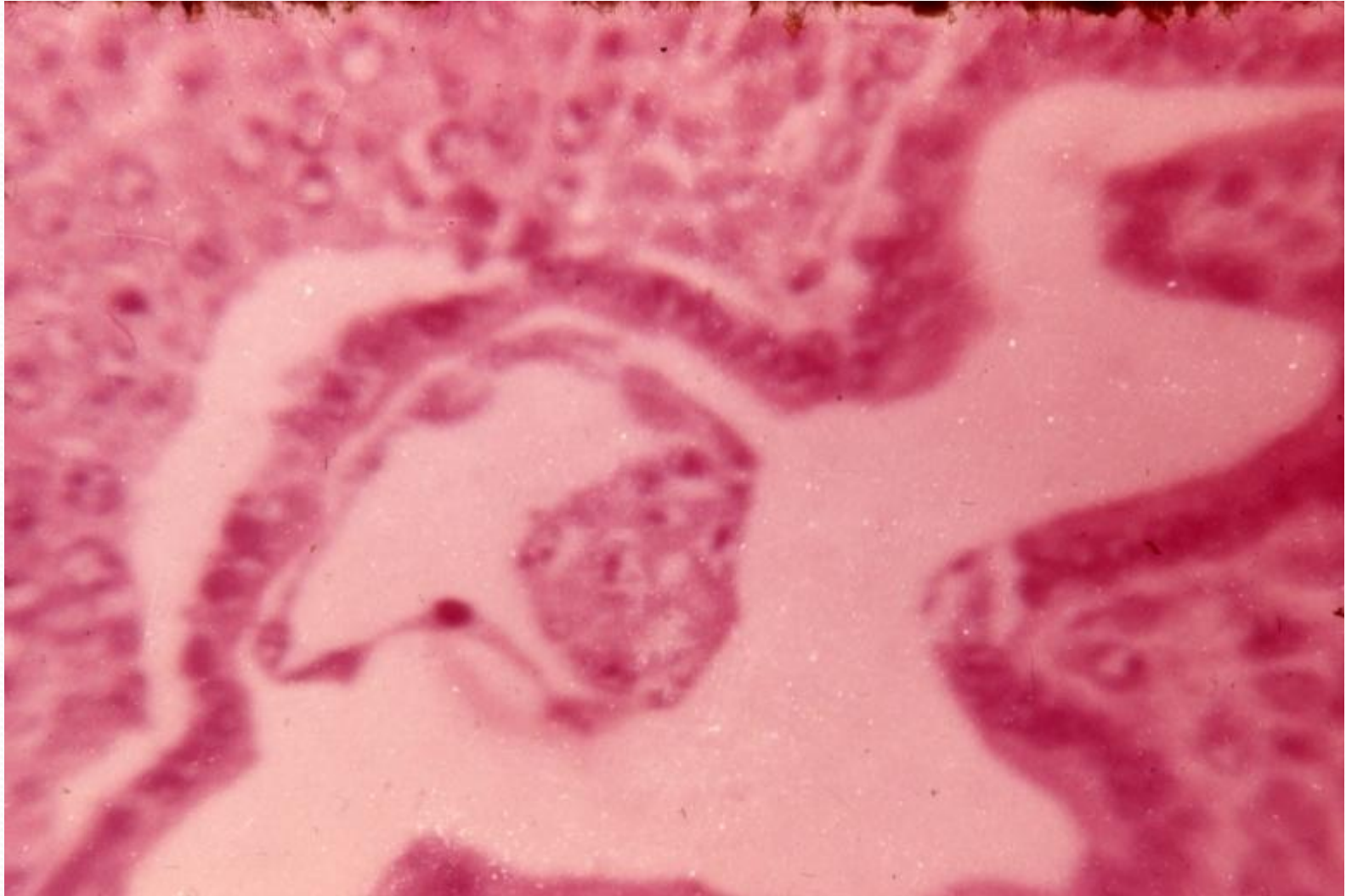
Дискобластула



Бластоциста



Бластоциста человека



ЭМБРИОЛОГИЯ

Гастрюляция,
типы гастрюляций,
дифференцировка зародышевых
ЛИСТКОВ
внезародышевые органы

Гастрюляция

- Это сложный процесс химических и морфогенетических изменений, сопровождающийся размножением, ростом, направленным движением и дифференцировкой клеток, в результате которых образуется гастрюла, содержащая **3 зародышевых листка** – **эктодерму, мезодерму и энтодерму**, - являющихся источником развития тканей и органов.

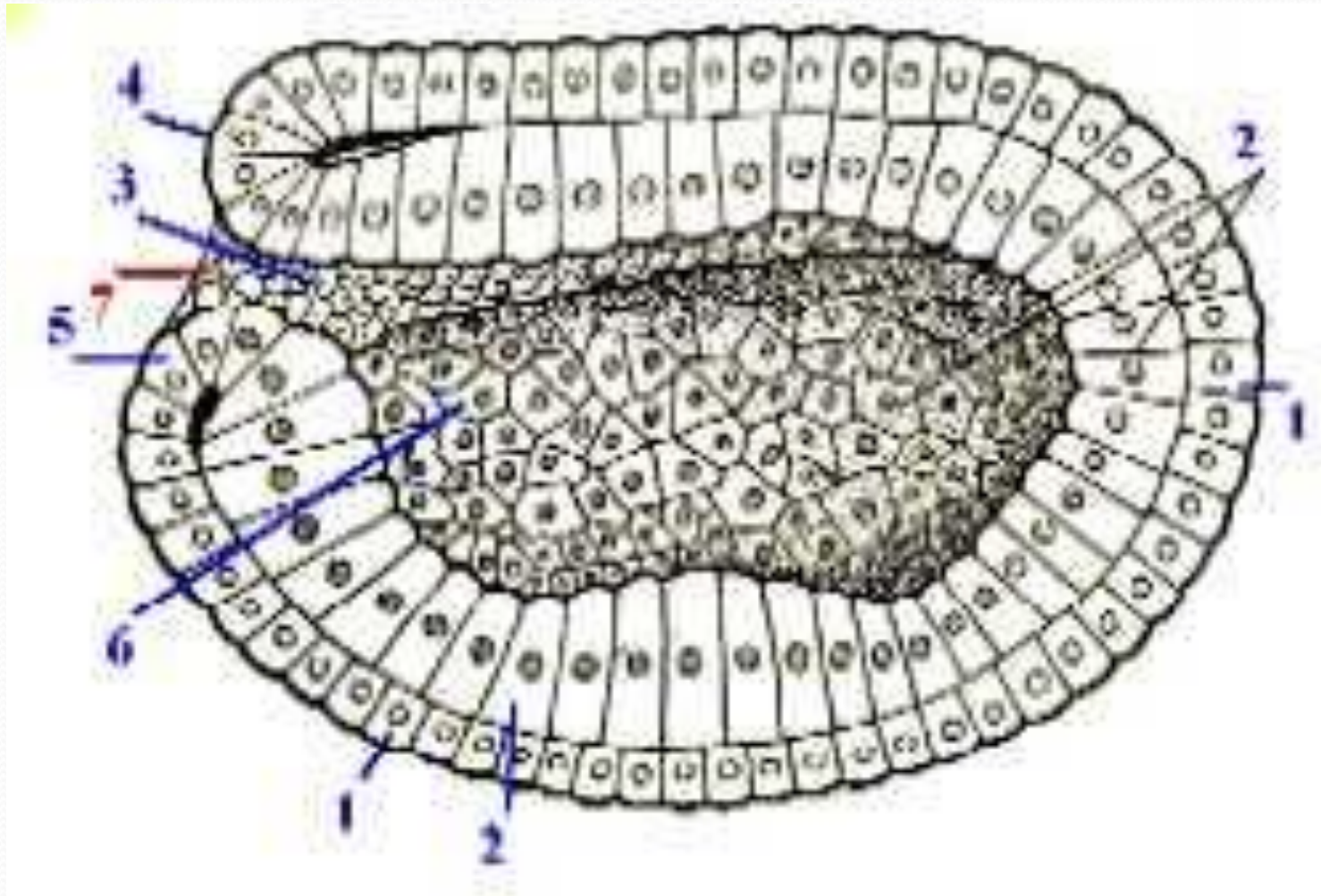
Типы гастрюляции

- В зависимости от типа дробления различают 4 типа гастрюляции:
- 1) *инвагинацию*;
- 2) *иммиграцию*;
- 3) *эпиболию*;
- 4) *деламинацию*.
- Фактически у всех животных процесс гастрюляции осуществляется с участием нескольких типов, но ведущим является какой-то один для каждого вида.

ИНВАГИНАЦИЯ

- **Инвагинация** – ведущий тип гастрюляции у ланцетника, характеризуется тем, что дно целобластулы начинает **впячиваться в сторону крыши**.
- В результате этого бластоцель приобретает щелевидную форму, образуя двухстенную гастрюлу.
- Внутри гастрюлы формируется круглая полость, или гастроцель, которая сообщается с внешним миром через бластопор.
- Бластопор ограничен 4 губами: дорсальной, вентральной и двумя латеральными, где заложены зачатки тканей и органов.

Инвагинация



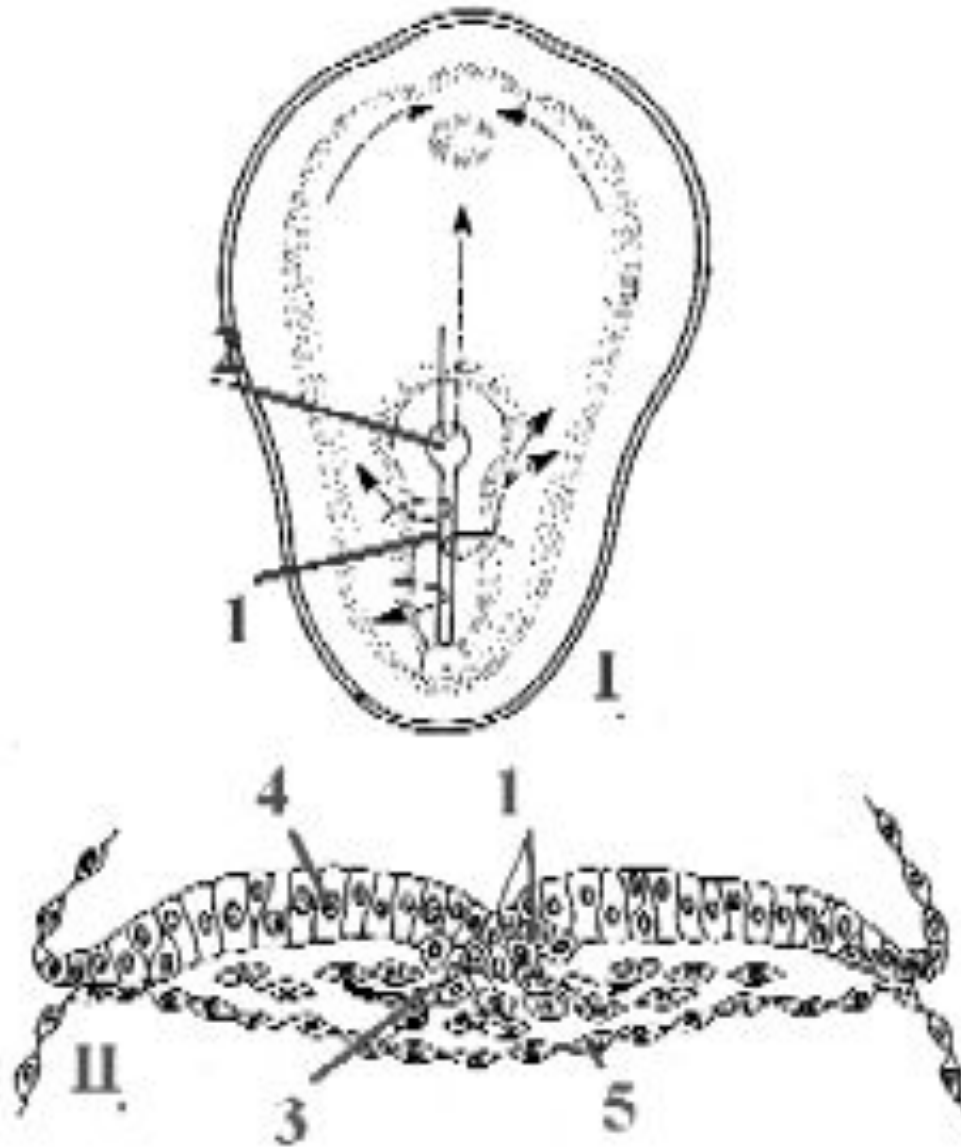
Инвагинация

- В частности, в дорсальной губе и в наружном листке (эктодерме), расположенном напротив дорсальной губе, находится материал нервной пластинки.
- В дорсальной губе расположен материал хорды.
- В боковых и вентральной губах расположен материал мезодермы.

Иммиграция

- **Иммиграция** (перемещение клеток) характеризуется тем, что из однослойной бластодермы выселяются бластомеры, которые образуют второй слой формирующейся гаструлы.
- Иммиграция в гаструле человека приводит к образованию еще одного зародышевого листка – **мезодермы**.

Иммиграция



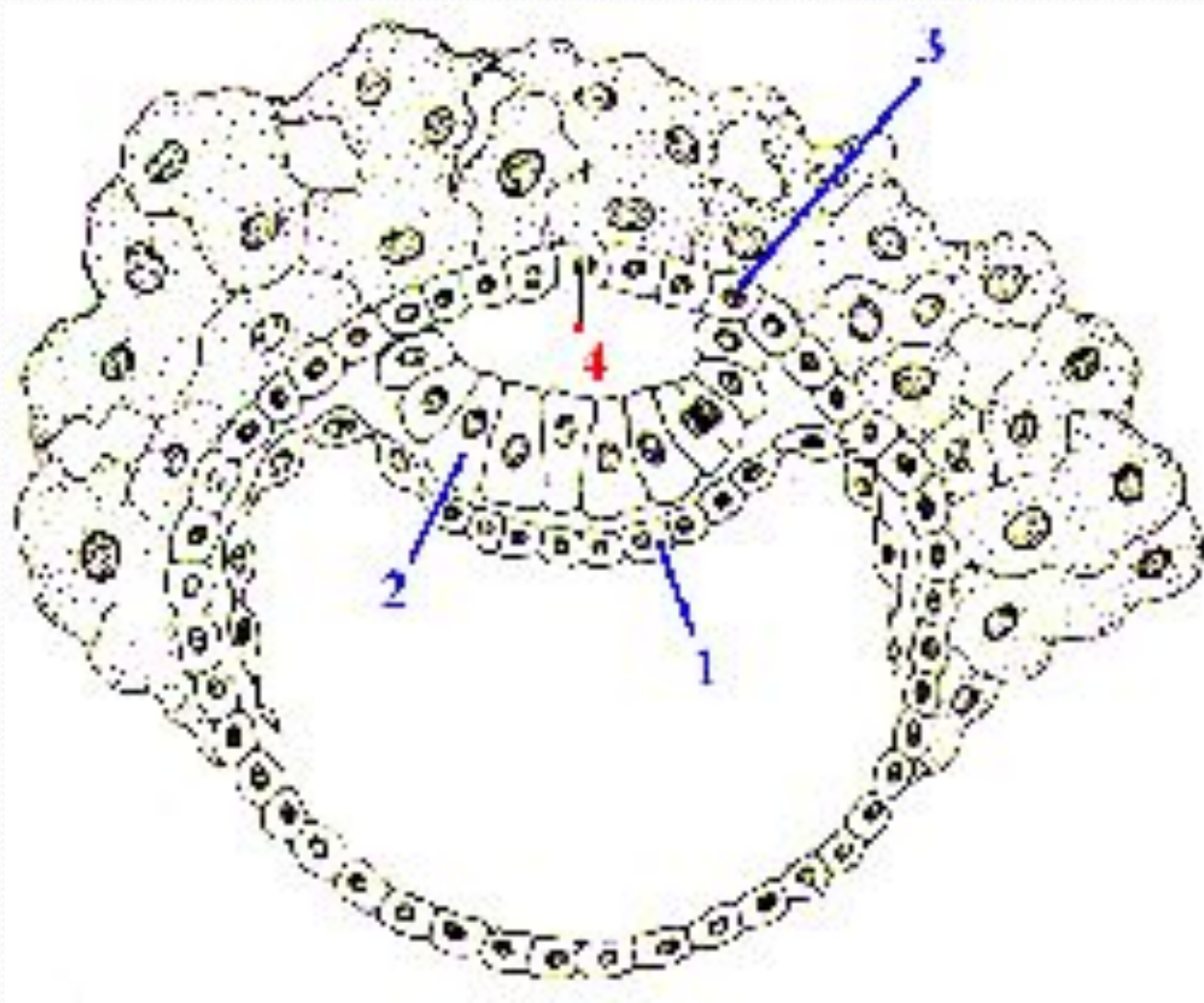
Эпиболия

- **Эпиболия** (обрастание) - ведущий тип гастрюляции у амфибий, заключается в том, что быстро делящиеся бластомеры крыши бластулы начинают **обрастать краевую зону** и медленно делящиеся бластомеры дна амфибластулы.
- Одновременно с эпиболией происходит инвагинация и формируется серповидная бороздка. В результате образуются двухстенная гастрюла и бластопор, закрытый желточной пробкой.

Деламинация

- **Деламинация** (расщепление) характеризуется тем, что зародышевый узелок **в бластоцисте млекопитающих** или дискобластуле птиц расщепляется на 2 листка:
 - **1) гипобласт**, обращенный к желтку,
 - **2) эпибласт**, расположенный над гипобластом.
- В гипобласте заложен материал внезародышевой энтодермы,
- в эпибласте – материал зародышевой энтодермы, мезодермы, хорды, эктодермы и нервной пластинки.

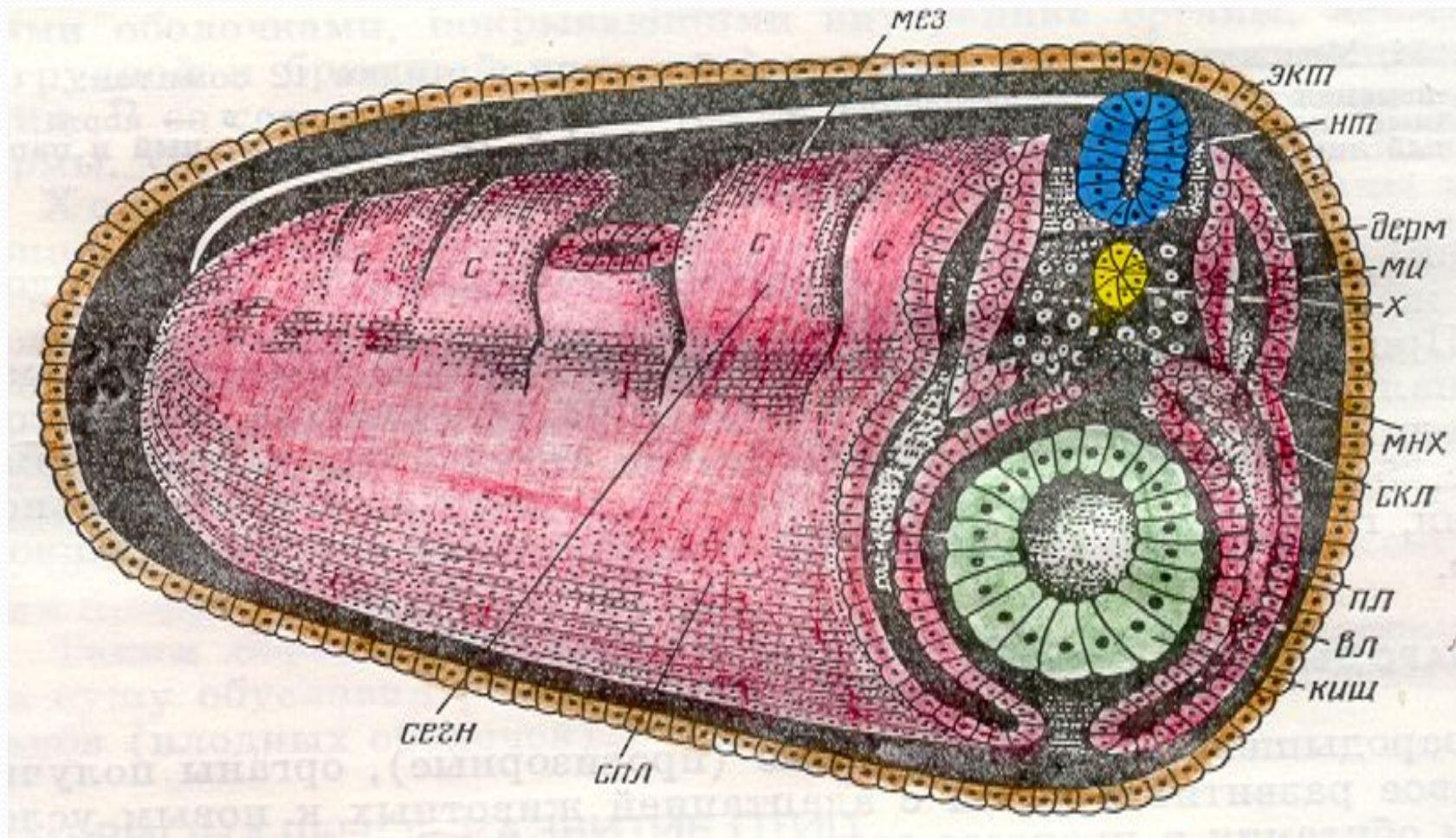
Деламинация



Дифференцировка зародыша

- Дифференцировка зародыша начинается на более ранних этапах.
- **Оотипическая** - при появлении презумптивных зачатков в зиготе,
- **Бластомерная** – при дроблении бластомеры дифференцируются и отличаются друг от друга.
- **Зачатковая** – при образовании гастрюлы и зародышевых листков, в них дифференцируются зачатки тканей и органов.
- **Гистогенетическая** - когда зачатки начинают дифференцироваться в ткани и появляются диффероны клеток.

Трехслойный зародыш



Дифференцировка зародышевых ЛИСТКОВ

● *Первичная эктодерма*

1. Нейроэктодерма

а. нервная трубка

б. плакоды

в. ганглиозная пластинка

2. Хорда

3. Прехордальная пластинка

4. Кожная эктодерма

5. Внезародышевая эктодерма

Дифференцировка эктодермы

- Различают
- **Зародышевую эктодерму:**
- Кожную,
- Нейроэктодерму – первичную (нервная трубка, нервный гребень, плакоды)
- Прехордальная пластинка
- **Внезародышевую эктодерму**

Дифференцировка эктодермы

- Из **кожной эктодермы**, развиваются:
- Эпителий анального отдела прямой кишки;
- Эпидермис кожи и ее производные (волосы, ногти, потовые, сальные и молочные железы);
- Многослойный плоский эпителий преддверия ротовой полости; эмаль зубов;
- Эпителий роговицы
- Хрусталик глаза.

Дифференцировка эктодермы

- Из **нейроэктодермы** развивается нервная трубка и ганглиозная пластинка.
- нейроны и нейроглия ЦНС (головного и спинного мозга),
- нейроны и нейроглия сетчатки глаза.

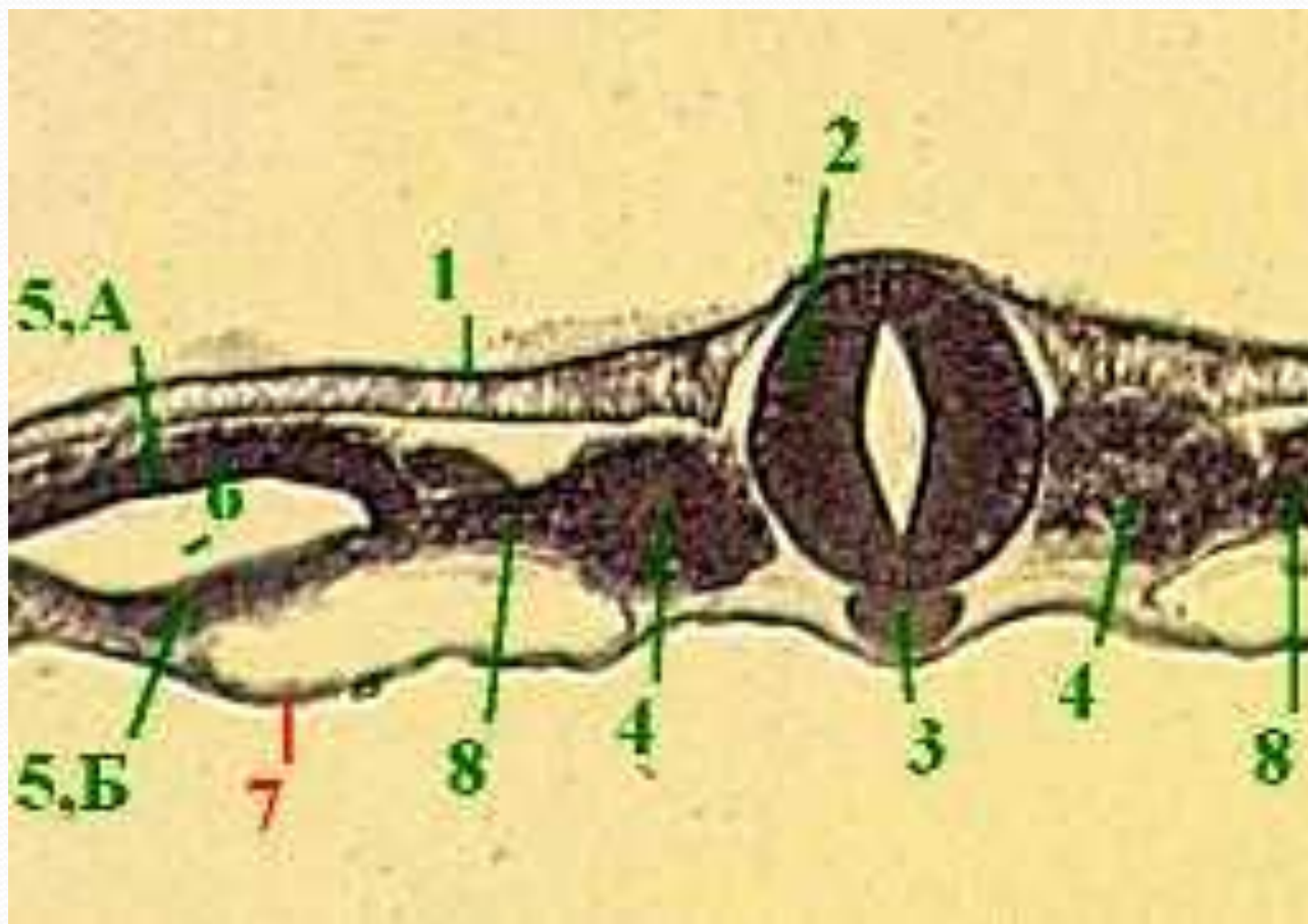
Дифференцировка эктодермы

- Из нервного гребня (производного нервной пластинки), развиваются:
- **периферические** нервные ганглии вегетативной нервной системы;
- **спинномозговые** ганглии;
- **мозговое вещество** надпочечников.

Дифференцировка эктодермы

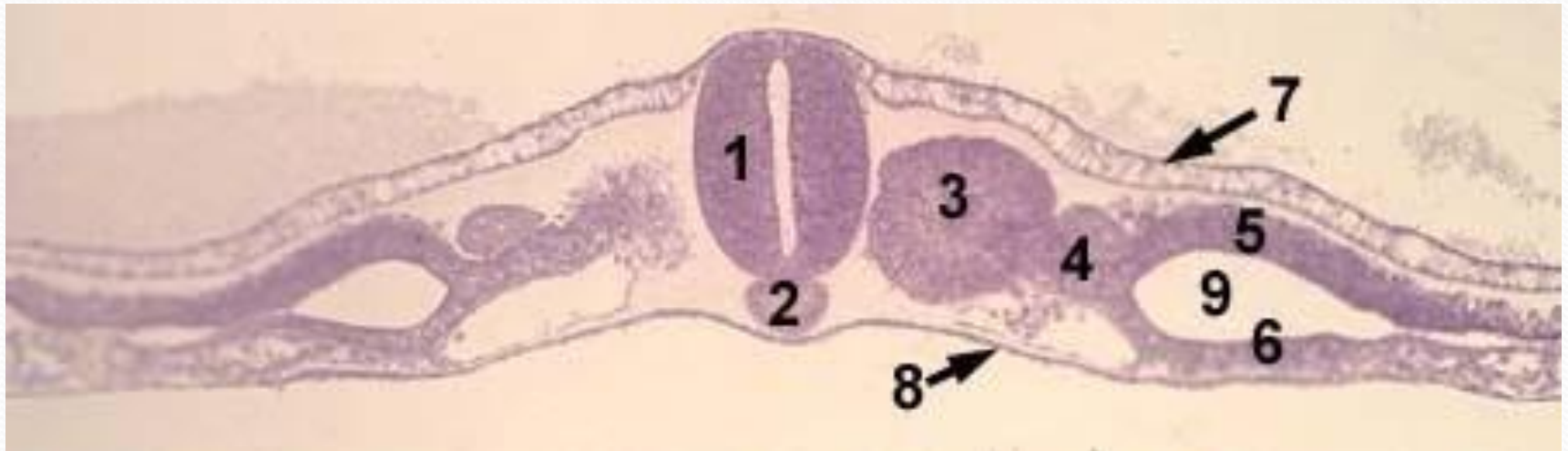
- **Из плакод** (производное нервной трубки), развивается
 - спиральный ганглий внутреннего уха.
- **Из прехордальной пластинки**, развивается эпителий собственно ротовой полости, пищевода, трахеи, бронхов и легких.
- **Из внезародышевой эктодермы**, развивается амниотический эпителий и хорион.

Образование осевых органов



Осевые органы зародыша

- 1 – нервная трубка
- 2 – хорда
- 3 – сомит
- 4 – нефрогонатом
- 5 – париетальный листок
- 6 – висцеральный листок
- 7 – кожная эктодерма
- 8 – энтодерма



Дифференцировка мезодермы

- 1. **Сомиты** - дорзальная часть
 - а. дерматом
 - б. миотом
 - в. склеротом
- 2. **Сегментные ножки** - нефрогономом
- 3. **Спланхномом**
 - а. висцеральный листок
 - б. париетальный
 - в. целом
- 4. **Мезенхима**

Дифференцировка мезодермы

- Из мезодермы:
- **Сомитов** – дерматом, миотом, склеротом.
- **Из дерматома** - дерма кожи,
- **Из миотомов** – поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань,
- **Из склеротомов** - костная и хрящевая ткани.

Дифференцировка мезодермы

- **Из сегментных ножек (нефрогонатом)** образуются :
- **мезонефральный и парамезонефральные** протоки,
- канальцы **почки**,
- эпителий **семявыносящих путей** мужчины
- эпителий **матки** и первичная выстилка **влагалища**.

Дифференцировка мезодермы

- **Спланхнотом** (*париетальный и висцеральный листки*)
- Из **париетального листка** спланхнотома развивается серозная оболочка (мезотелий) брюшины, плевры, перикарда,
- Из **висцерального листка** спланхнотома - эндокард, миокард.
- Кроме того, из **целомического эпителия спланхнотома** развивается sustentocytes половых желез мужчины и фолликулоциты женских половых желез, корковое вещество надпочечников.

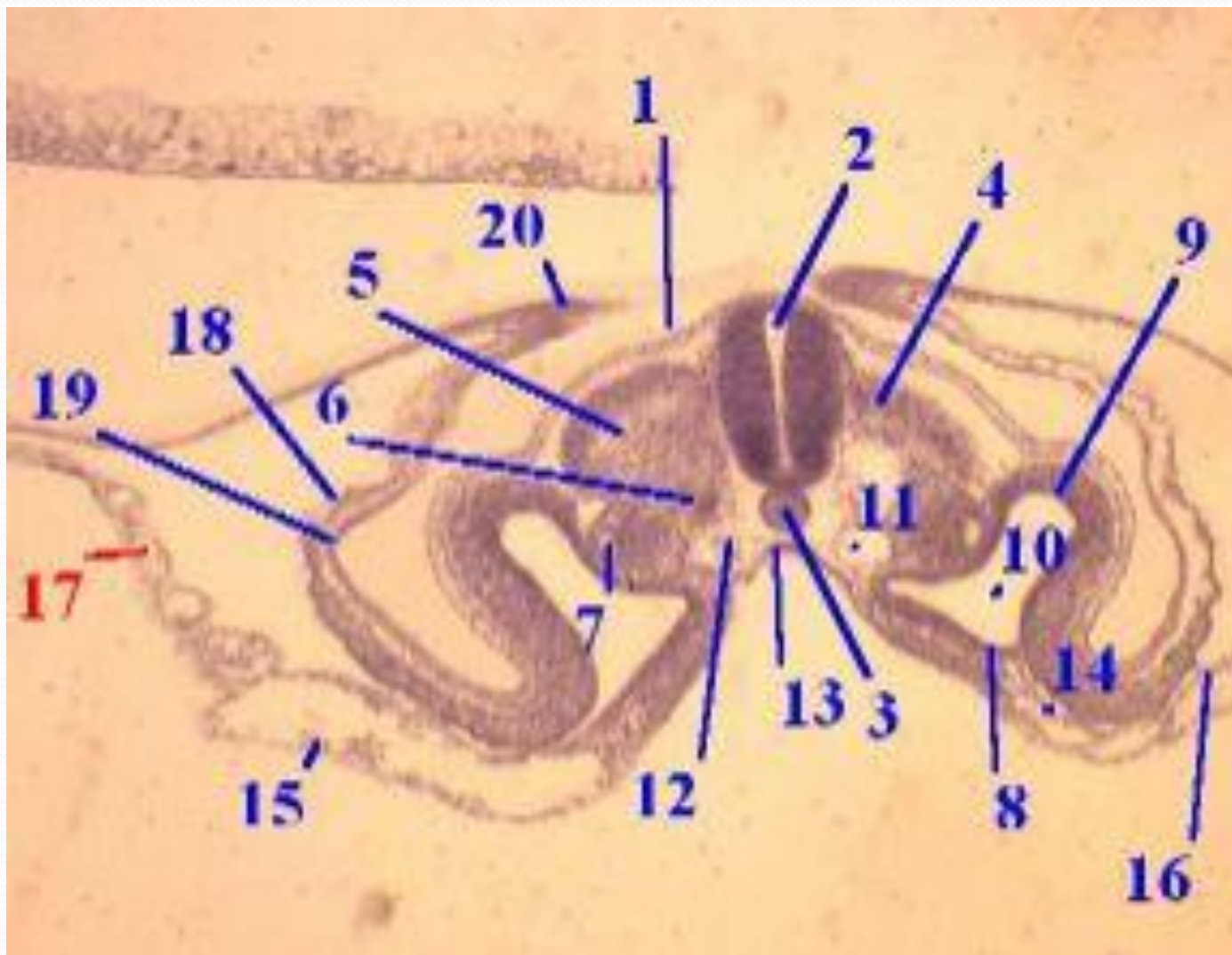
Дифференцировка мезодермы

- **Мезенхима** –
- В мезенхиме зародыша образуются все виды **соединительной ткани, гладкая мышечная ткань, кровеносные сосуды.**

Дифференцировка мезодермы

- Из ***внезародышевой мезодермы*** развивается соединительная ткань ***желточного мешка, амниона, хориона и пупочного канатика.***

Образование туловищной складки



Дифференцировка энтодермы

- Энтодерма

1. Внезародышевая

2. Зародышевая (кишечная)

- эпителии органов ЖКТ и

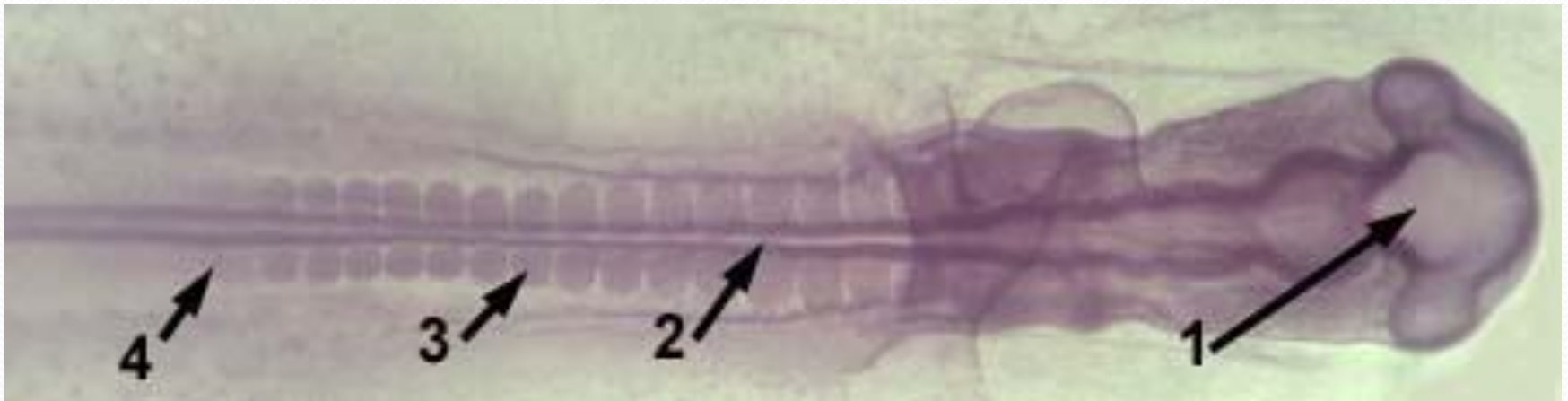
желез

Дифференцировка энтодермы

- Различают энтодерму *зародышевую* (кишечную) и *внезародышевую* (желточного мешка).
- *Из кишечной энтодермы* развивается эпителий желудочно-кишечного тракта и крупные пищеварительные железы, печень, поджелудочная железа.
- *Желточная энтодерма* дает начало первичным клеткам крови и половым клеткам.

Микрофотография зародыша

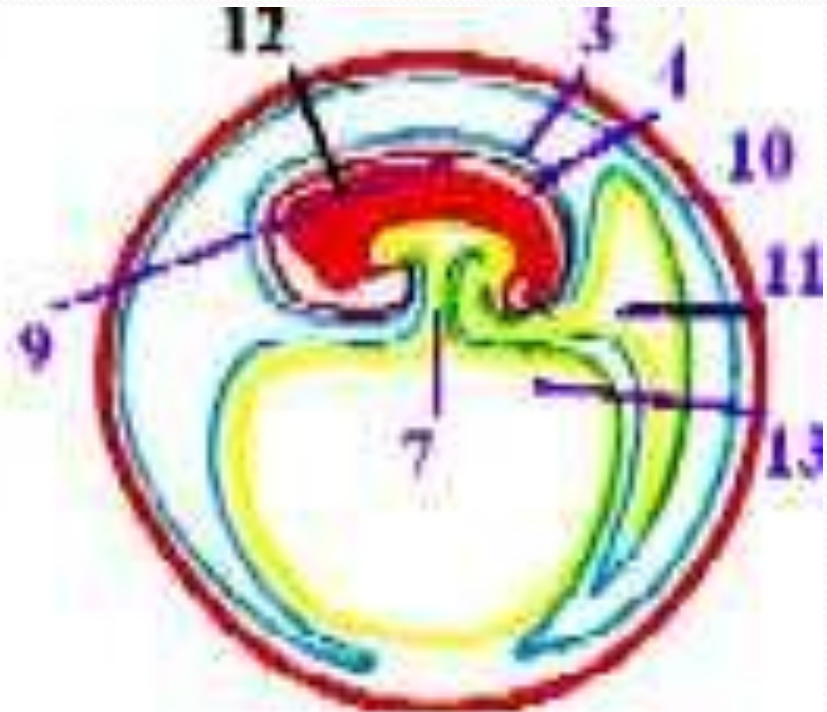
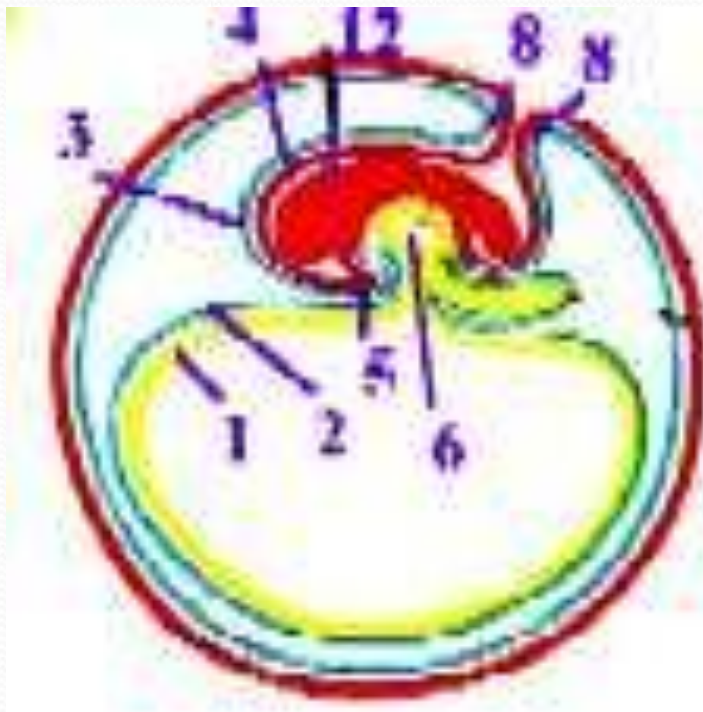
- 1 – мозговой пузырь
- 2 – хорда
- 3 - сомиты



Внезародышевые органы

- Желточный мешок
- Амнион
- Аллантоис
- Пуповина
- Хорион
- Плацента

Образование внезародышевых органов



Внезародышевые оболочки



Желточный мешок

- **Желточный мешок** окончательно формируется после замыкания туловищной складки на вентральной поверхности тела зародыша.
- При этом туловищная складка отделяет **внезародышевую эктодерму** и мезодерму от зародышевой эктодермы **и мезодермы**.

Желточный мешок

- Стенка желточного мешка состоит из ***внезародышевых энтодермы и мезодермы.***
- Желточный мешок связан с энтодермальной кишкой узким стебельком. Он существует включительно до 8-й недели. После этого желточный мешок подвергается обратному развитию, и его остатки входят в состав пупочного канатика.

Функции желточного мешка

- 1) **кроветворная**, так как в стенке желточного мешка из мезенхимы развиваются первые форменные элементы крови и первые кровеносные сосуды;
- 2) **образование первичных половых** клеток, которые называются гонобластами или гаметобластами;
- 3) **трофическая**.

Аллантоис

- **Аллантоис** развивается в виде выпячивания каудальной части зародышевой энтодермы. Это выпячивание имеет пальцевидную форму и покрыто внезародышевой мезодермой.
- **Функции аллантоиса:**
- Дыхательная;
- Трофическая
- Выделительная - все продукты обмена веществ накапливаются в аллантоисе и содержатся до момента вылупления цыпленка из скорлупы яйца.

Амнион и серозная оболочка

- **Амнион и серозная оболочка** формируются одновременно.
- До появления туловищной складки над дорсальной поверхностью тела зародыша появляется амниотическая складка, состоящая из внезародышевой эктодермы и мезодермы
- После того как обе половины амниотической складки соединяются над телом зародыша, сразу образуются 2 внезародышевых органа:
- 1) амниотическая оболочка, внутри которой оказывается тело зародыша,
- 2) серозная оболочка.

Функции амниона и серозной оболочки

- **Функции амниотической оболочки:**
- Создает жидкую среду, в которой развивается зародыш;
- Защитная.
- **Функция серозной оболочки:**
- Дыхательная, поскольку серозная оболочка полностью окружает зародыш, то газообмен, осуществляемый через стенку яйца и через серозную оболочку.

Хорион

- **Хорион** млекопитающих образуется из внезародышевой эктодермы и мезодермы, которая соединяется с трофобластом (эктодерма).
- Трофобласт – это эпителий, который образуется в процессе дробления зародыша и располагается по периферии бластоцисты, образуя стенку ее полости.

Плацента

- ***Функции плаценты:***
- Трофическая,
- Депонирующая,
- Дыхательная,
- Выделительная,
- Эндокринная,
- Защитная.

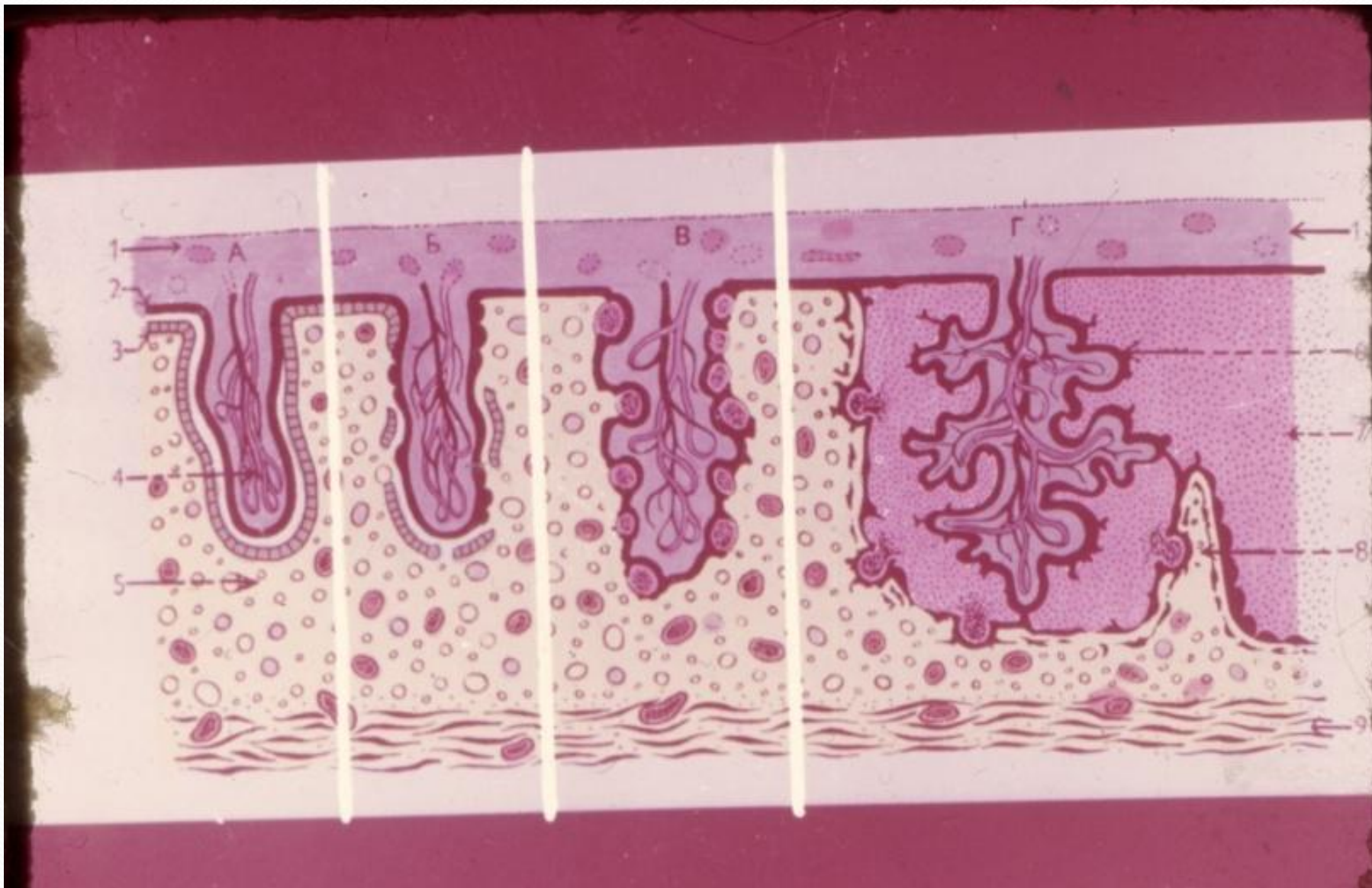
Типы плацент

- Эпителиохориальная
- Десмохориальная
- Эндотелиохориальная
- Гемохориальная

Типы плацент

- По характеру трофики:
- **1 типа** – хорион поглощает из материнских тканей белки, расщепляет их до полипептидов и аминокислот,
- ***синтез эмбриоспецифических белков происходит в печени эмбриона*** (эпителиохориальные, десмохориальные).
- Детеныши способны к передвижению и питанию.

Типы плацентации



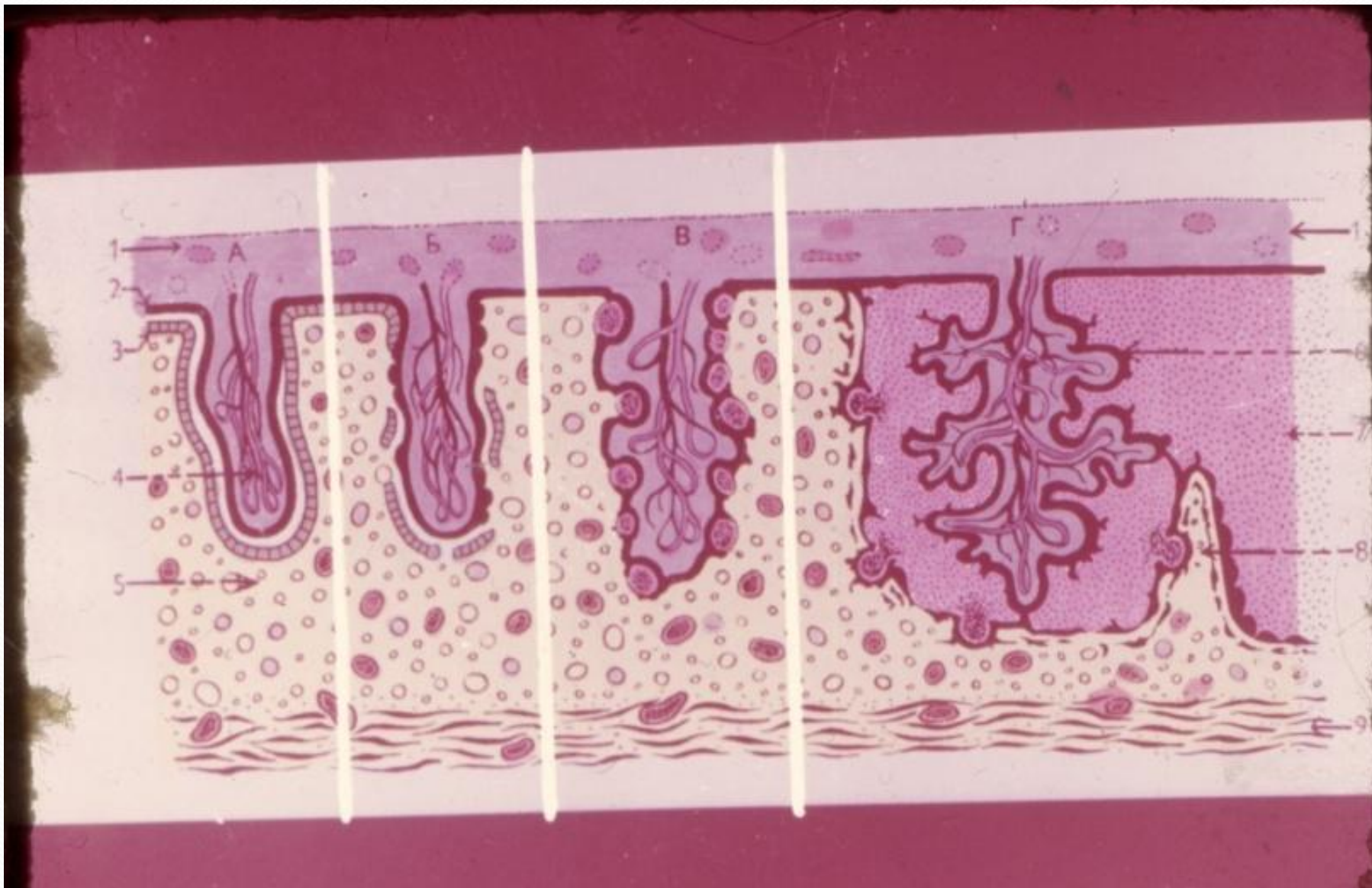
Типы плацент

- **Эпителиохориальные** – ворсины хориона врастают в маточные железы, контактируют с эпителием этих желез (у верблюда, лошади, свиньи, китообразных)
- **Десмохориальные** – хорион частично разрушает эпителий маточных желез, ворсины врастают в соединительную ткань (жвачные парнокопытные: овцы, коровы)

Типы плацент

- **Плаценты 2 типа** – хорион усваивает из материнских тканей аминокислоты и синтезирует эмбриоспецифические белки, *эмбрион получает готовые белки и использует их для строительства собственных тканей* (эндотелиохориальные, гемохориальные)

Типы плацентации



Типы плацент

- **Эндотелиохориальные** – ворсины хориона разрушают эпителий и соединительную ткань и контактируют с сосудами (кошачьи, псовые, кунцеобразные, ластоногие).
- **Гемохориальная** – ворсины хориона омываются кровью матери, синтез специфических белков происходит в хорионе, поэтому с рождением уровень синтетических процессов резко уменьшается. Детеныши после рождения долго метаболизируют только материнское молоко и неспособны самостоятельно питаться

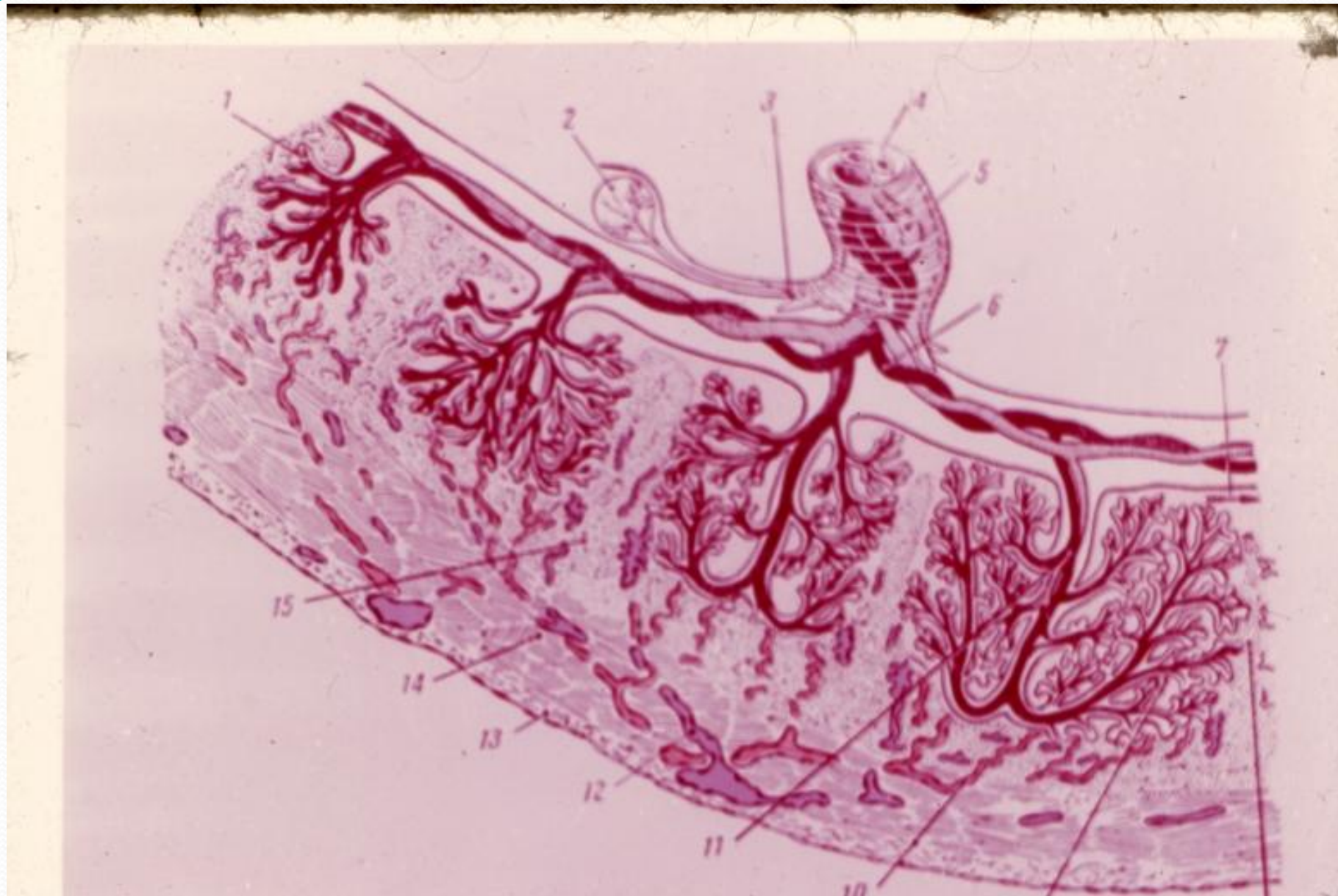
Типы плацент

- Гемохориальная плацента – у кротов, ежей, выхухоли, рукокрылых, грызунов, зайцеобразных, приматов и человека.

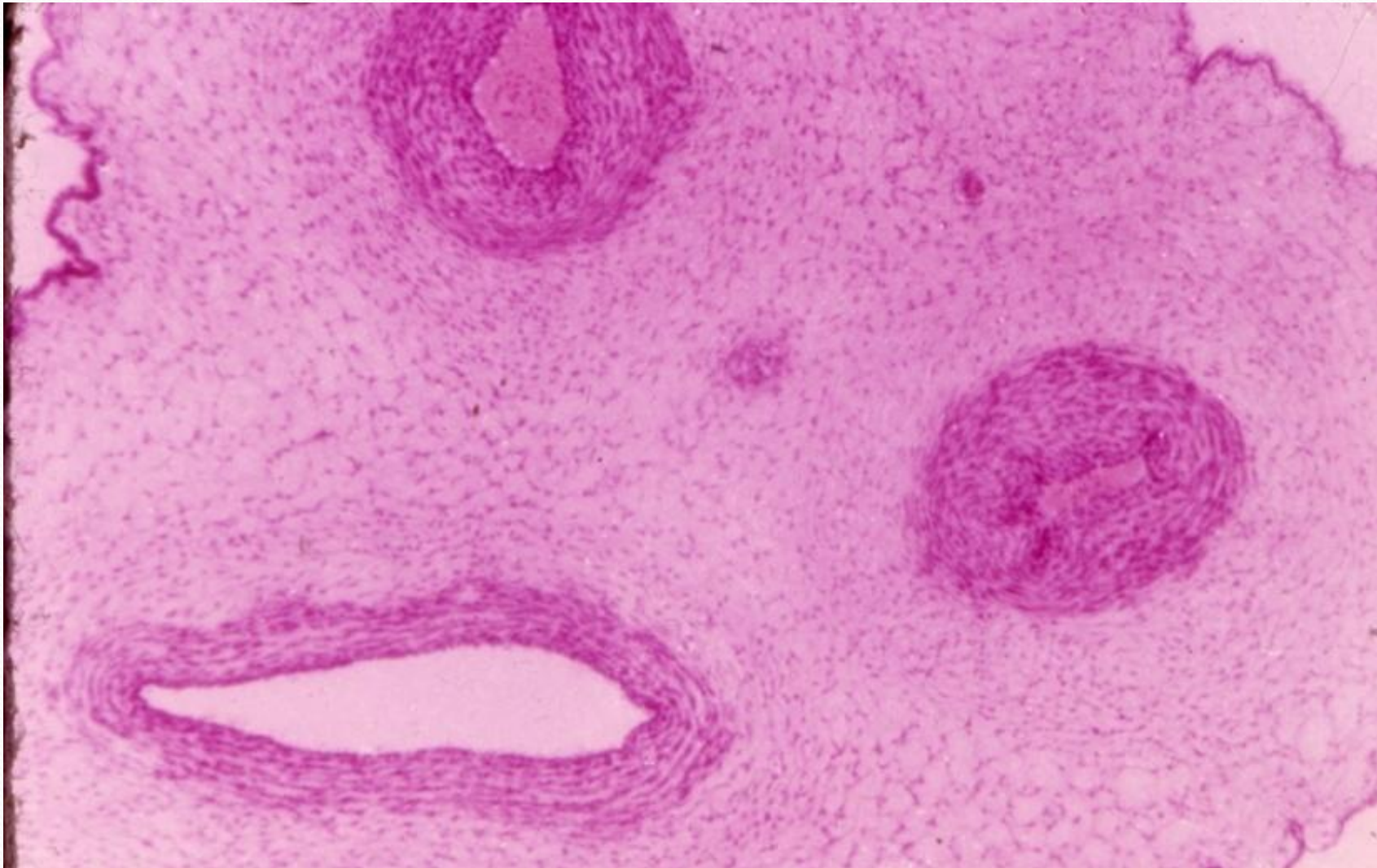
Плацента человека



Плацента человека (схема)



Пуповина человека



Спасибо за внимание!!!