

Основи ембріології

Кандидат біологічних наук
Васько Людмила Віталіївна

Ембріологія – наука про розвиток зародка.

Предмет ембріології:

1. Проембріональний період (період формування статевих клітин, або спермато- та овогенез).
2. Ембріональний період (від запліднення до народження).
3. Постембріональний період (до становлення дефінітивних органів).

Статеві клітини

Яйцеклітини – високоспеціалізовані клітини з унікальними особливостями (невелика кількість, великі розміри, наявність жовткових гранул, немає центросоми, наявність зовнішніх оболонок, нерухомі).

Класифікація яйцеклітин

(за кількістю і розміщенням жовткових гранул):

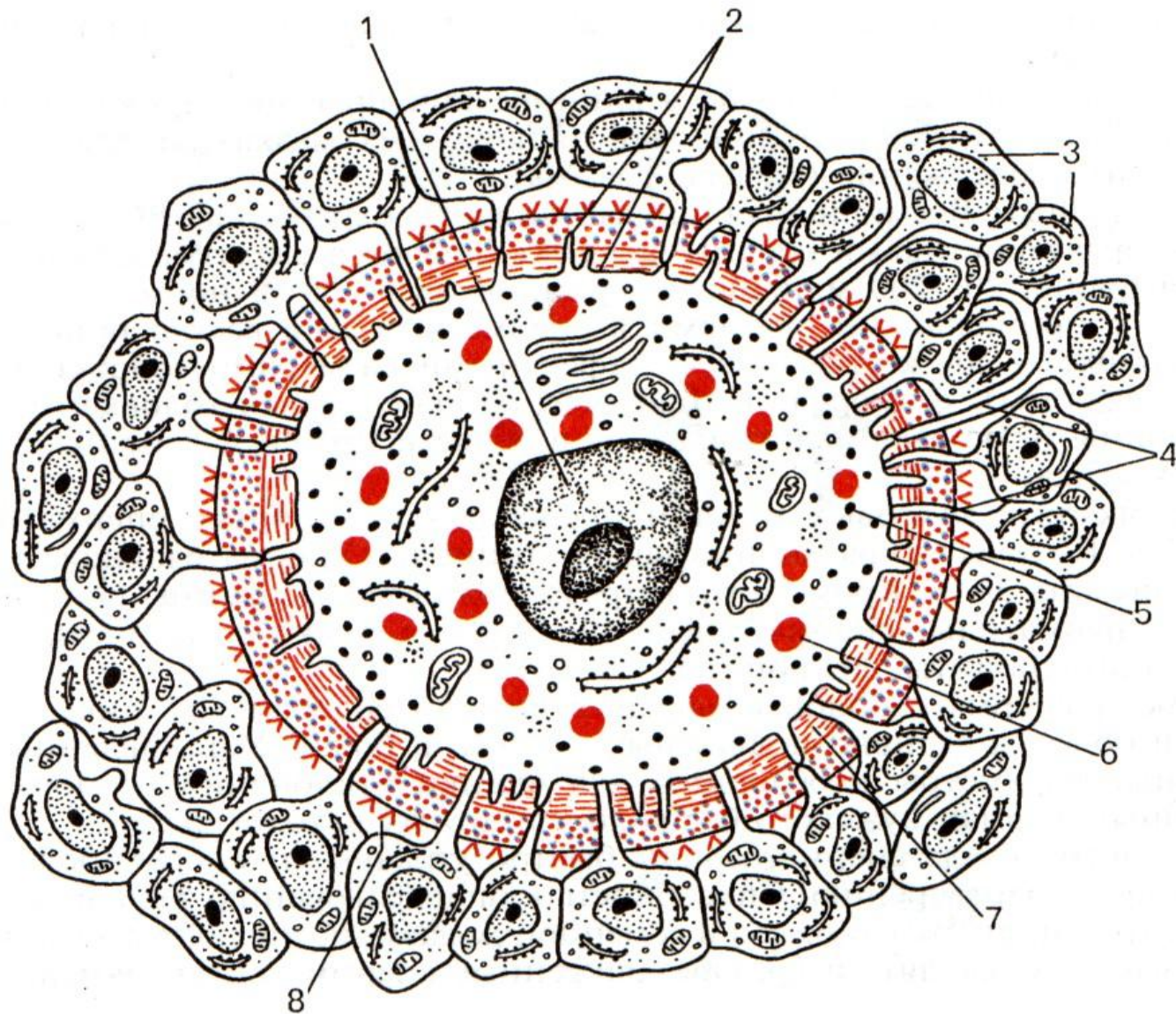
1. Ізолецитальні (мало жовтка, рівномірне розміщення, ланцентник).
2. Помірно телolecитальні (помірна кількість, розміщення – вегетативна частина, амфібії).
3. Різко телolecитальні (велика кількість, розміщення – вегетативна частина, птахи і рептилії).
4. Вторинно ізолецитальні (мало жовтка, рівномірне розміщення, ссавці, людина).

Оболонки яйцеклітини ссавців і людини:

1. Оволема (плазмолема).
2. Прозора оболонка (*z. pellucida*).
3. Шар фолікулярних клітин (*corona radiata*).

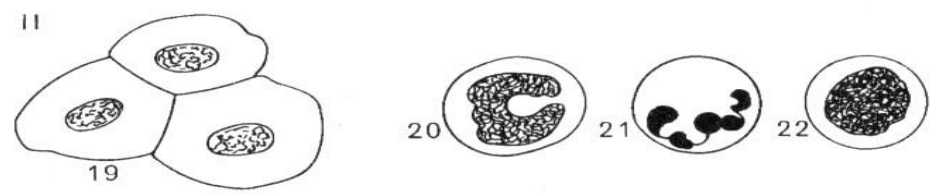
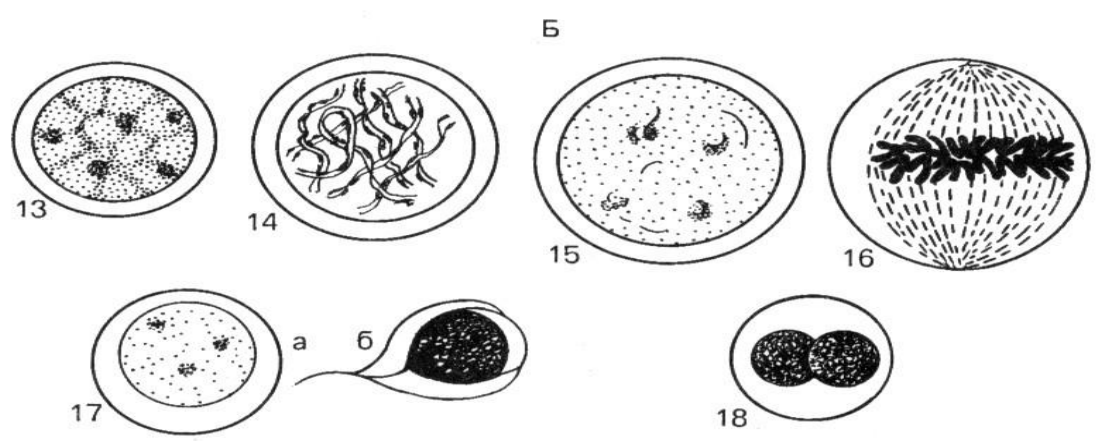
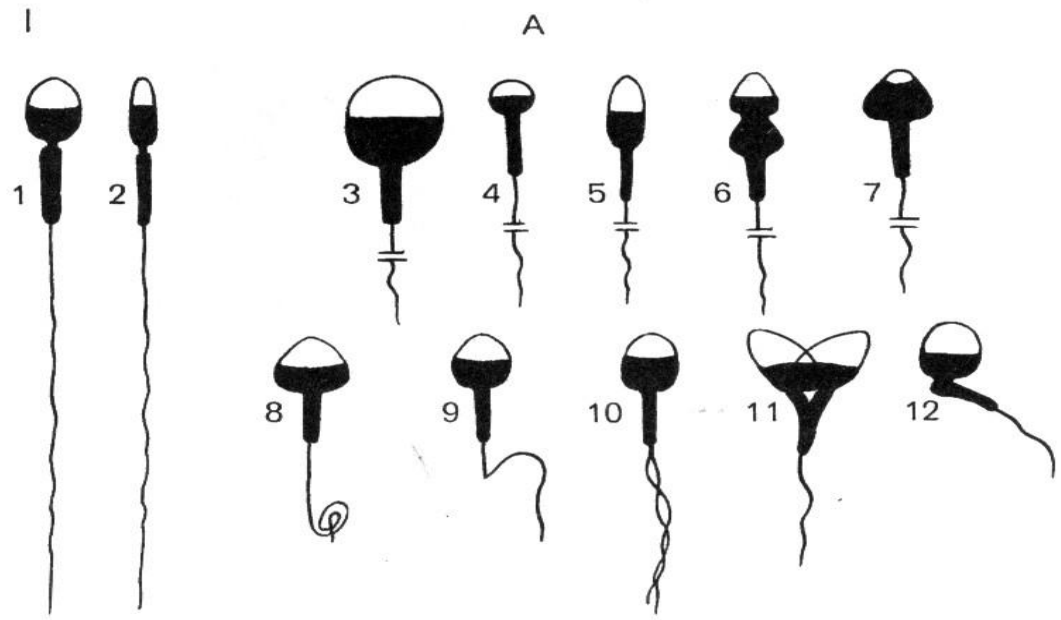
Сперматозоїди

1. Велика кількість (в 1 мл еякуляту – 100 млн).
2. Невеликі розміри (5мкм)
3. Рухомі.
4. Не мають ЕПС, комплексу Гольджі, рибосом, але багато мітохондрій. ДНК- неактивна. Мають акросому.
5. Функції:
 - А). Передача генетичної інформації;
 - Б). Запуск програми розвитку (сигнальний білок).



Строение женской половой клетки.

1 — ядро; 2 — цитолемма; 3 — фолликулярный эпителий; 4 — лучистый венец; 5 — кортикальные гранулы; 6 — желточные включения; 7 — блестящая зона; 8 — рецептор во фракции Zp3-N-ацетилглюкозамин.



Клеточный состав эякулята человека в норме.

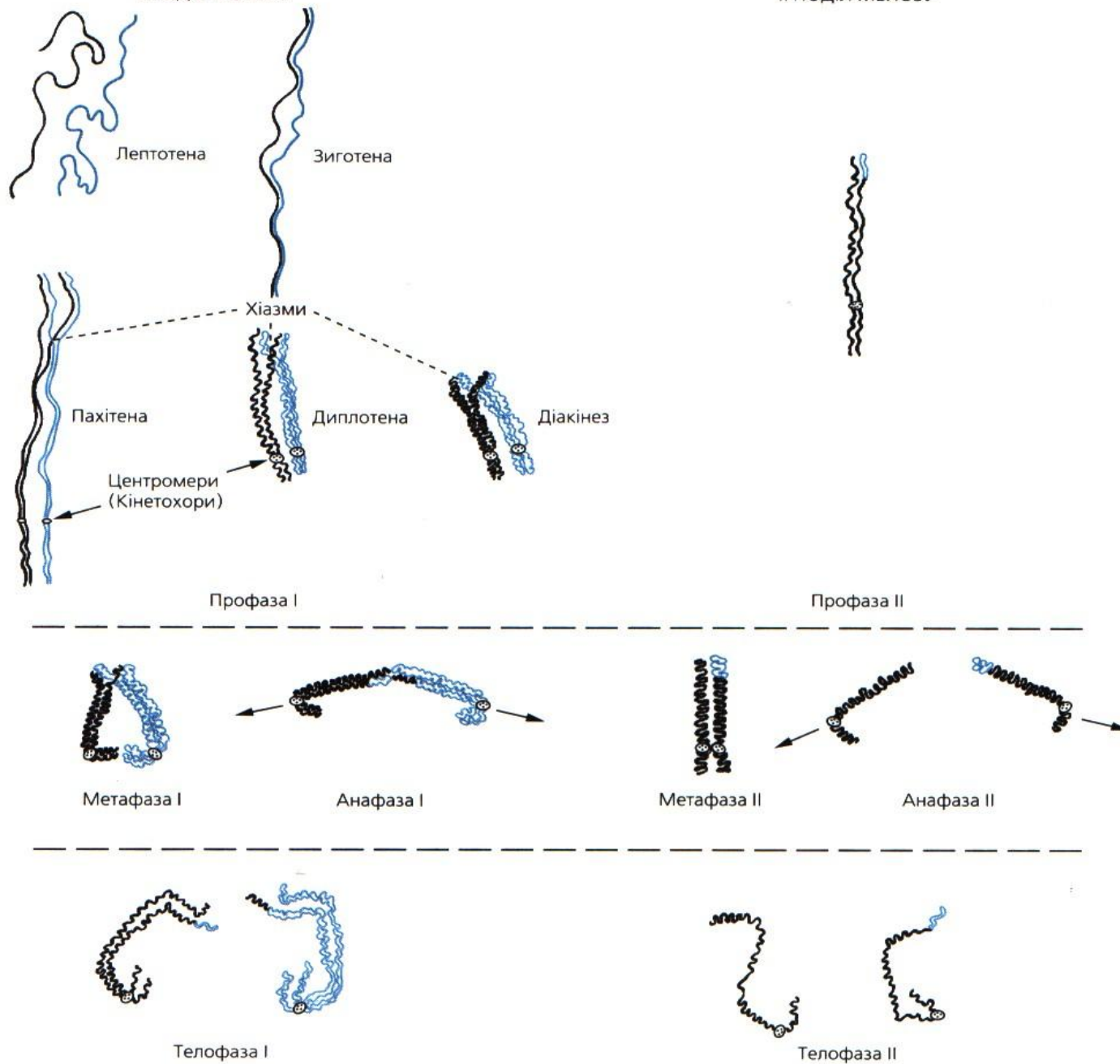
I. Головка

II. Хвост А, Б, В, Г

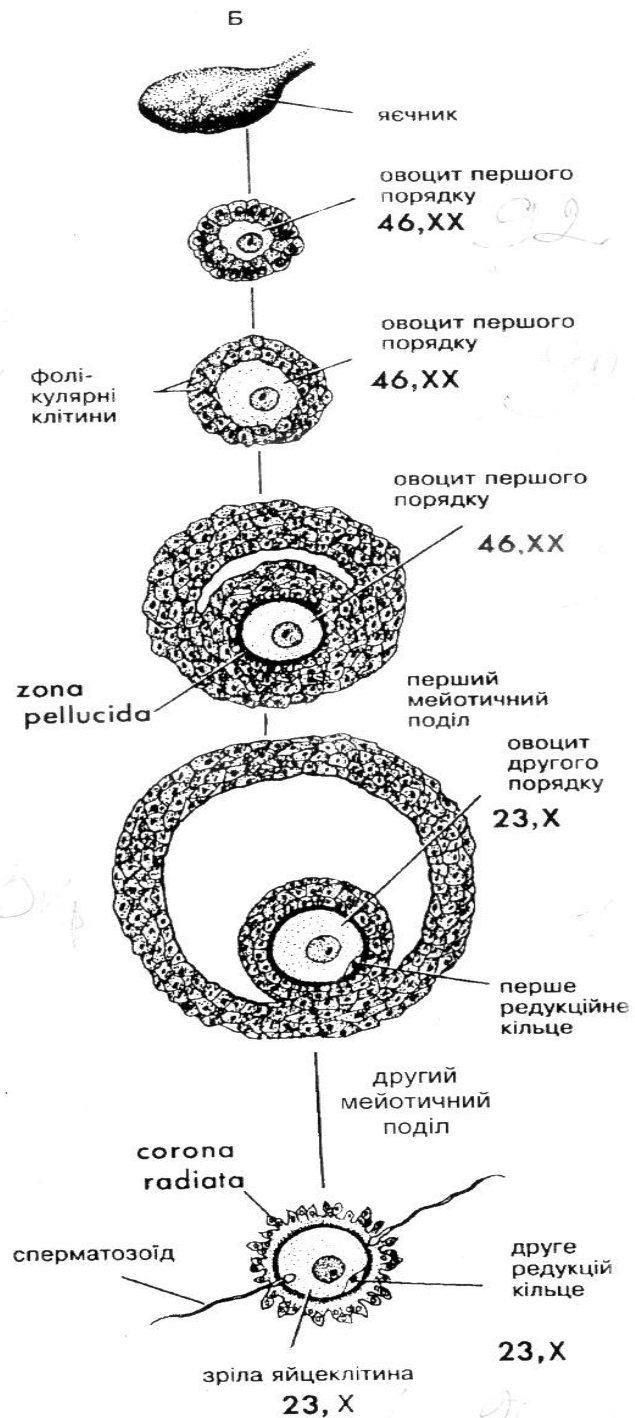
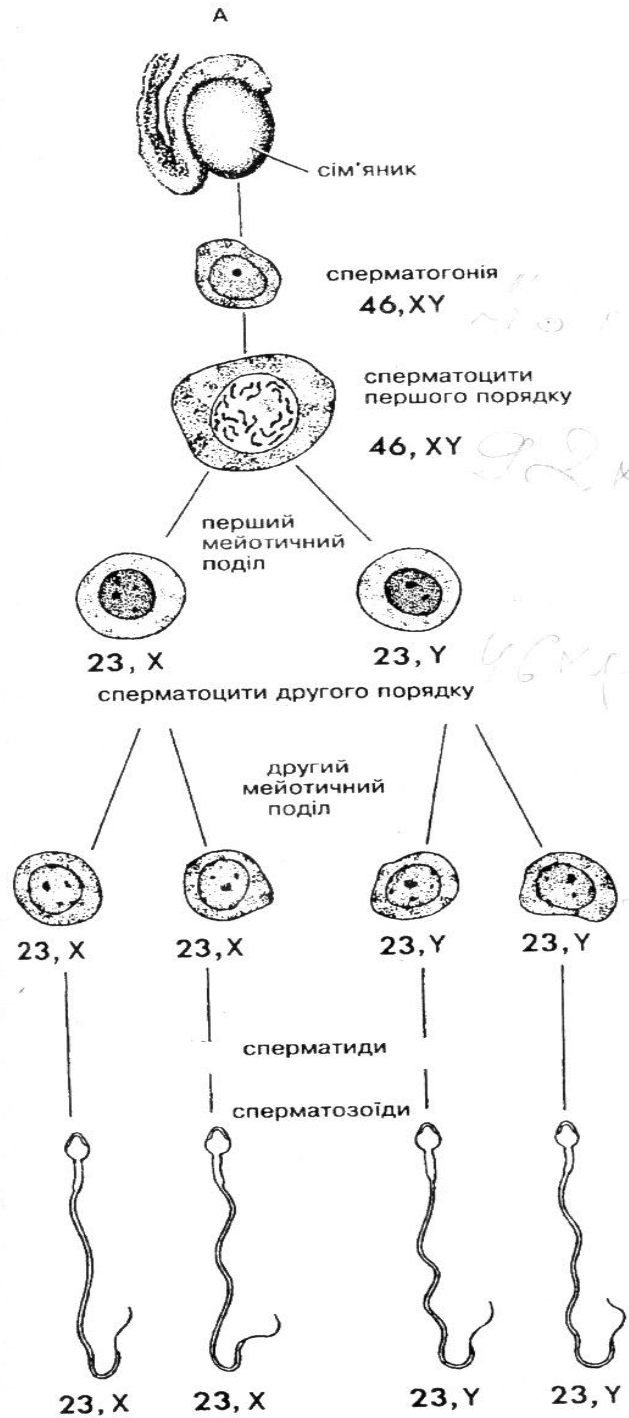


I ПОДІЛ МЕЙОЗУ

II ПОДІЛ МЕЙОЗУ



Перетворення хромосомного матеріалу на послідовних стадіях мейозу



Ранній ембріогенез

1. **Запліднення** (злиття статевих клітин і утворення зиготи).
2. **Дроблення** (утворення бластули, у людини – бластоцисти).
3. **Гаструляція** (утворення зародкових листків).
4. **Нейруляція** (утворення мезодерми і комплексу осьових зачатків).
5. **Гістогенез** (формування тканин).
6. **Органогенез** (формування органів).
7. **Системогенез** (утворення системи органів).

Запліднення

Етапи запліднення:

1. Дистантна взаємодія:

- А. Капацитація (зникнення глікопротеїнового покриття з акросомної ділянки плазмолемі сперматозоїда)
- Б. Направлена міграція (хемотаксис і реотаксис).

2. Контактна взаємодія:

- А. Акросомна реакція – звільнення ензимів: гіалуронідаза, протеази, глікозїдази, ліпази, фосфатази.

Стадія 1. – зв'язування рецептора мембрани сперматозоїда із глікопротеїном прозорої оболонки ZP3.

Стадія 2. – злиття мембрани головки сперматозоїда із мембраною акросоми і викид ензимів.

Стадія 3. – розщеплення компонентів прозорої оболонки і утворення в ній каналу .

3. Проникнення компонентів сперматозоїда в овоцит (шляхом злиття мембран), а саме:

Ядра (з Y хромосомою), мітохондрії, центросоми, сигнальних білків дроблення.

4. Завершення II мейозу овоцита і утворення яйцеклітини.

5. Утворення синкаріона (злиття жіночого і чоловічого пронуклеусів)

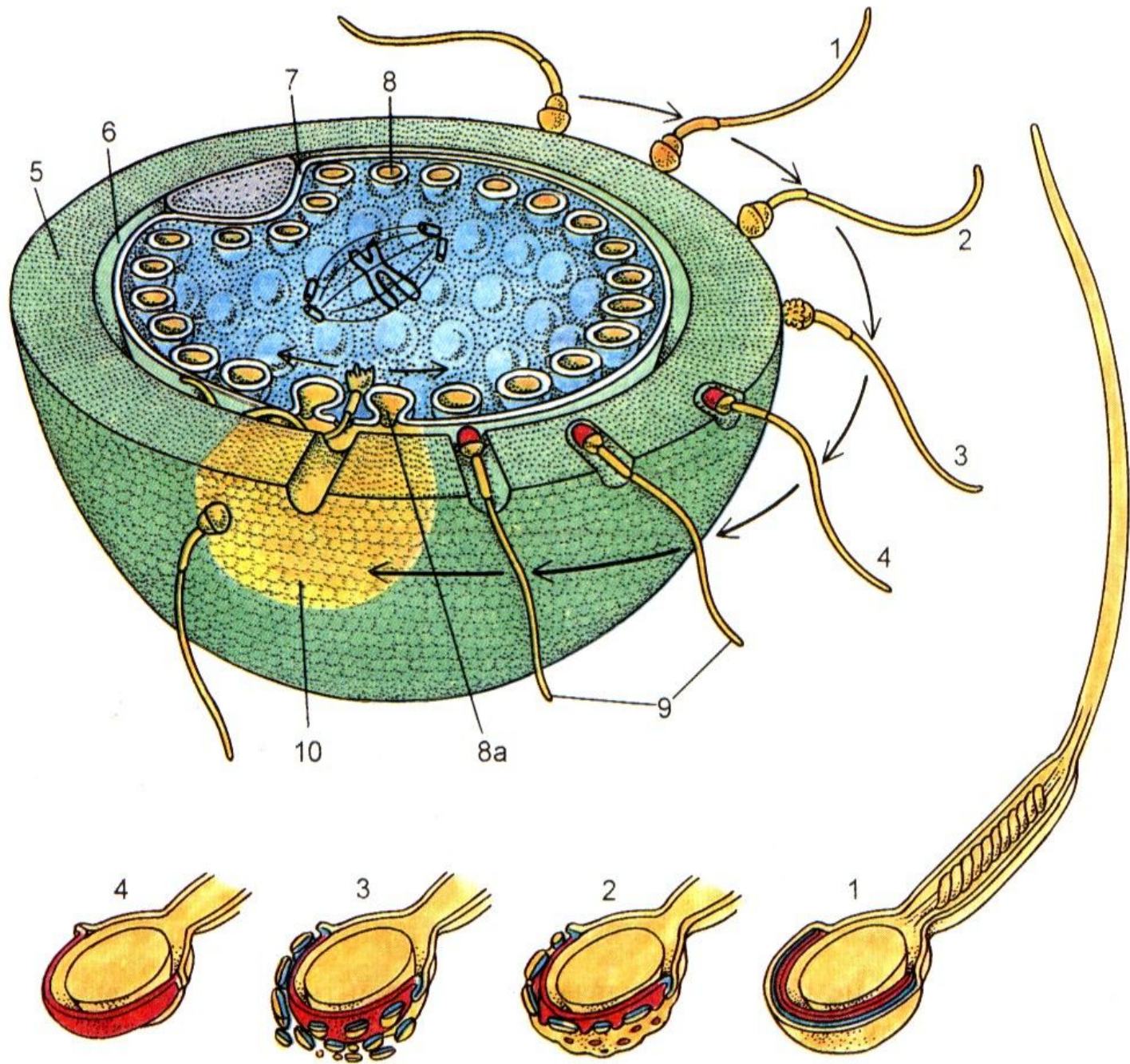
А. Реплікація ДНК в пронуклеусах

Б. Зникнення ядерних оболонок

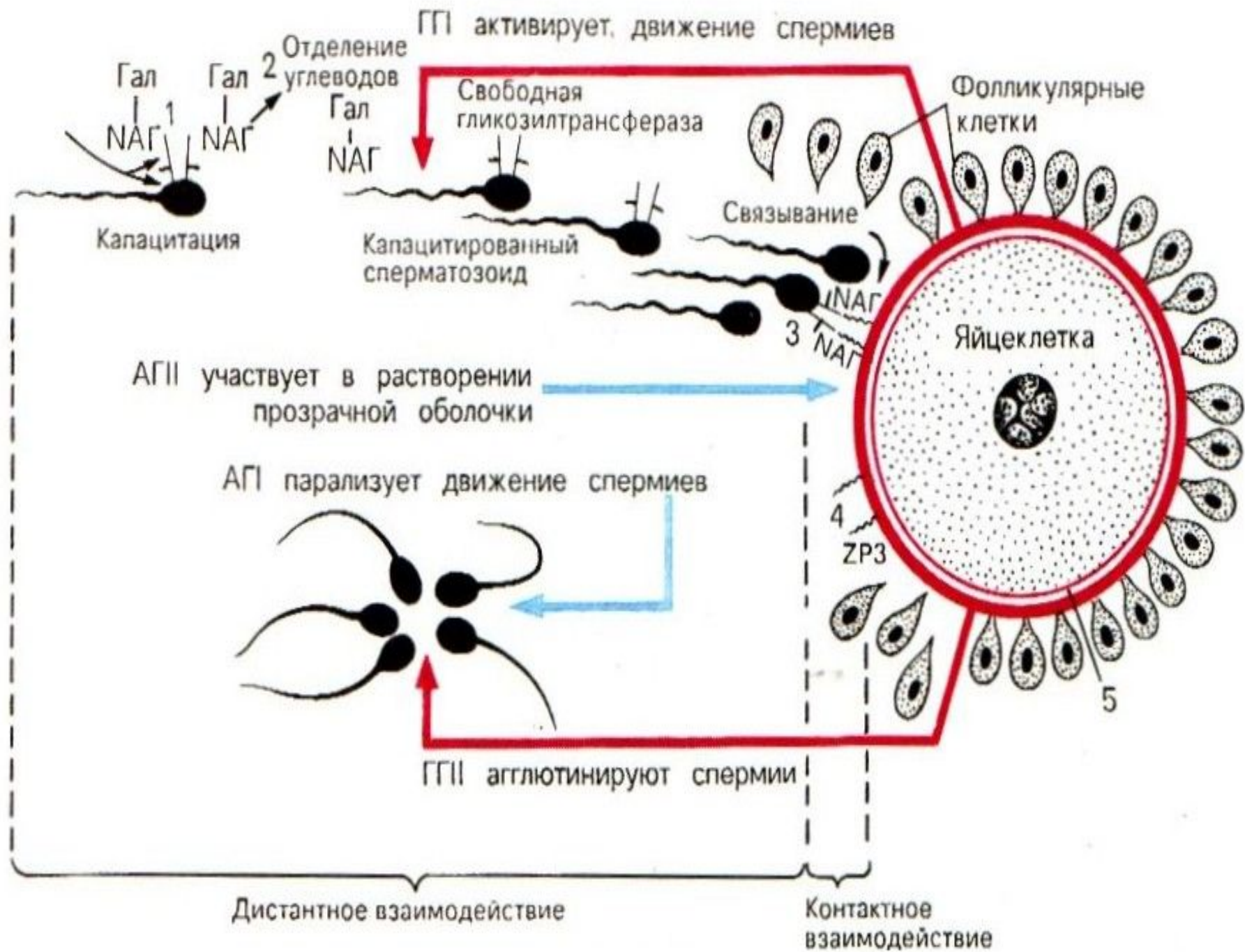
В. Утворення спільної метафазної пластинки.

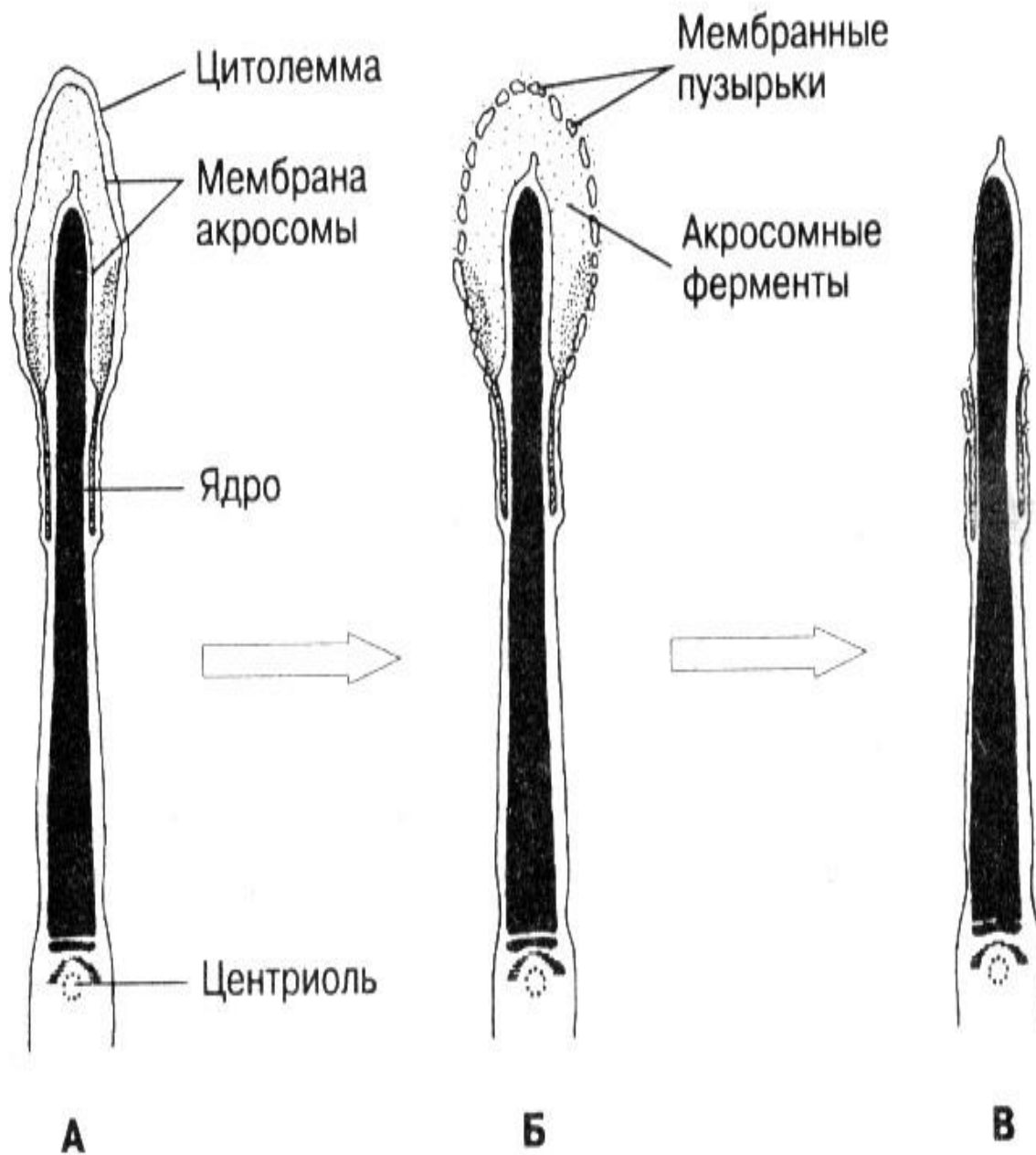
6. Кортикальна реакція – екзоцитоз у перивітеліновий простір ферментів кортикальних гранул, які модифікують хімічний склад прозорої оболонки

Результат – Прозора оболонка стає непроникною для інших сперматозоїдів, що забезпечує **моноспермію**



Оплодотворение (по Вассерману с изменениями).





Акросомная реакция. Последовательные этапы акросомной реакции даны на **А** → **Б** → **В**. Слияние цитолеммы сперматозоида и мембраны акросомы видно на **Б** [из *Janagimachi R, Nada JD, 1970*]

Дроблення

-Це мітотичний поділ без росту і розходження дочірніх клітин.

Особливості дроблення:

1. Повна відсутність G_1 і G_2 – періодів, коротка стадія S і сам мітоз.
2. Дочірні клітини не ростуть.
3. Кінець процесу дроблення – відновлення ядерно-цитоплазматичного співвідношення.

Результат дроблення - утворення **бластули**



Еволюція дроблення (способи дроблення)

1. Повне:

А. Рівномірне (ланцентник).

Б. Нерівномірне (амфібії).

В. Асинхронне (ссавці, людина).

2. Неповне (часткове, меробластичне) – птахи, рептилії.

Бластула – це багатоклітинний одношаровий зародок.

Типи бластул:

А. Целобластула (ланцентник).

Б. Амфібластула (амфібії).

В. Дискобластула (птахи, рептилії).

Г. Бластоциста (ссавці, людина).

Хронологія процесу дроблення у людини

Локалізація процесу – маткова труба, порожнина матки.

Через 30 годин після запліднення – 2 бластомери

40 - 4 бластомери

3 доби - 12- 16 бластомерів (рання морула)

4 доби - 32 бластомера (пізня морула)

5-7 доба - 50-60 бластомерів з'являється

порожнина (вільна бластоциста), завершення дроблення -107 бластомерів, із яких 8 ембріобластів, 22 біля ембріобластів, 69 трофобласт.

Бластоциста

1.Ембріобласт

2.Трофобласт

Імплантація

-проникнення бластоцисти у слизову оболонку матки
(7-8 доба)

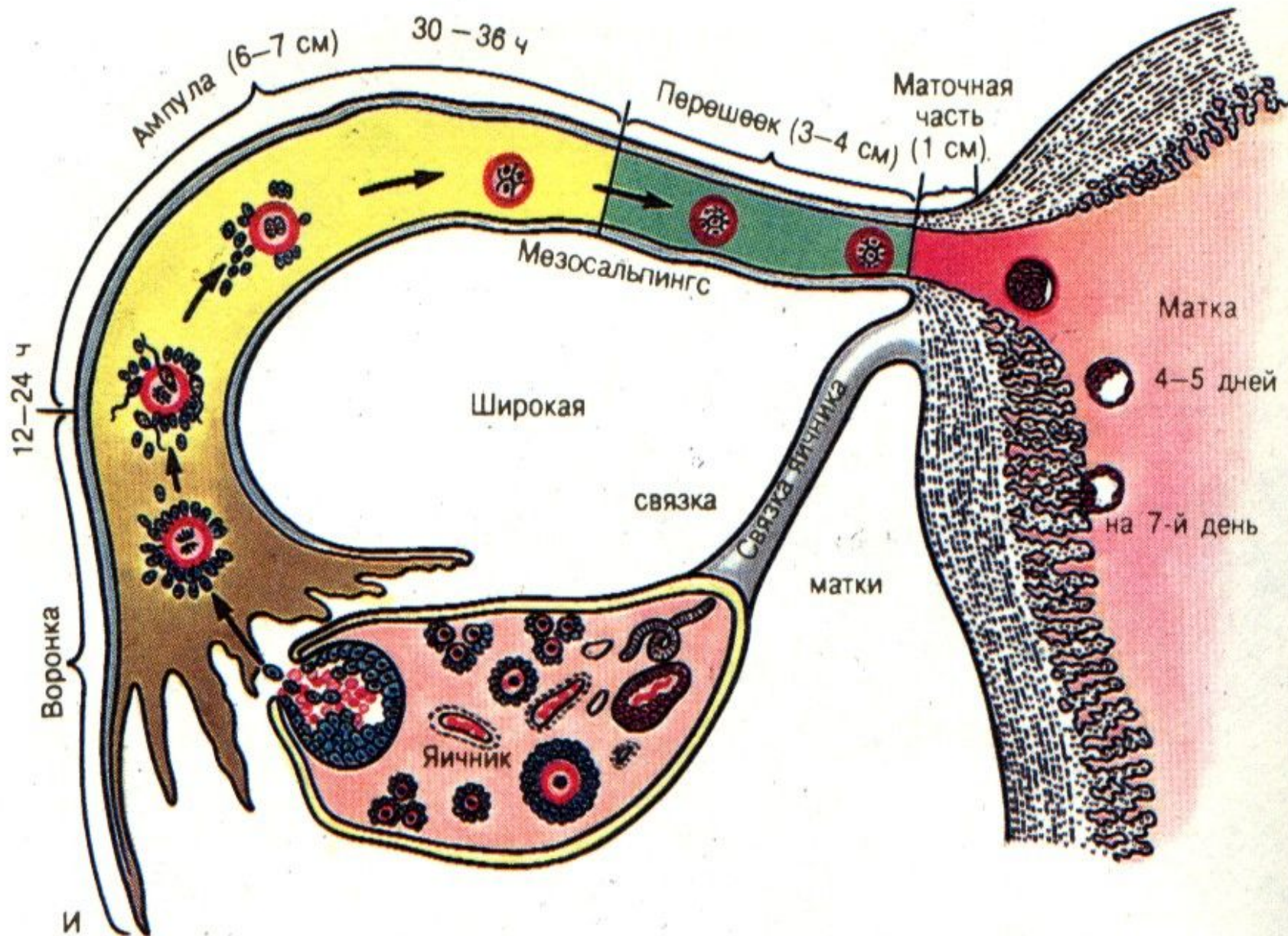
Стадії:

1. **Адгезія** (прилипання)

2. **Інвазія** (проникнення виростів трофобласта шляхом ферментативної руйнації структур ендометрію)

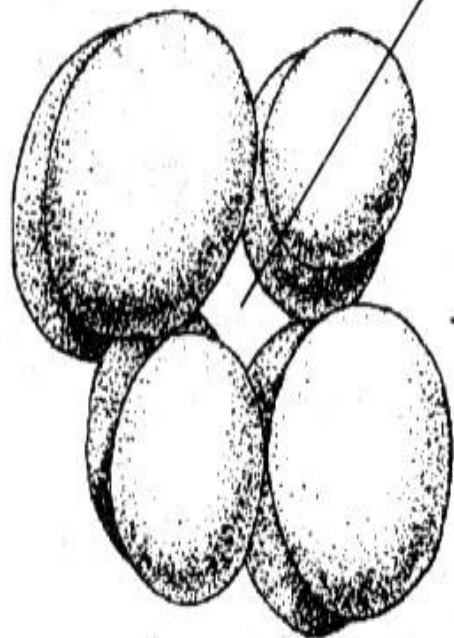
З 7 –ої доби (початок імплантації) і до вступу трофобласта в контакт з материнською кров'ю (кінець 4 –ого тижня) триває **гістіотрофний період ембріогенезу.**

З 2-го по 9-й місяці – **гематотрофний період**



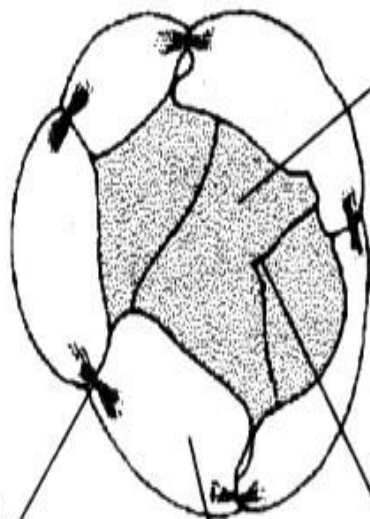
Продолжение.

Ранняя 8-клеточная стадия



Большие
межклеточные
пространства

Морула



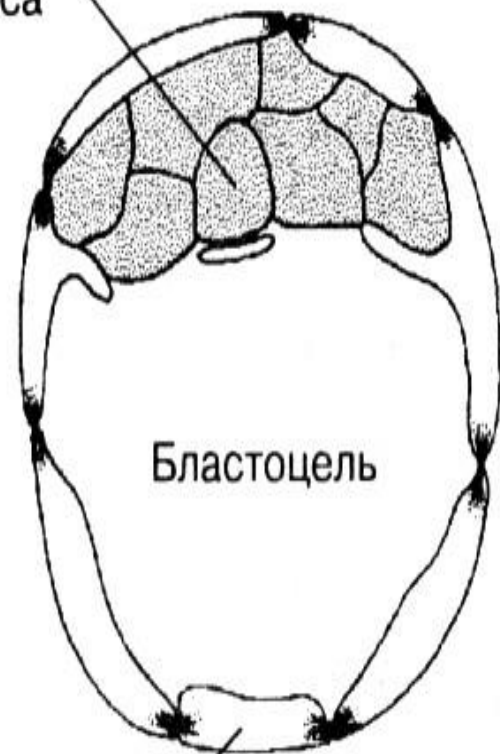
Плотный
контакт

Наружная
клетка

Внутренняя
клетка

Щелевой
контакт

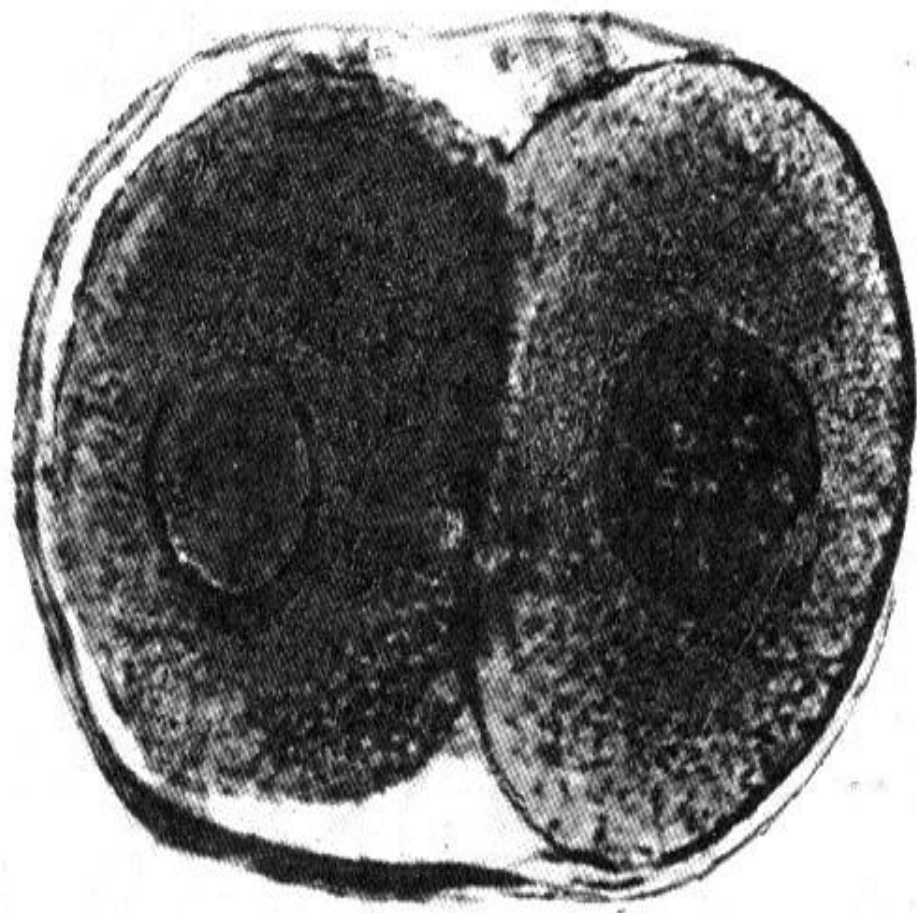
Бластоциста



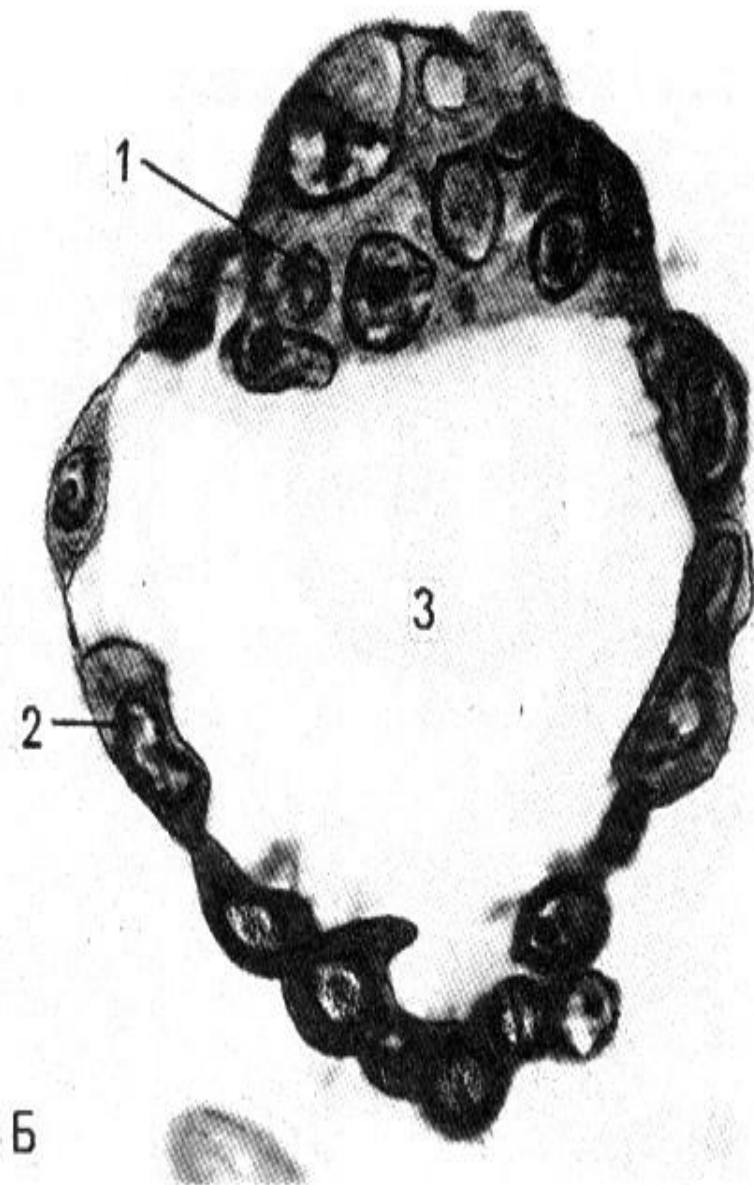
Внутренняя
клеточная
масса

Бластоцель

Клетка трофобласта

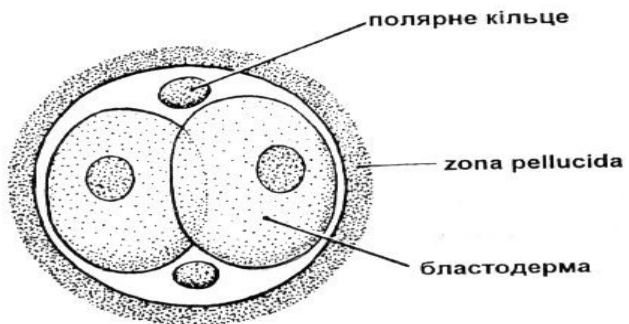


A

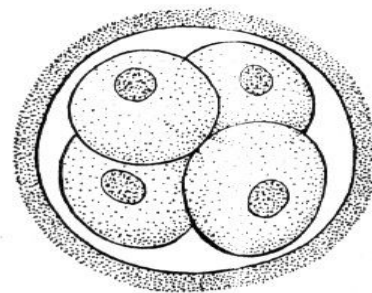


Б

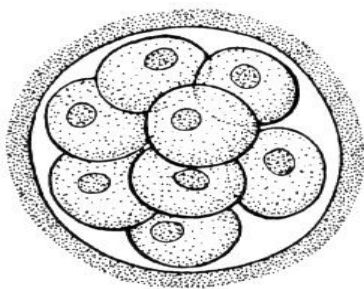
Зародыш человека на ранних стадиях развития (по Гертигу и Рокку).



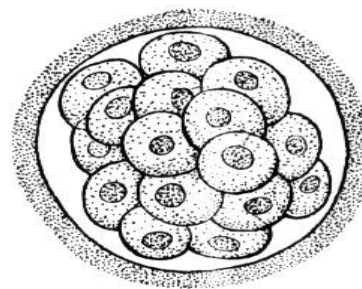
A. стадія двох бластомерів



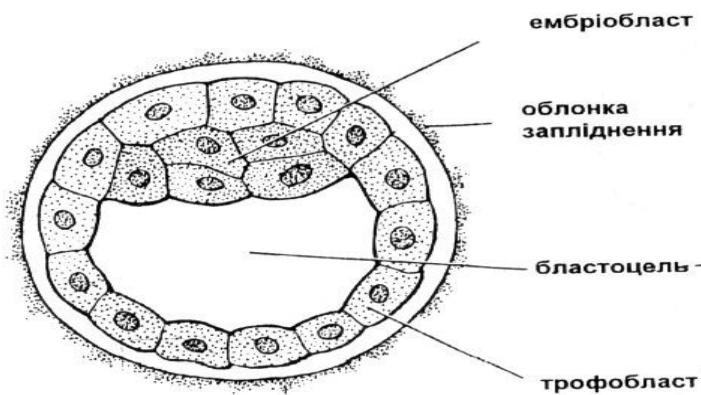
B. стадія чотирьох бластомерів



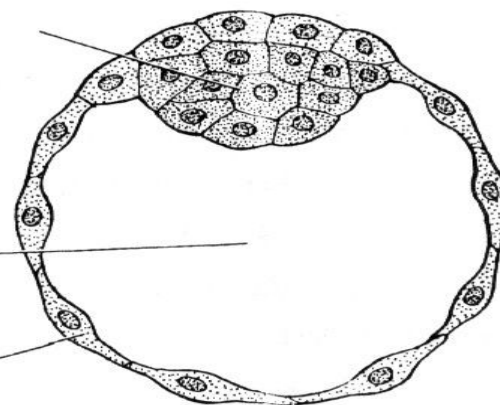
C. стадія восьми бластомерів



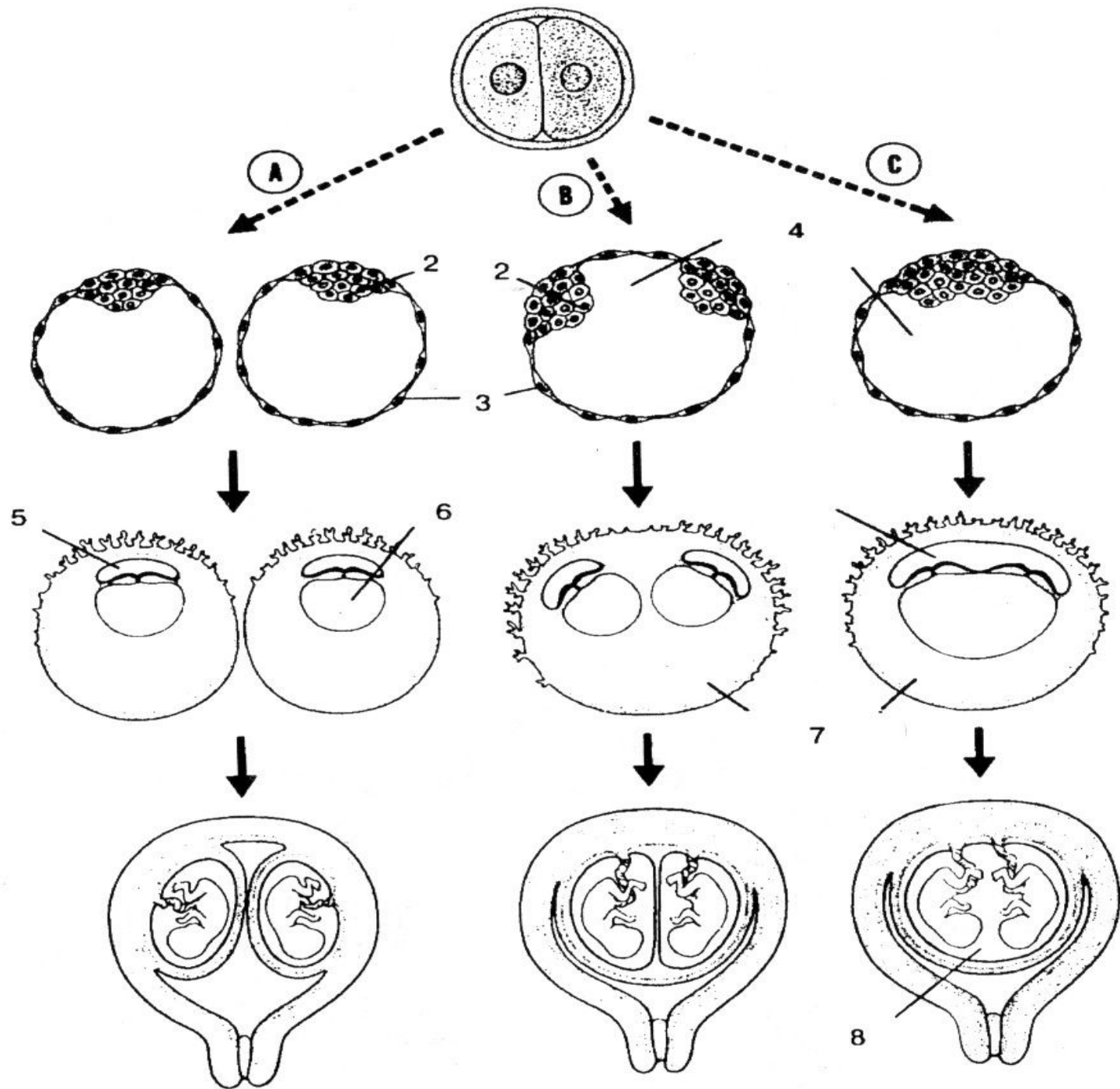
D. морула

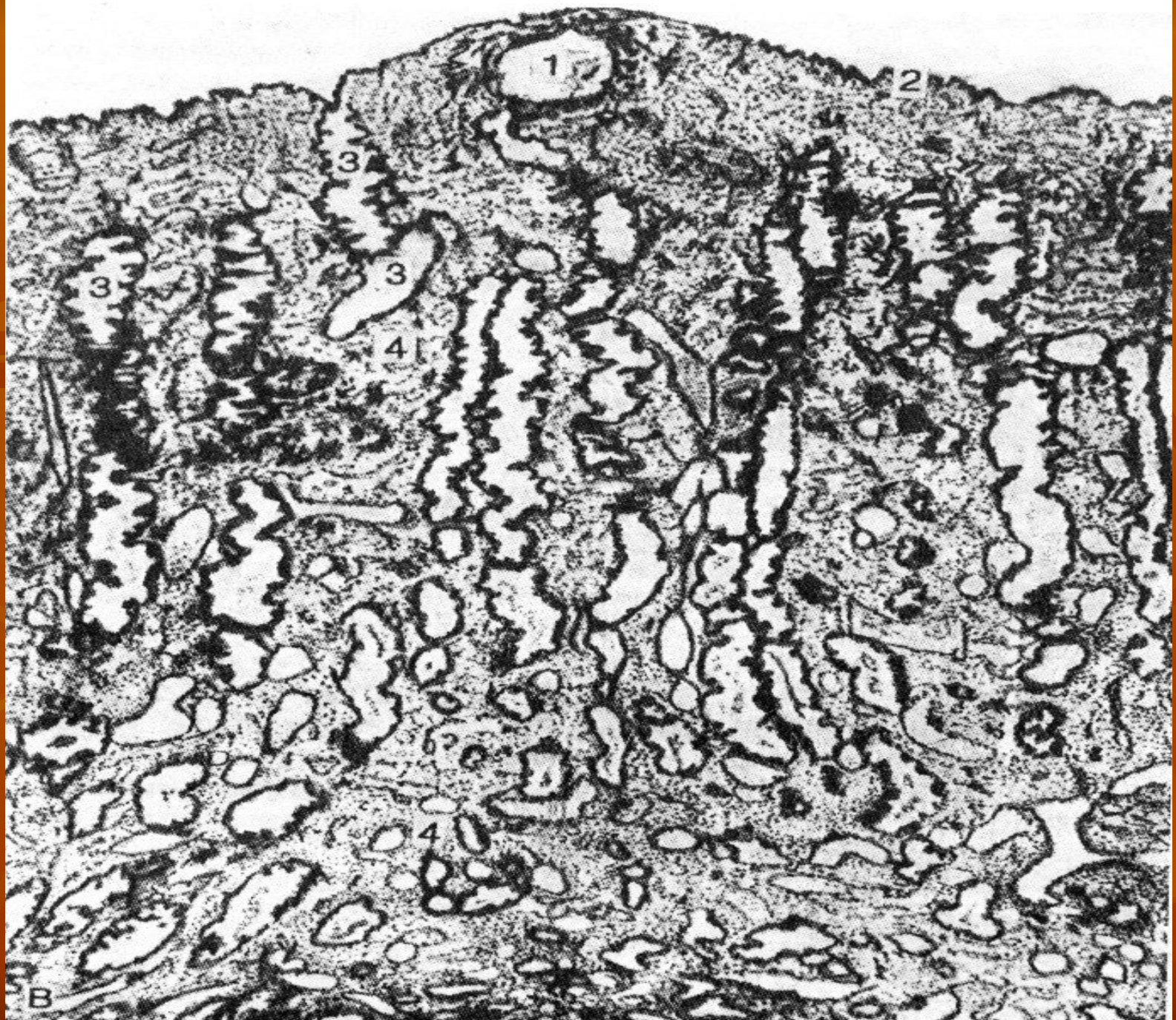


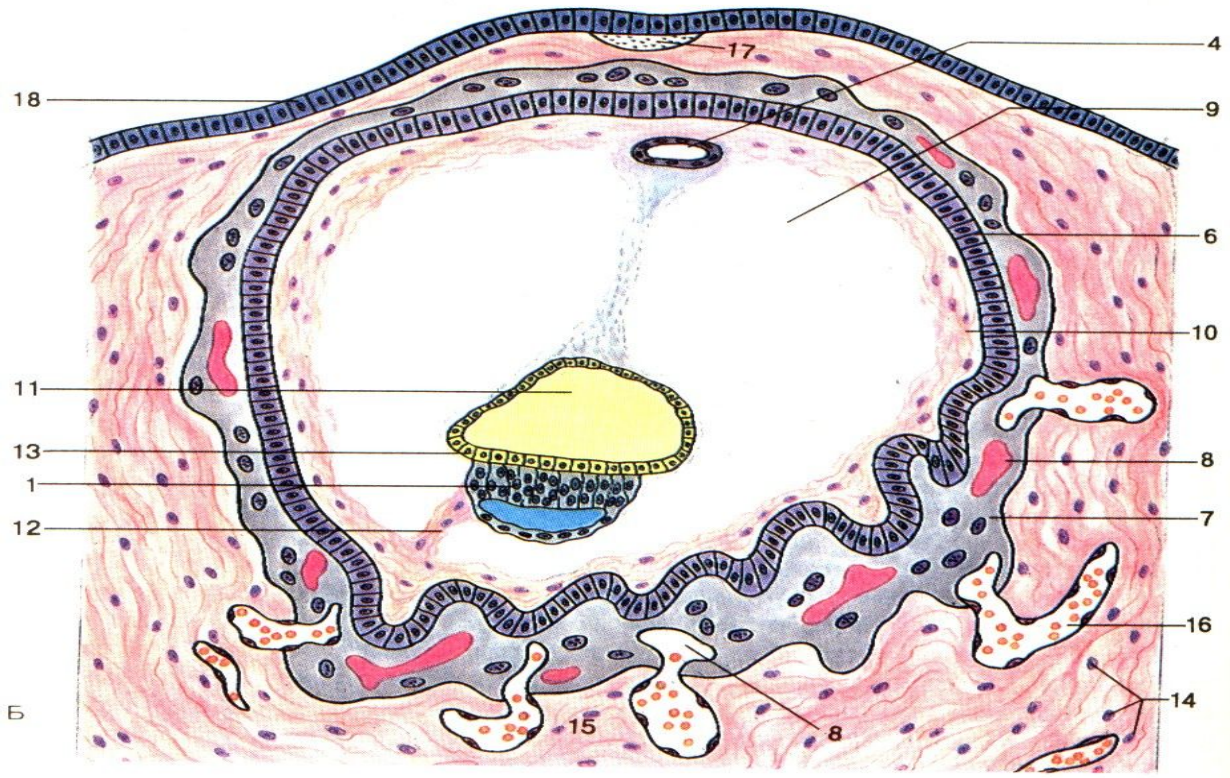
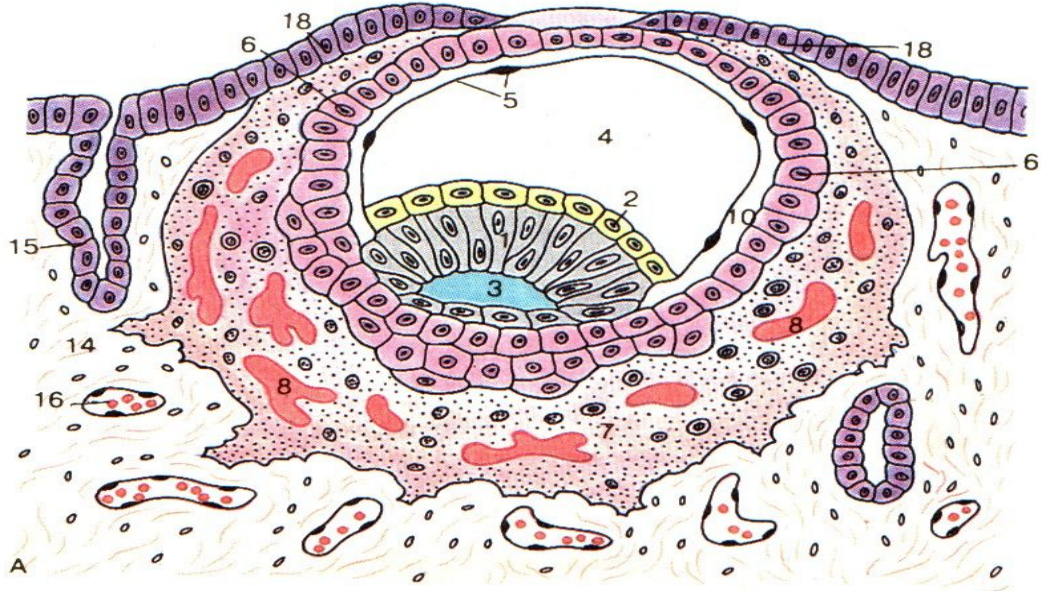
E. рання бластоциста



F. пізня бластоциста







Гастреляція

- 📌 Це утворення зародкових листків.
- 📌 Це перетворення презумптивних зачатків у реальні зародкові листки.

Основні процеси:

1. Перерозподіл клітин зародка шляхом їх переміщення і розділення.
2. Диференціювання клітин, тобто подальше звуження потенцій.

Хронологія процесу:

1. Утворення 2-х зародкових листків.

Еволюція процесу (способи гастреляції):

1. Іміграція (рептилії і птахи).
2. Інвагінація (ланцентник).

3. Епіболія (амфібії)

4. Делямінація (птахи та вищі хребетні, людина)

II. Утворення мезодерми (пізня гастрюляція)

Хронологія гастрюляції у людини

(з 14-ої по 17-у добу)

Передує гастрюляції розділення (делямінація) ембріобласта на 2 шари: **епібласт і гіпобласт.**

14-а доба – утворення на поверхні епібласта **первинної смужки.**

Зародкова ентодерма - утворюється із передньої частини первинної смужки.

Зародкова мезодерма – утворюється із середньої частини первинної смужки.

Позазародкова мезодерма утворюється із каудальної частини первинної смужки.

Хорда- утворюється із клітин епібласта, які знаходяться біля Гензенівського вузлика.

Таким чином: Усі зародкові листки утворюються із епібласта. Шляхом маркірування клітин створена карта презумптивних зачатків в епібласті.

Гісто- і органогенез

Процеси: розмноження, міграція, диференціація, встановлення міжклітинних контактів, загибель клітин (апоптоз).

Стадії:

17-20 доба – пресомітний період

А. Утворення суцільного мезодермального пласта товщиною у декілька клітин

Б. Початкові стадії нейруляції (нервова пластинка, нервова борозна)

20-37 доба – **сомітний період**

А. Нейруляція (завершується утворення нервової трубки на 23 добу).

Стадії: нервова пластинка, нервова борозна, нервові валики, нервові гребені, нервова трубка.

Передній нейропор замикається на 23-26 добу, а задній – на 26-30 добу.

Б. Диференціювання мезодерми

1. Дорсальна мезодерма – на соміти (кожний із яких – на склеротом, міотом, дерматом)

2. Проміжна мезодерма – на нефротомі, або урогенітальні ніжки, або сегментні ніжки.

3. Вентральна мезодерма – на вісцеральний і парієтальний листки (спланхнотом).

4-й тиждень – починається органогенез

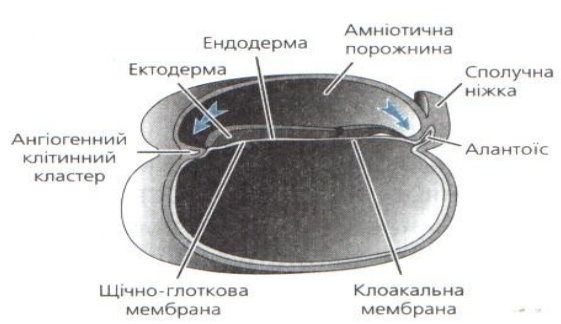
А. Зачатки кінцівок

Б. Зачатки основних систем органів

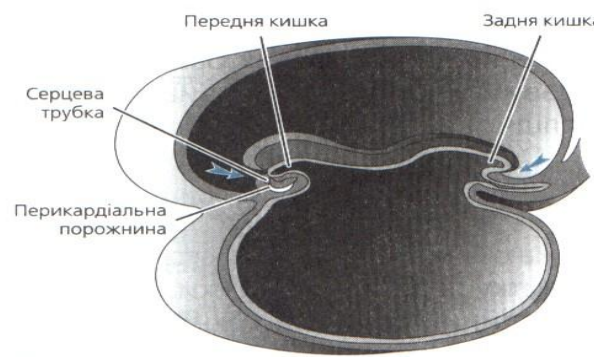
На загальний план тіла впливають:

А. Мезодерма (носій позиційної інформації)

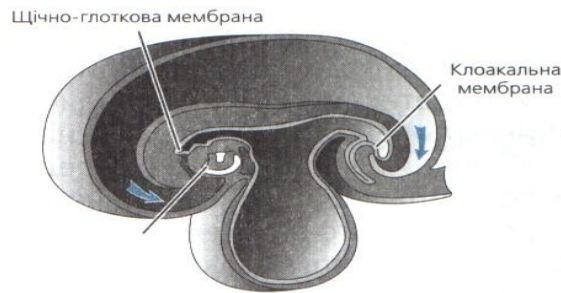
Б. Індукційні взаємодії між клітинами.



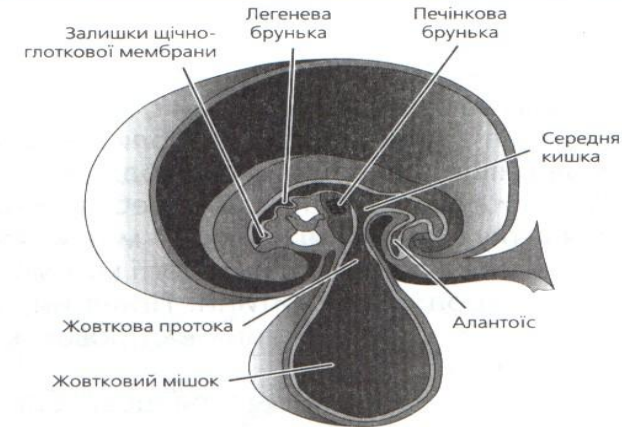
A



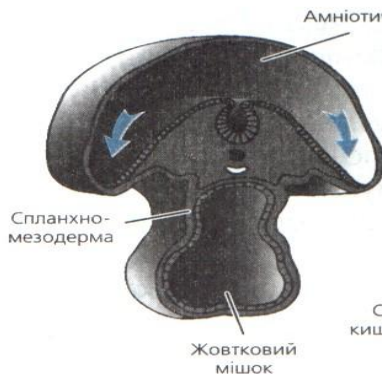
Б



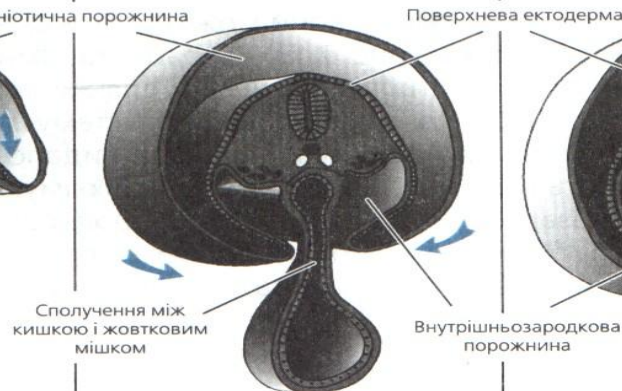
B



Г



D

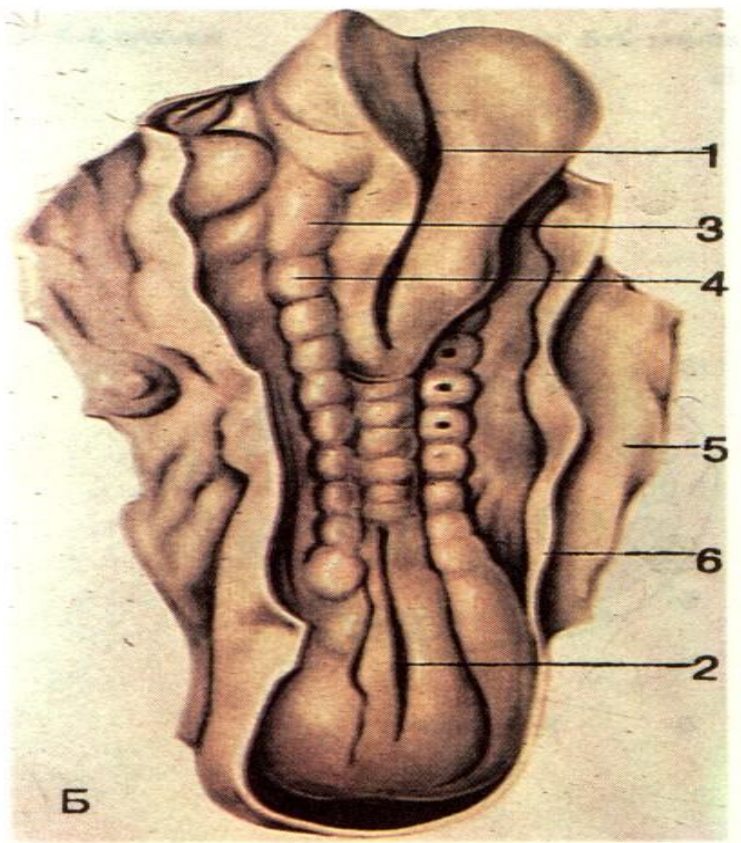
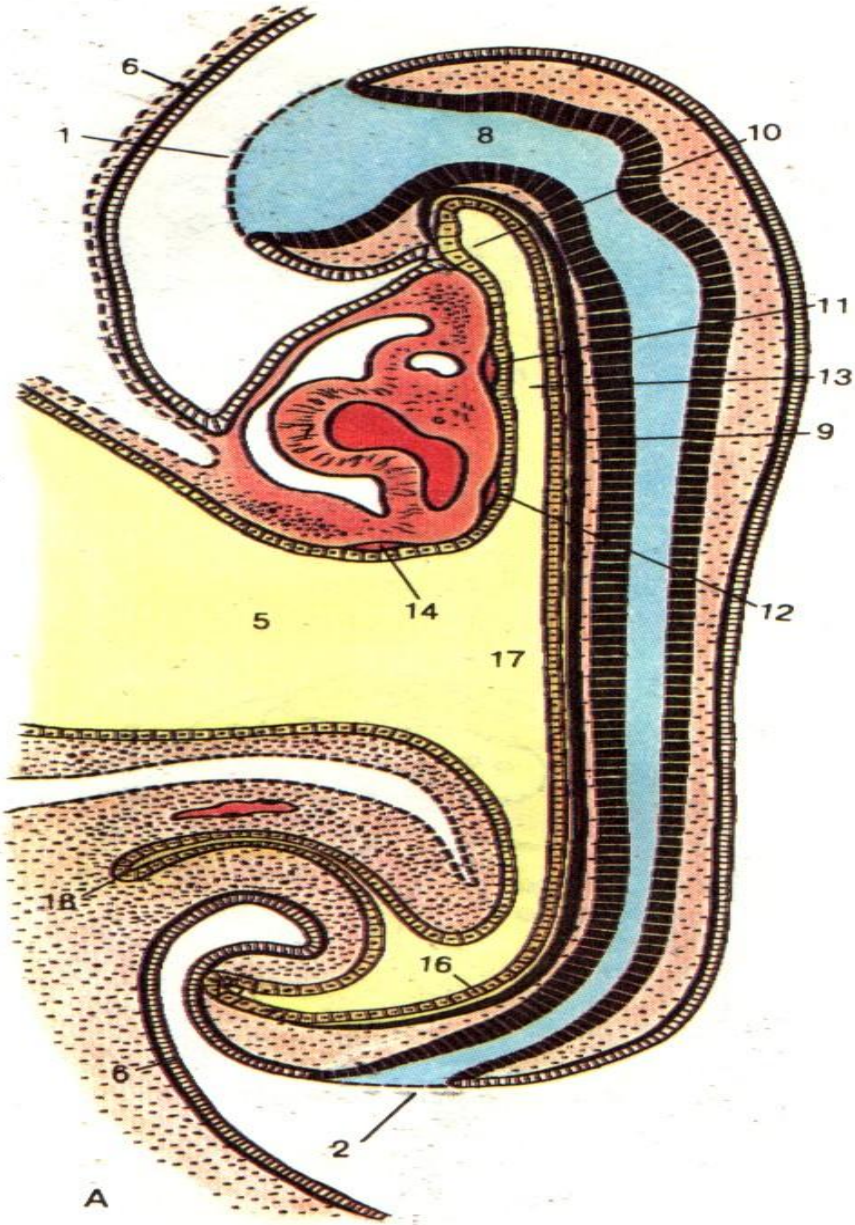


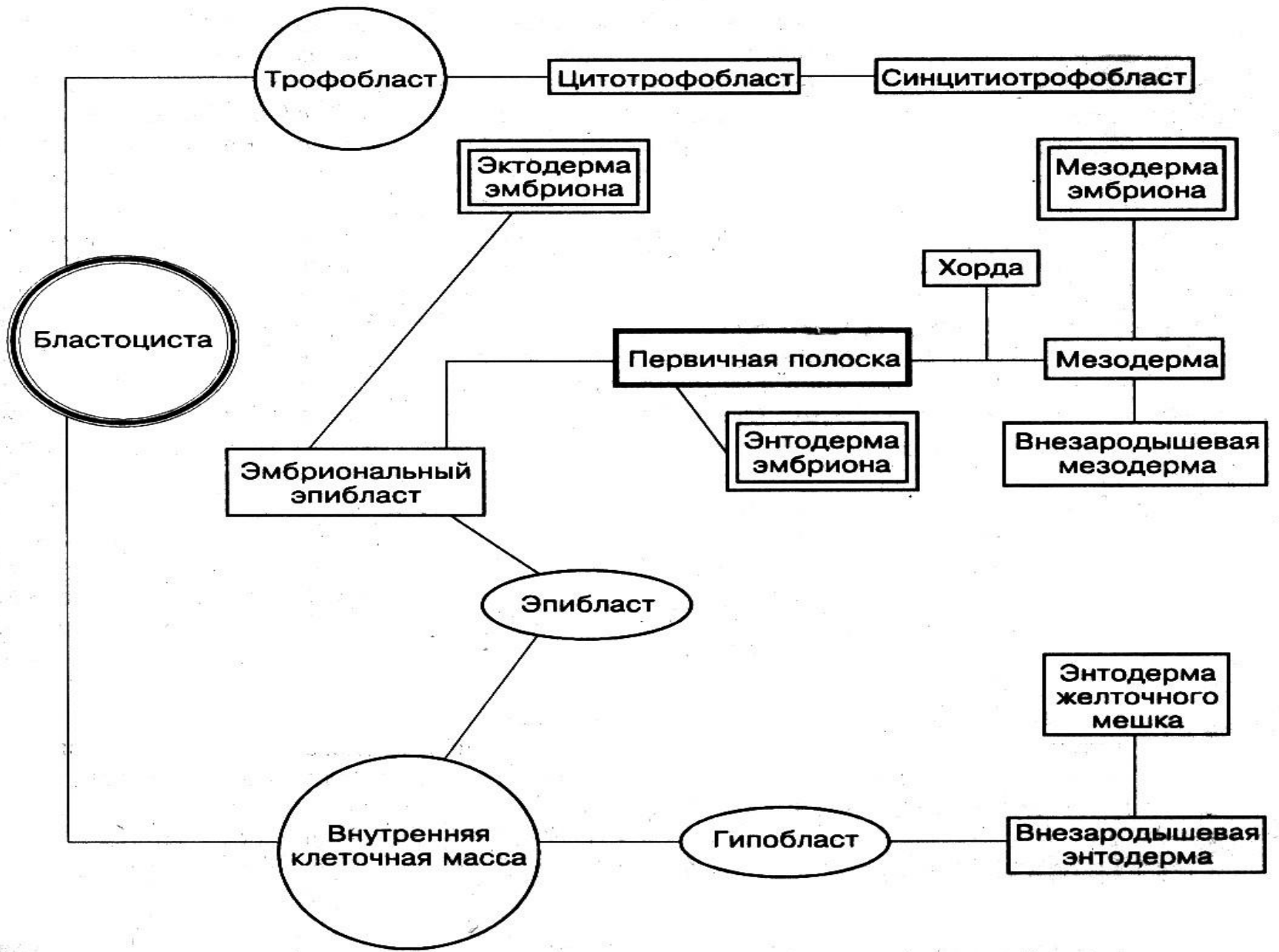
E

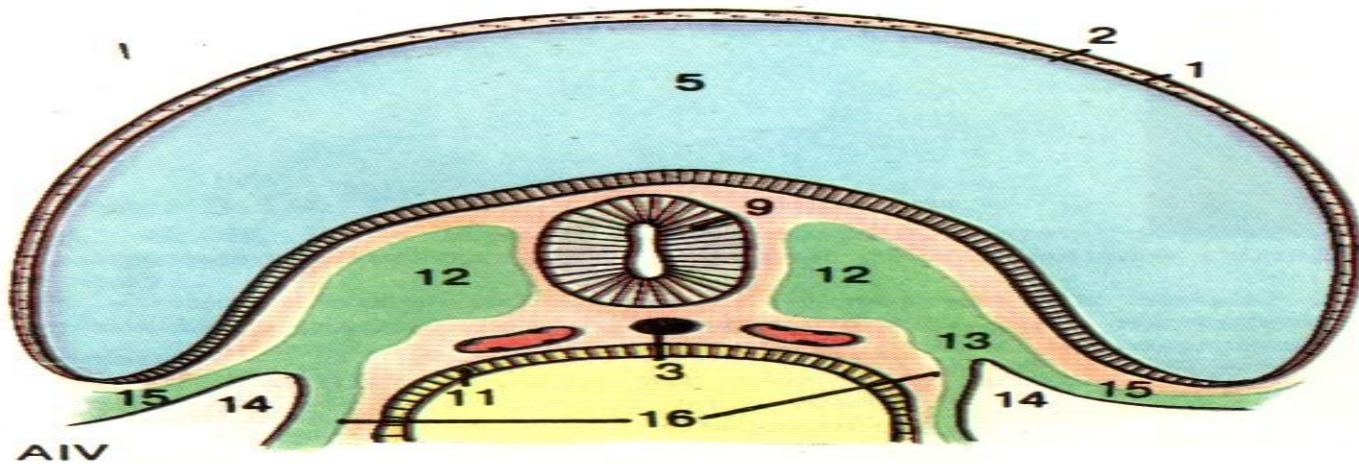
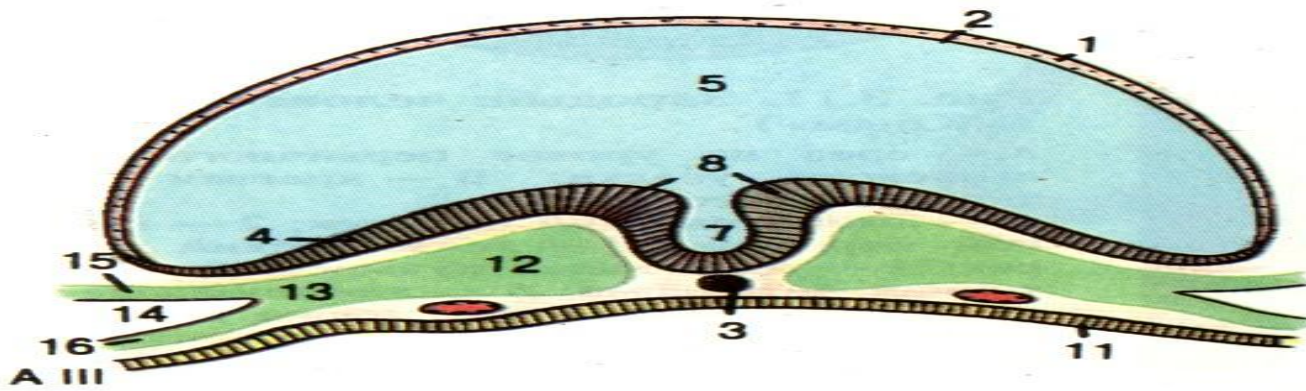
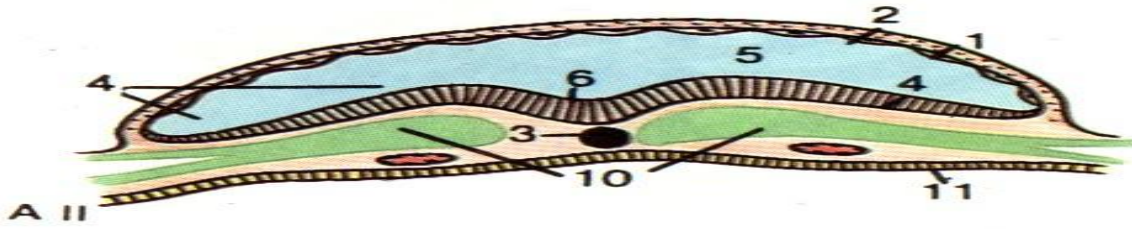
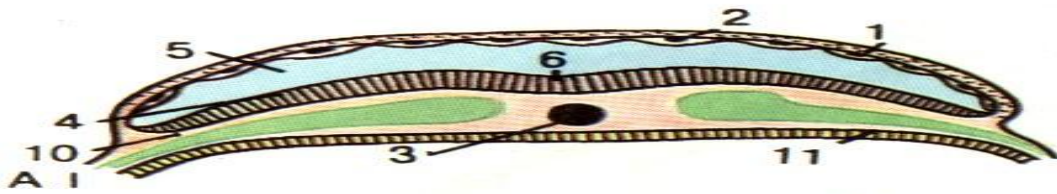


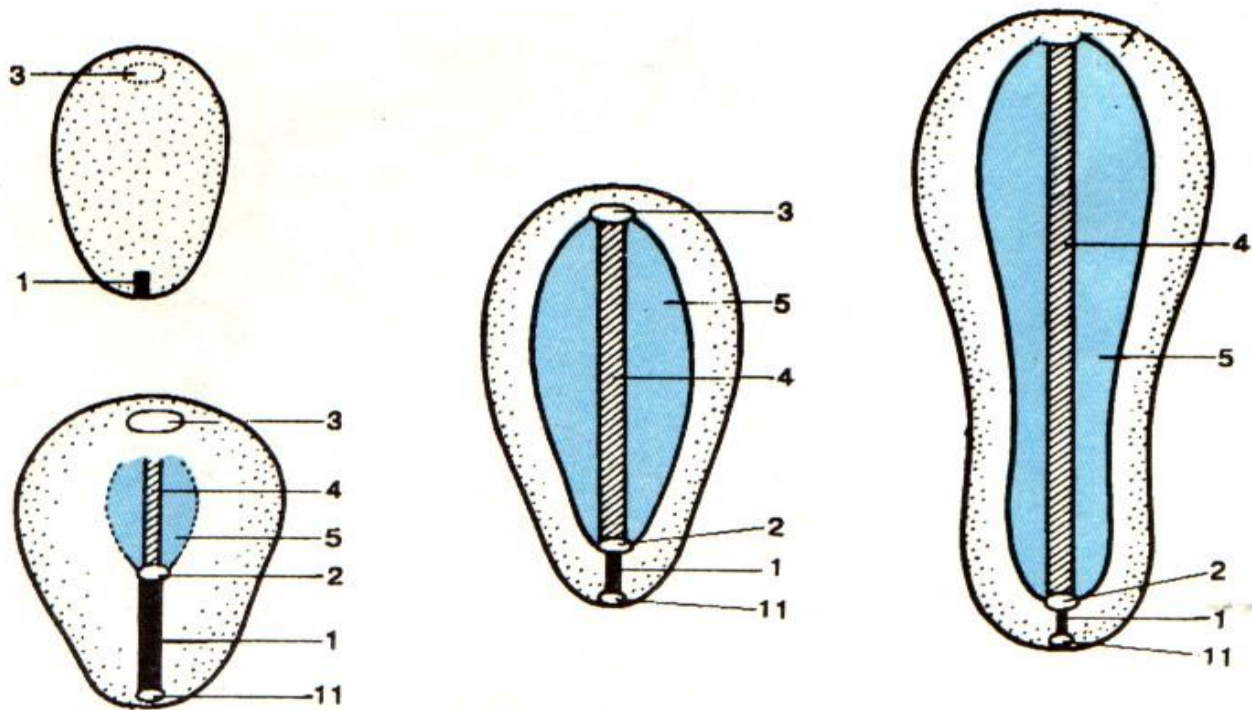
Є

Утворення латеральних складок та порожнин тіла

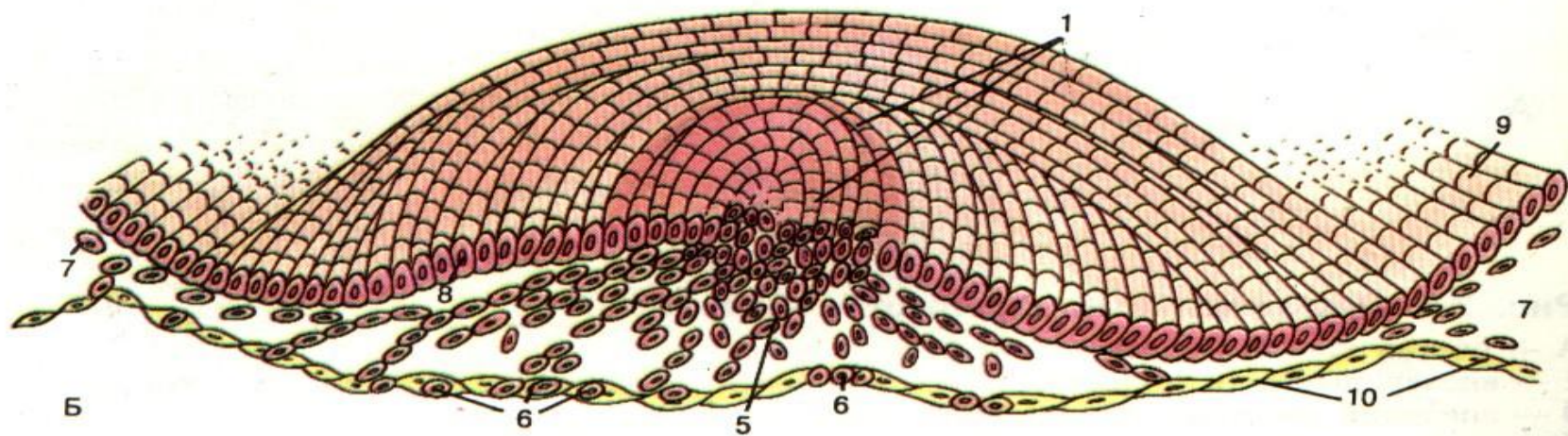




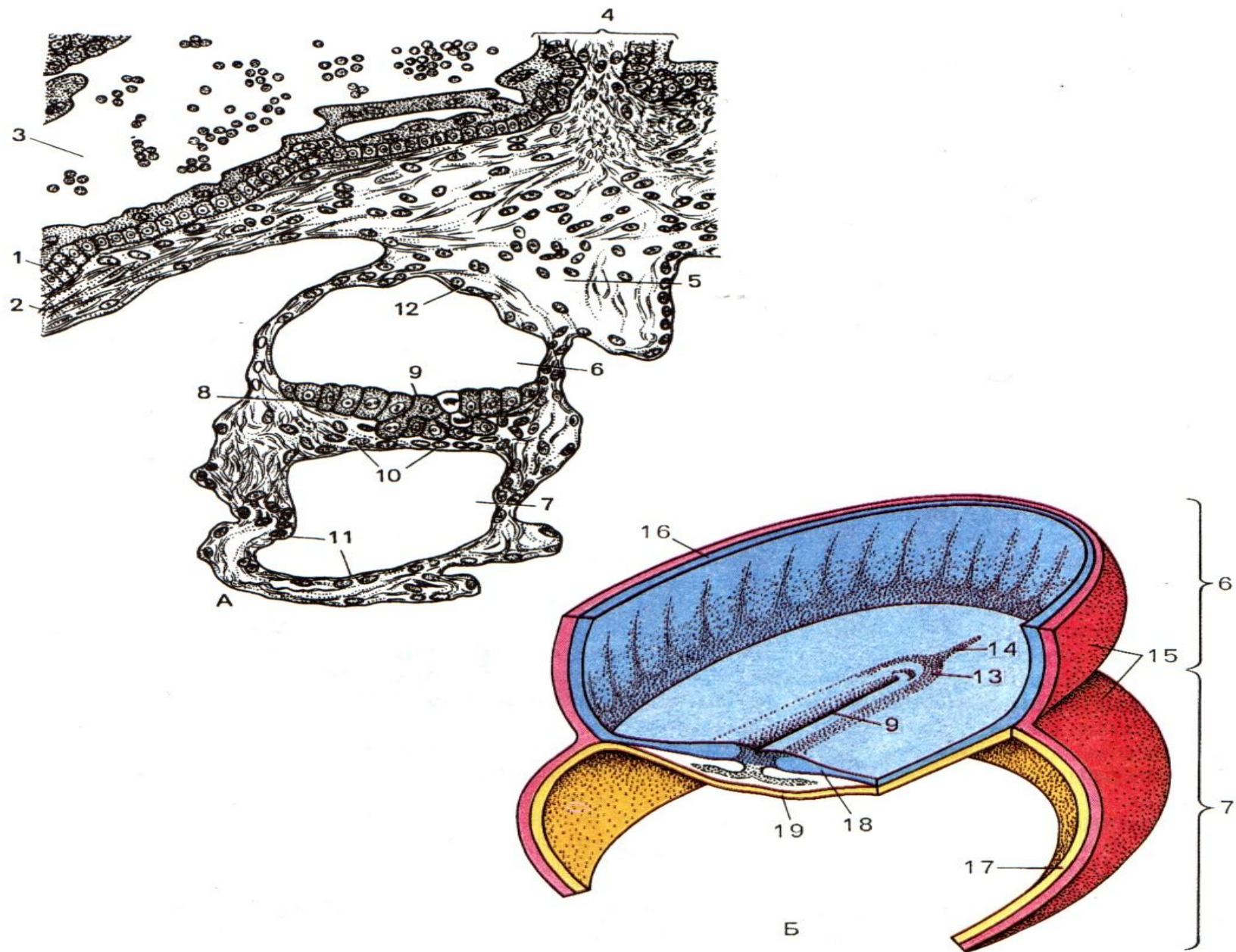




A



B



Строение двухнедельного зародыша человека. Вторая стадия гаструляции

Провізорні органи (позазародкові, тимчасові)

Амніон – розташована навколо плода суцільна оболонка, заповнена рідиною.

Виникнення – шляхом кавітації (розсування клітин зародкового вузлика).

Стінка амніотичного мішка:

А. Позазародкова ектодерма → епітелій(призматичний і кубічний).

Б.Позазародкова мезодерма → сполучна тканина

Функції амніона:

А. Продукція навколоплідних вод (призматичний епітелій).

Б. Резорбція навколоплідних вод (кубічний епітелій).

В. Амортизація плода (захист при струсах).

- Г. Захист від патогенних чинників (антитіла, які продукують клітини сполучної тканини).
- Д. Підтримання сталості внутрішнього середовища,
- Е. Забезпечення рухів плода.
- Є. Незлипання плода із навколишніми тканинами.

Жовтковий мішок

Стінка:

- А. Гіпобласт → епітелій.
- Б. Позазародкова мезодерма → сполучна тканина

Функції:

- А. Кровотворна (до 7-го тижня, сполучна тканина).
- Б. Джерело статевих клітин (епітелій).

Алантоїс

-Пальцеподібний виріст вентральної стінки каудальної кишки.

Функції: живлення, газообмін, виділення (до 2-го місяця ембріогенезу, тобто до утворення плаценти). Участь у формуванні судинної сітки плаценти.

Плацента

А. Материнська – базальна частина децидуальної оболонки ендометрія.

Б. Плодова частина – ворсинчастий хоріон.

Утворення хоріона

Стадії:

А. Передворсинчаста (7-8 день)- із цито- і симпластотрофобласта

Б. Період утворення ворсинок (до 50-го дня):

Первинні ворсинки (цито- і симпластотрофобласт), вторинні ворсинки (на 12-13 день із трофобласта і позазародкової мезодерми), третинні (на 3-му тижні -трофобласт, сполучна тканина і кровоносні судини)

З 3-го по 6-й тиждень – період плацентації.

На 10 тижні завершується васкуляризація ворсинок, формується лисий хоріон.

В. Період котиледонів.

До 4-го місяця сформовано 10-12 великих , 40-50 дрібних і до 150 рудиментарних котиледонів.

Котиледон – структурно-функціональна одиниця плаценти (стовбура ворсинка і її розгалуження).

Лакуни материнської крові містять 150 мл материнської крові, яка повністю замінюється 3-4 рази за 1 хвилину. Загальна площа ворсинок досягає 14м^2

Децидуальна оболонка

(відпадна оболонка ендометрія, утворюється у кінці 2-го тижня).

А. Базальна частина (входить до складу плаценти, контактує з ворсинчастим хоріоном).

Б. Капсулярна частина (контактує з лисим хоріоном, на 16 тижні зростається з пристінковою).

В. Пристінкова частина (не контактує з хоріоном).

Функції плаценти:

А. Обмін газами між організмом матері і плода

Б. Транспорт материнських антитіл.

В. Ендокринна функція: хоріонічний гонадотропін, прогестерон, трансферрин, пролактин, релаксин, фактор росту фібробластів.

Г. Детоксикація лікарських препаратів.

Плацентарний бар'єр

Компоненти: синцитіотрофобласт, цитотрофобласт, базальна мембрана трофобласта, сполучна тканина ворсинок, базальна мембрана у стінці капіляра плода, ендотелі капіляра плода.

Зріла плацента – 25 см у діаметрі, маса – 500-600г.

Критичні періоди онтогенезу

(найбільш лабільні періоди до різних впливів)

А. Гаметогенез

Б. Запліднення

В. Імплантація

Г. Розвиток осьових зачатків органів і розвиток плаценти (3-8 тиждень).

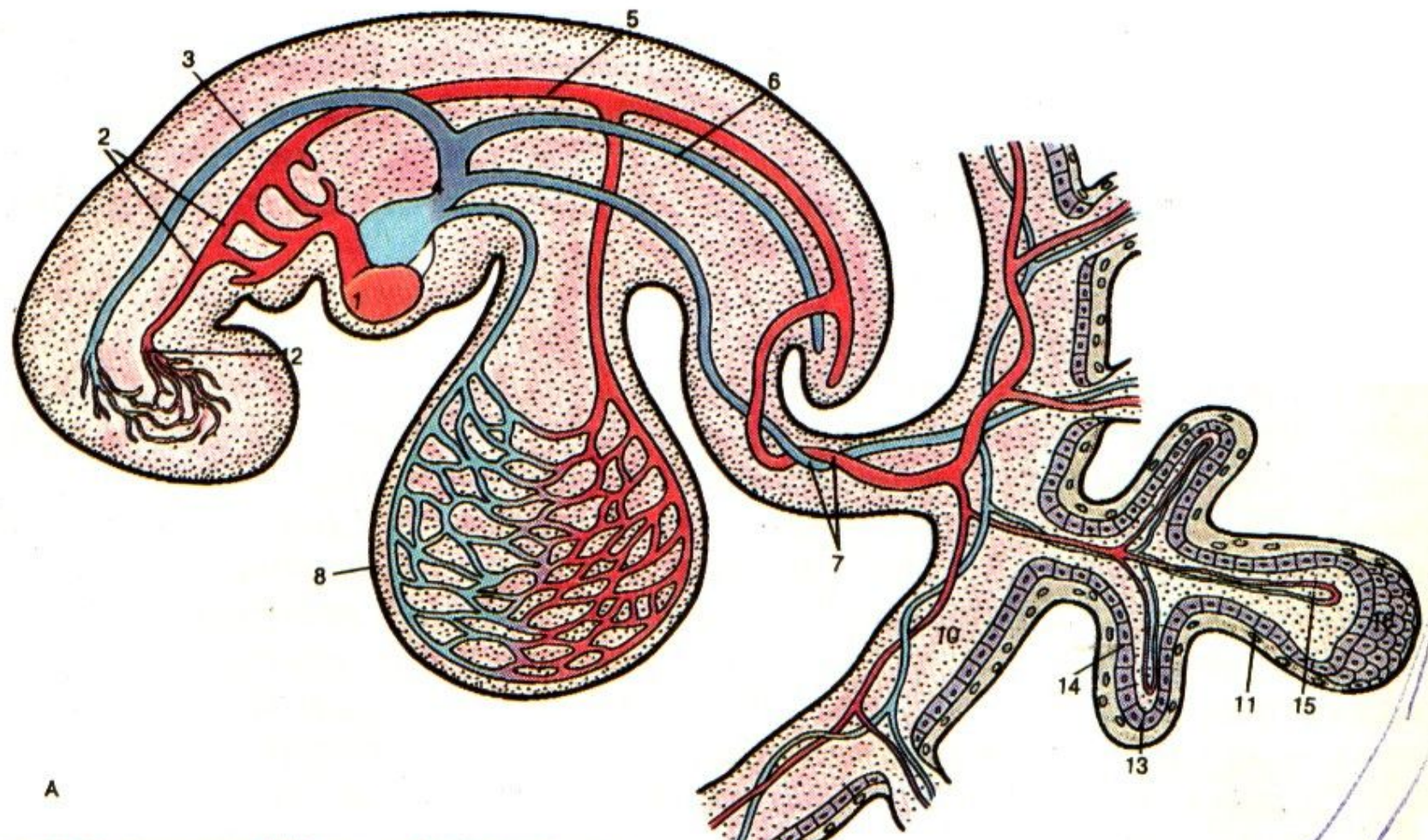
Д. Період посиленого росту головного мозку (15-20 тиждень)

Е. Період формування основних систем організму (20-24 тиждень).

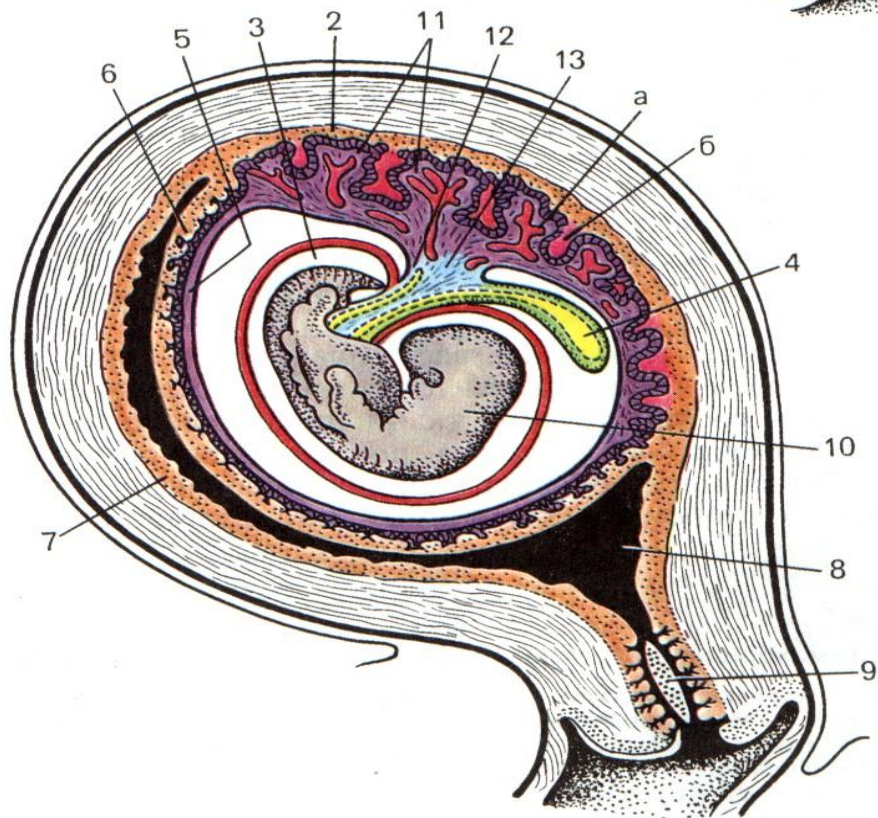
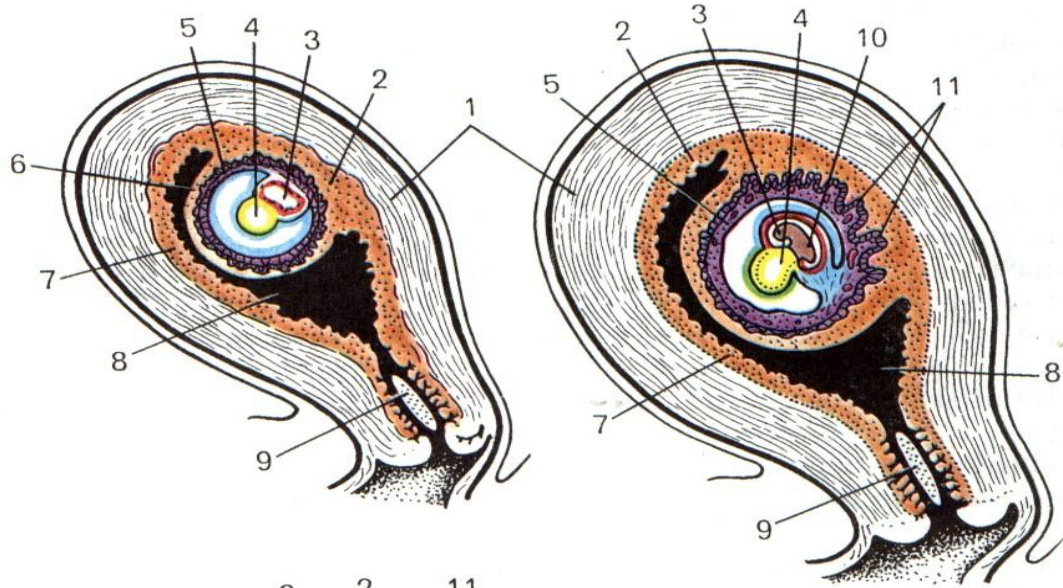
Е. Період пологів.

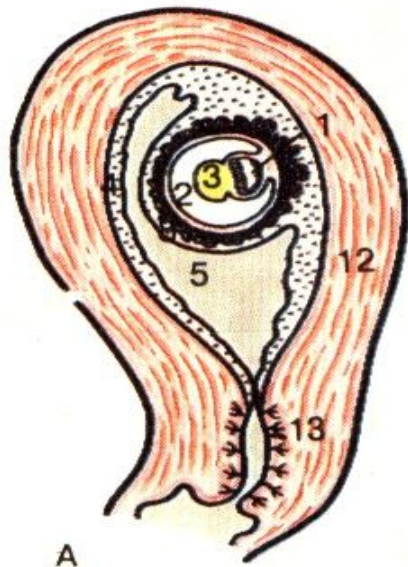
Ж. 1-й рік життя.

З. Період статевого дозрівання.

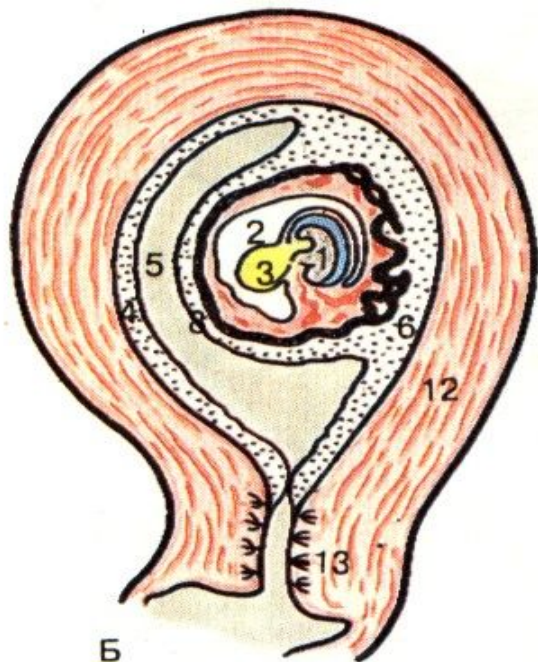


A

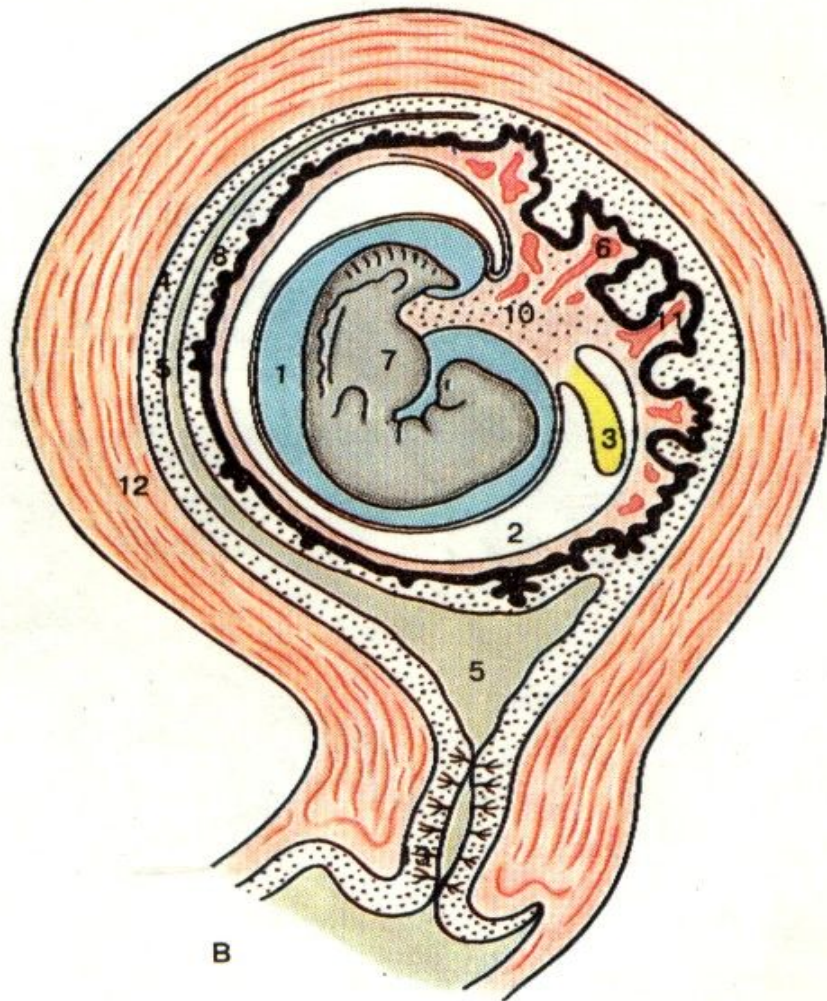




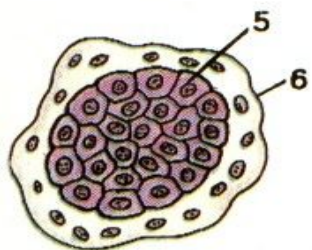
A



Б

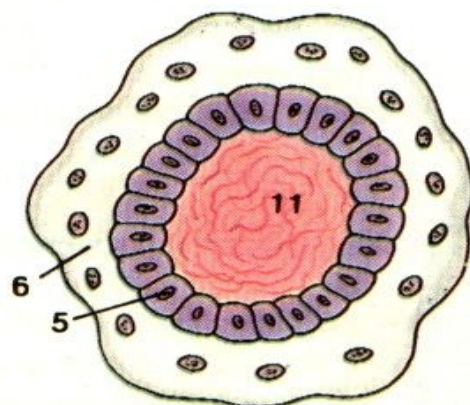


B



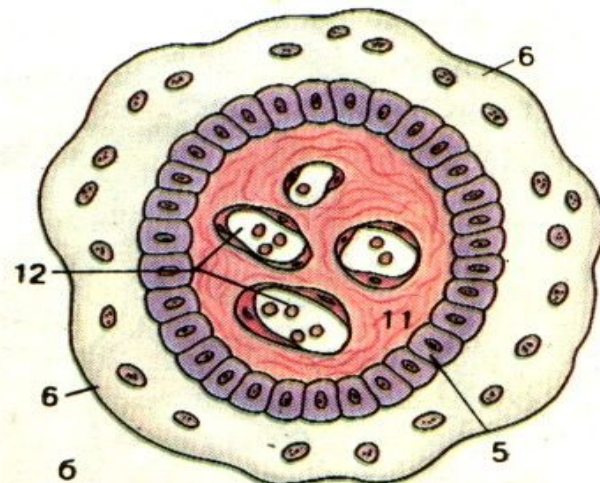
конец 2-й недели

Б

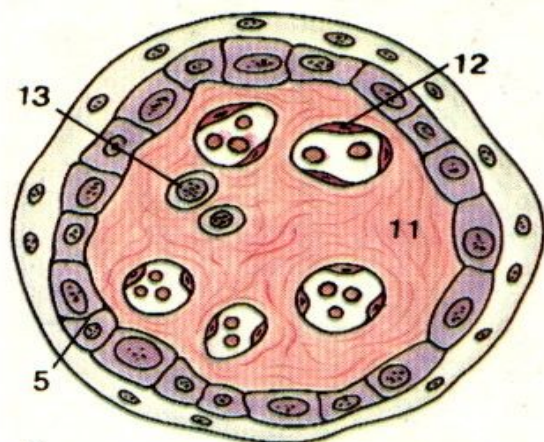


а

начало 3-й недели

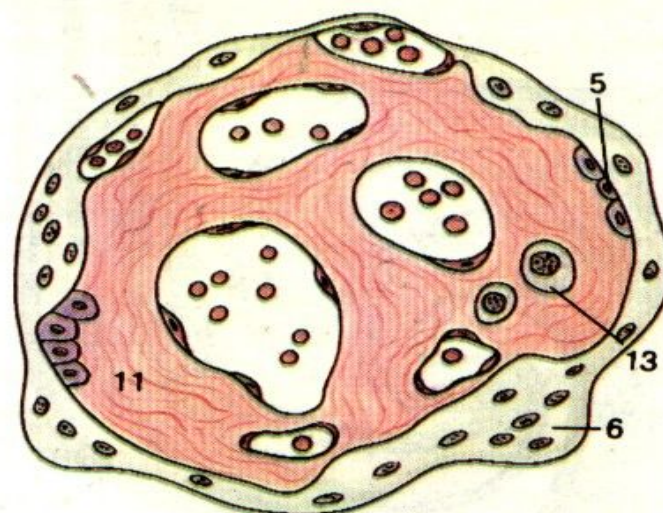


конец 3-й недели

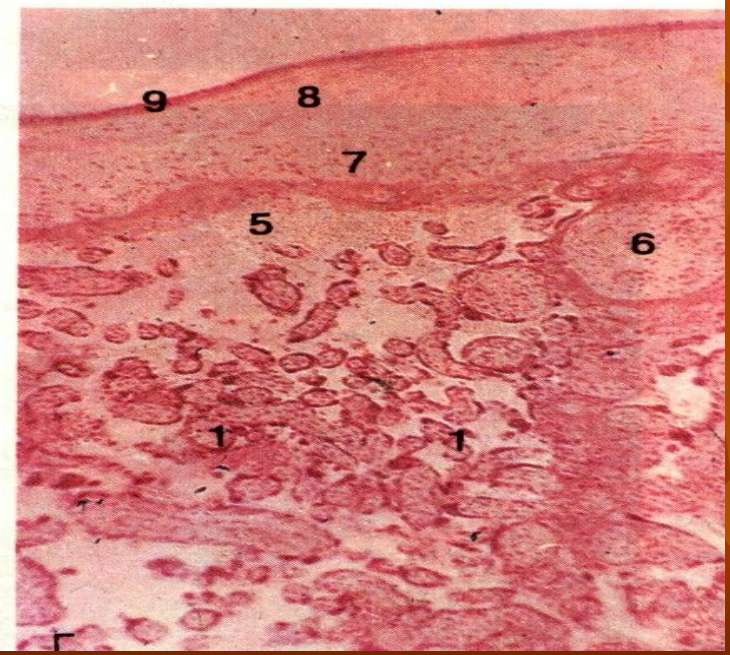
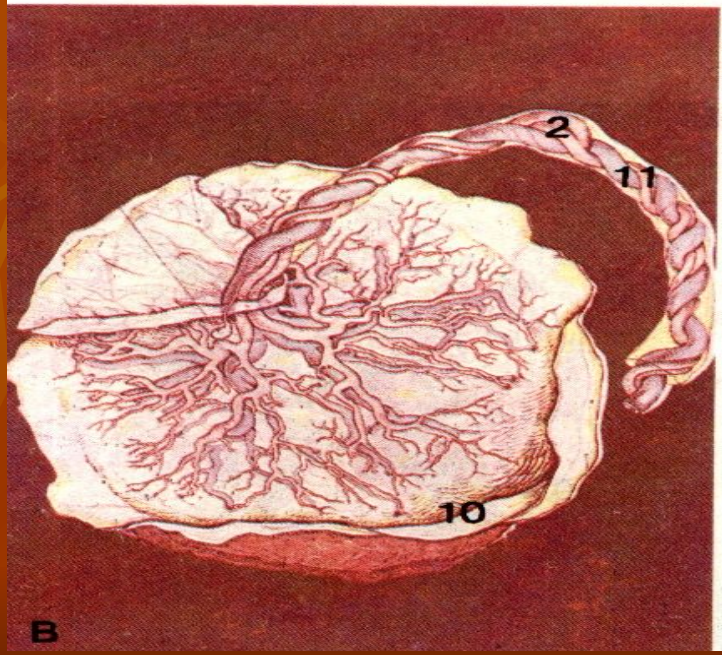
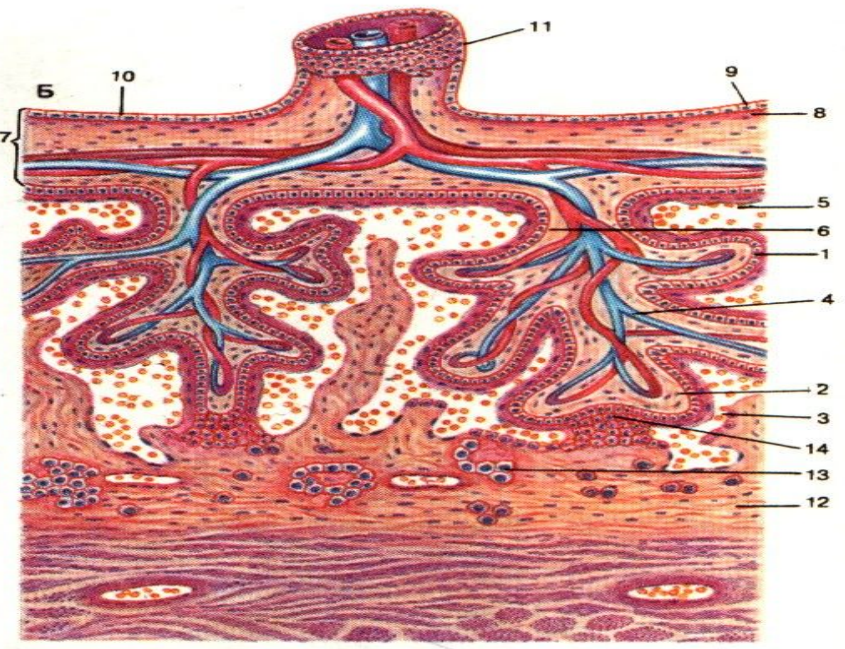
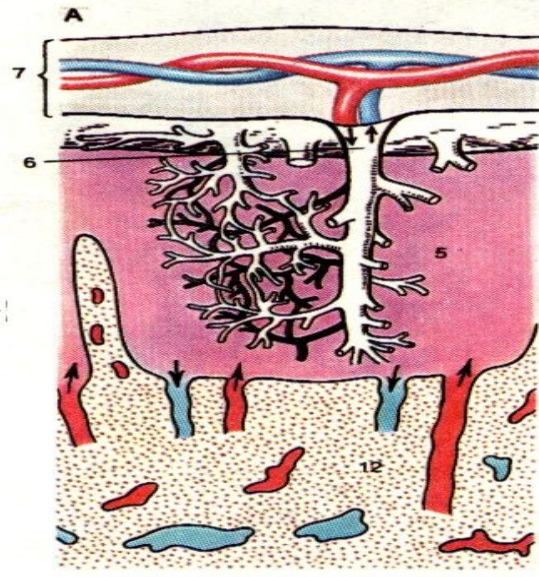


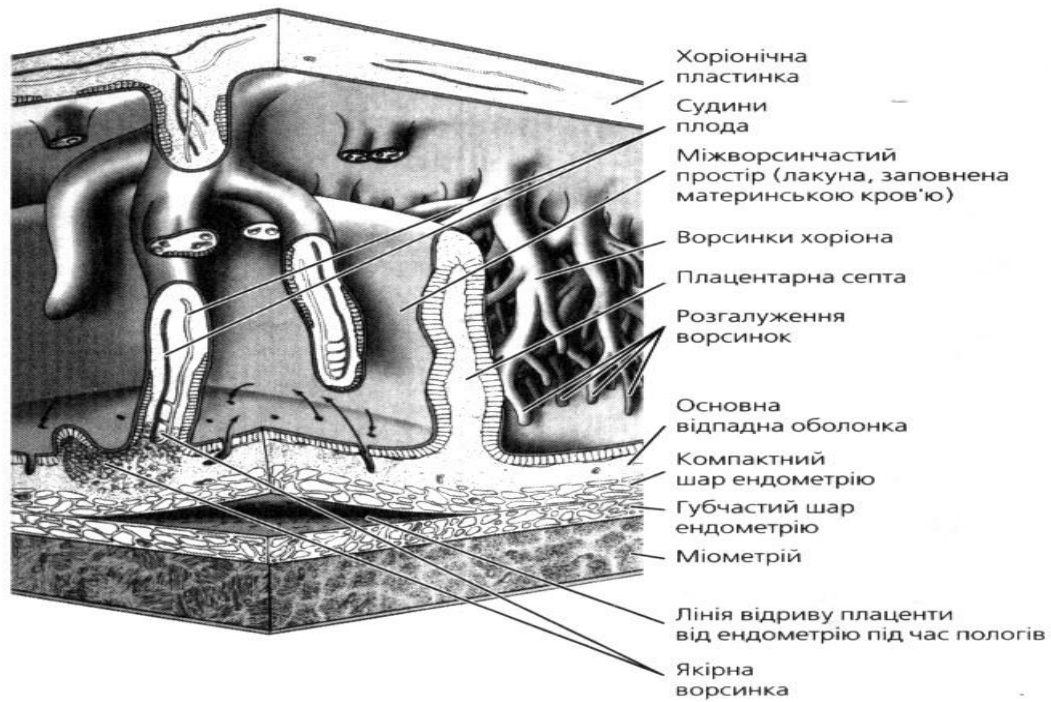
в

Б 3-й месяц



2-я половина беременности

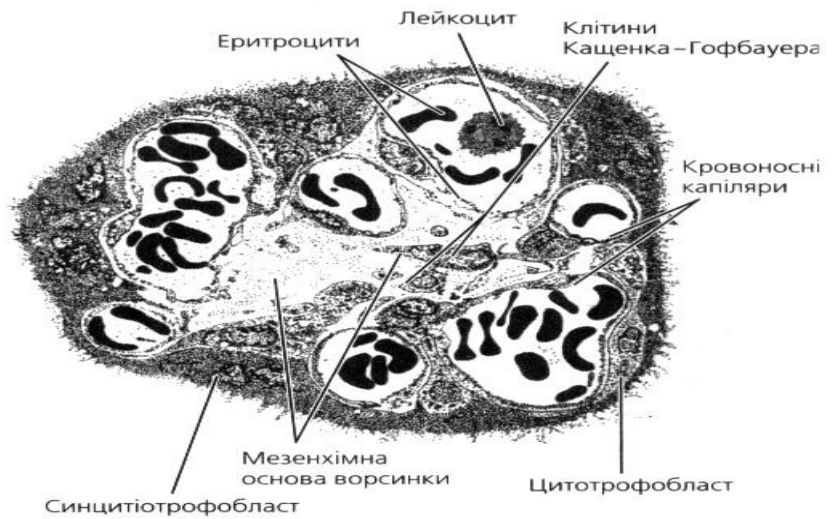




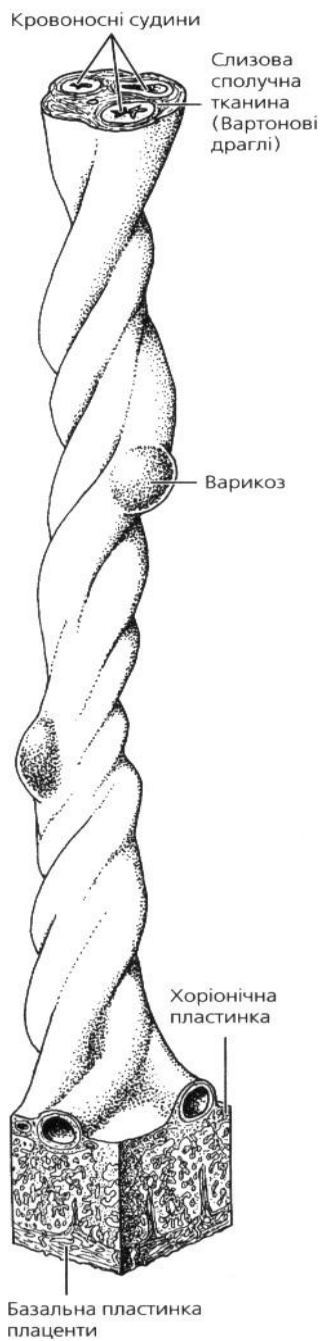
A



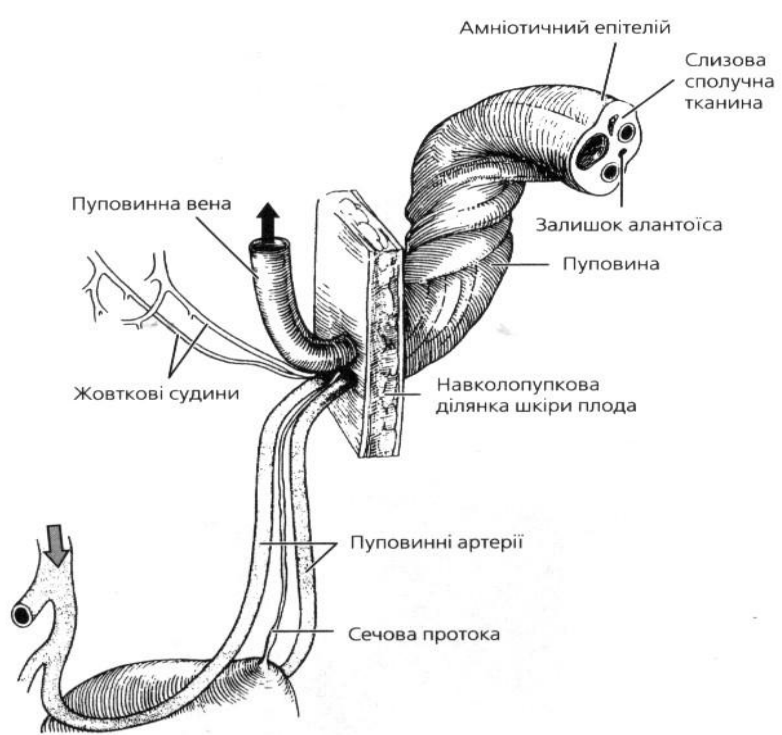
Б



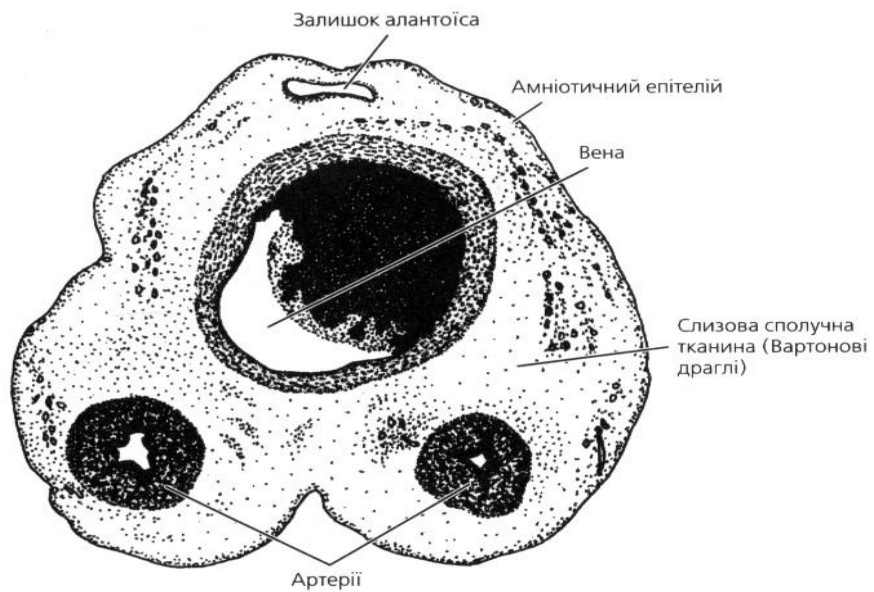
В



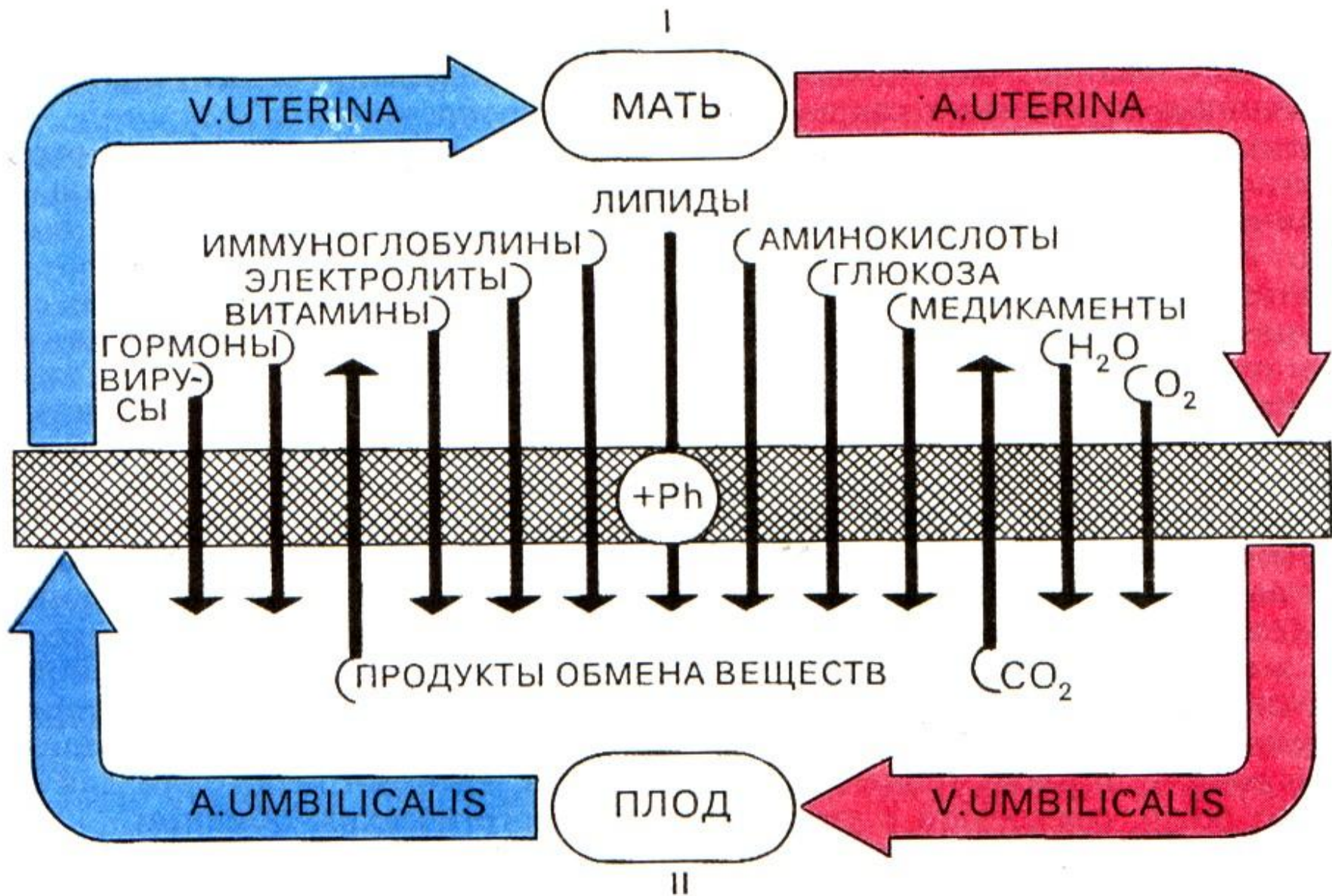
A



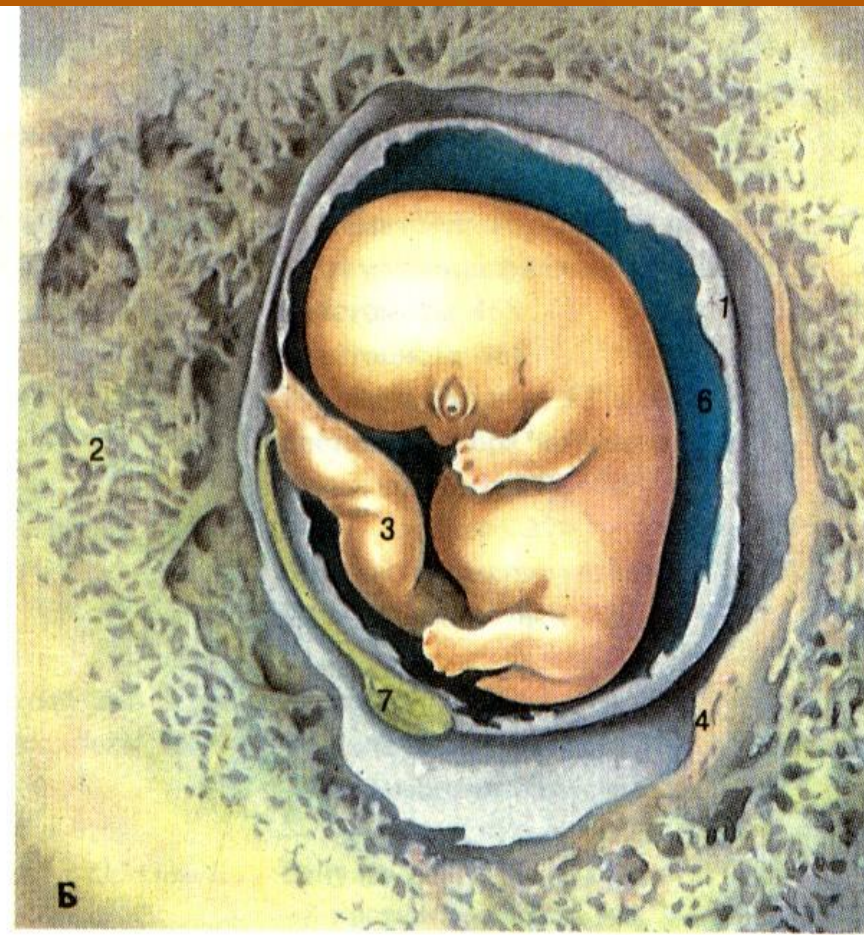
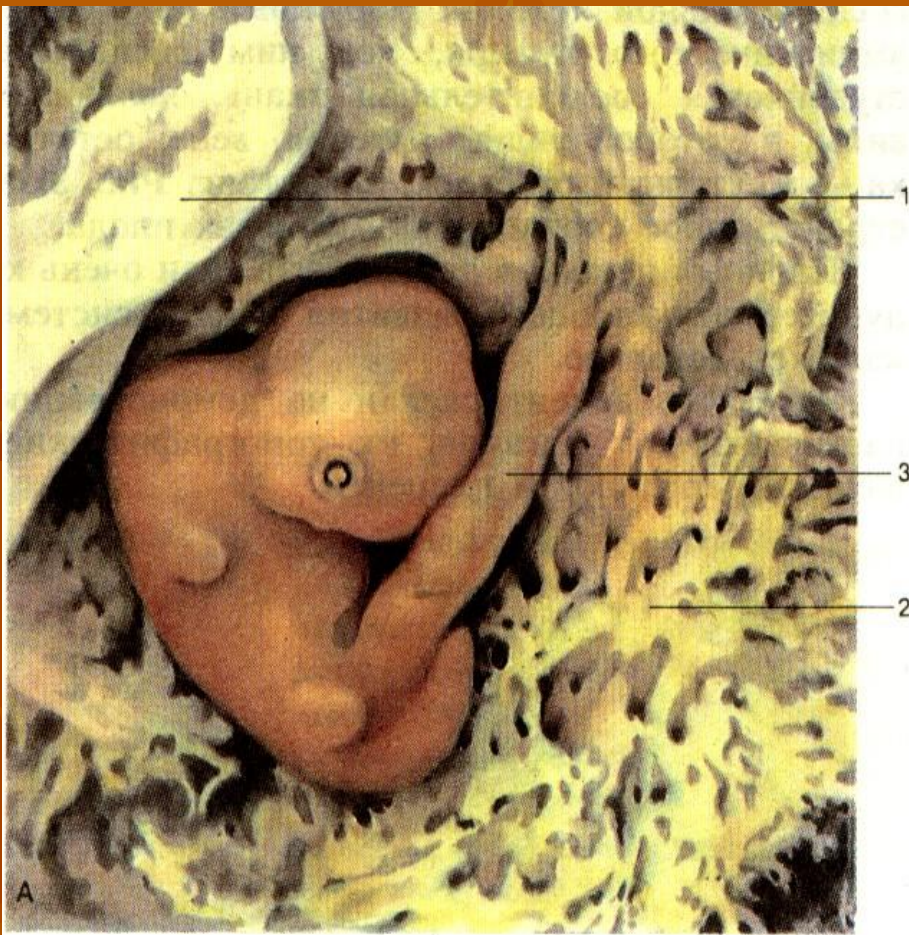
Б



В



Транспорт веществ через плацентарный барьер.



Оболочки эмбриона.

А — эмбрион 5 нед. Б — эмбрион 6 нед.

1 — амниотическая оболочка; 2 — ворсинка хориона; 3 — пупочный канатик; 4 — соединительнотканная основа хориона; 5 — эпителий и соединительная ткань амниона; 6 — полость амниона; 7 — желточный мешок.