

# Курс эмбриологии млекопитающих

Лекция: От дробления до  
имплантации.

Лектор: Малашичев Егор Борисович

# Основные термины и определения

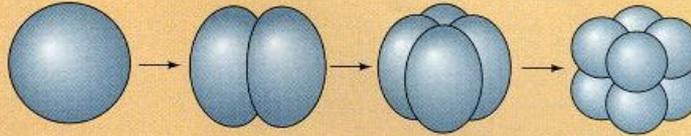
- Дробление
- Бластомер
- Морула
- Бластоциста
- Гастрюляция
- Гастрюла

## I. HOLOBLASTIC (COMPLETE CLEAVAGE)

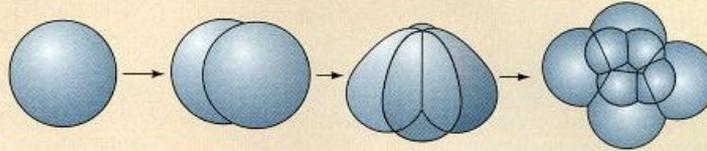
### A. Isolecithal

(Sparse, evenly distributed yolk)

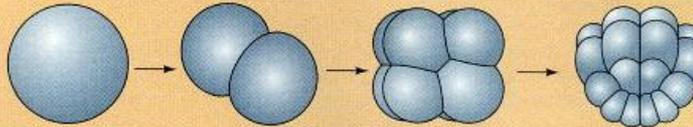
1. Radial  
Echinoderms, amphioxus



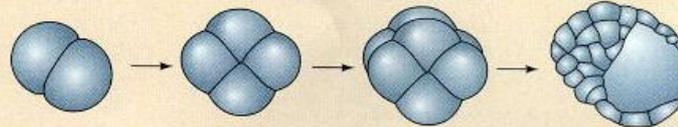
2. Spiral  
Annelids, molluscs,  
flatworms



3. Bilateral  
Tunicates



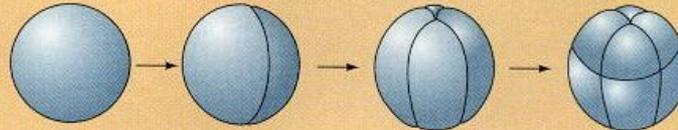
4. Rotational  
Mammals, nematodes



### B. Mesolecithal

(Moderate vegetal yolk disposition)

- Radial  
Amphibians

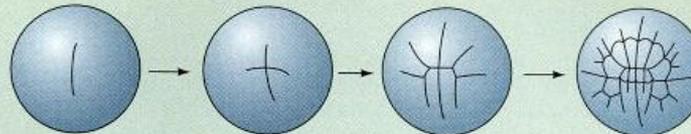


## II. MEROBLASTIC (INCOMPLETE CLEAVAGE)

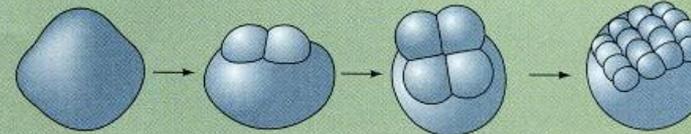
### A. Telolecithal

(Dense yolk throughout most of cell)

1. Bilateral  
Cephalopod molluscs



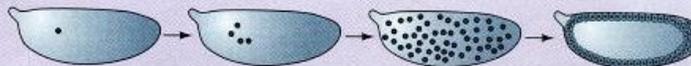
2. Discoidal  
Fish, reptiles, birds



### B. Centrolecithal

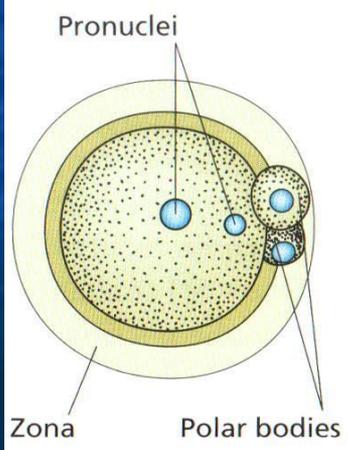
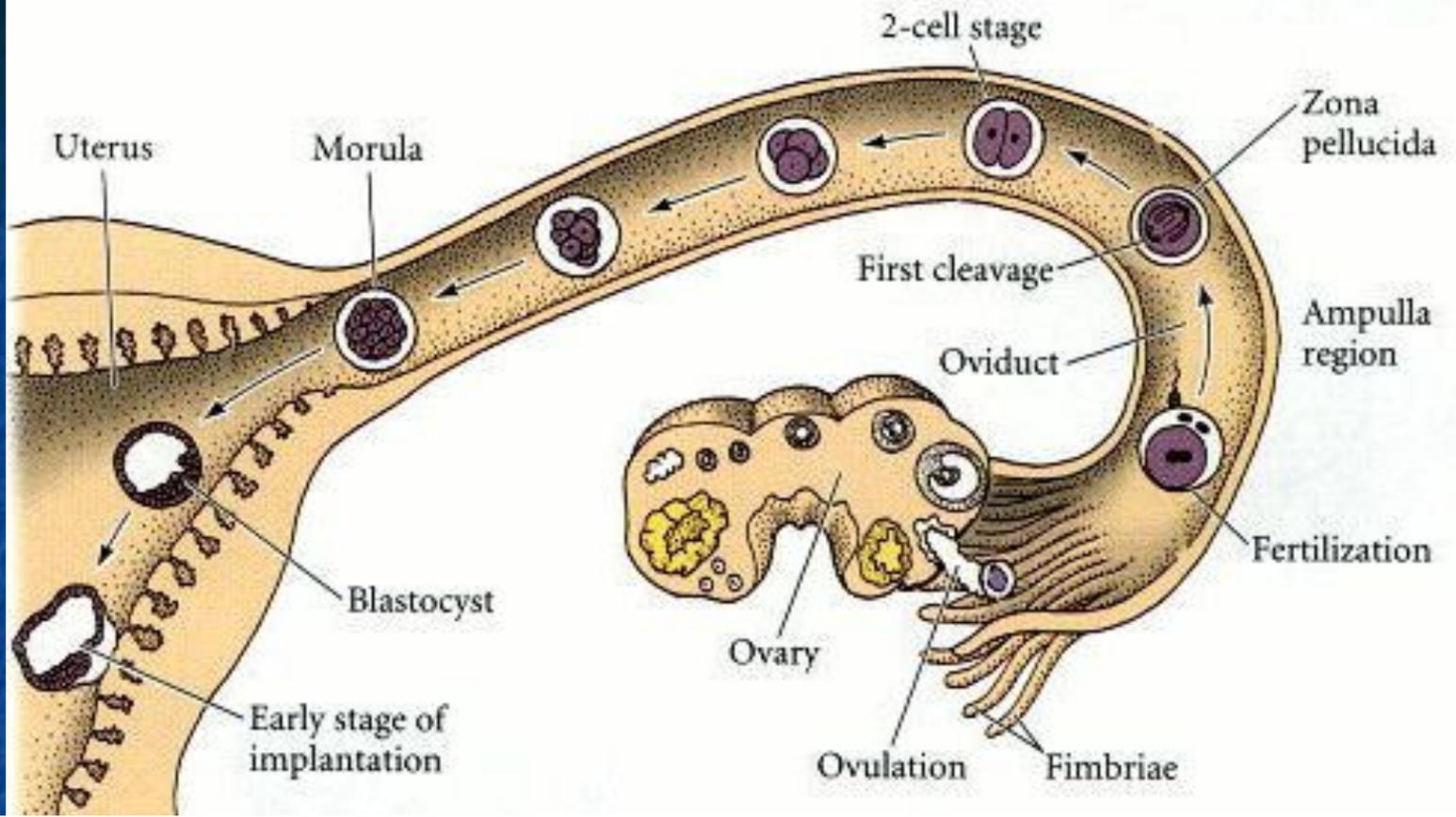
(Yolk in center of egg)

- Superficial  
Most insects

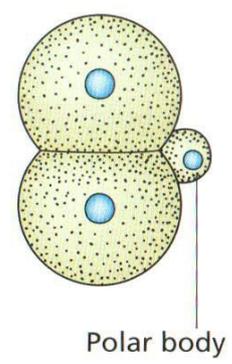




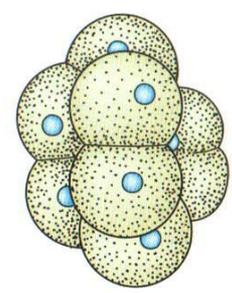
- 1 – ядро
- 2 – ядрышки
- 3 – цитоплазма
- 4 – блестящая оболочка
- 5 – фолликулярные клетки



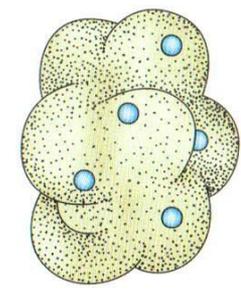
(a) Fertilized egg



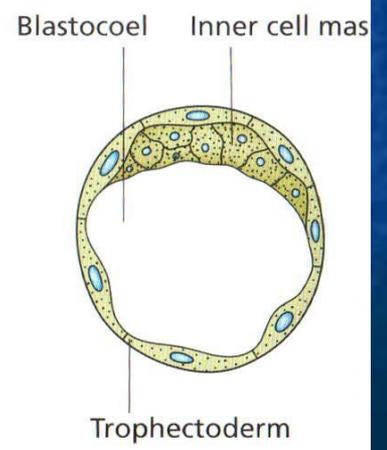
(b) 2 cells



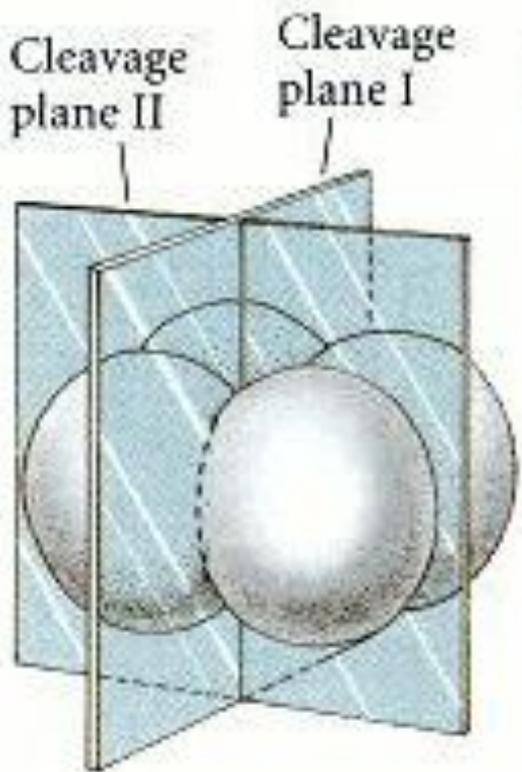
(c) 8 cells



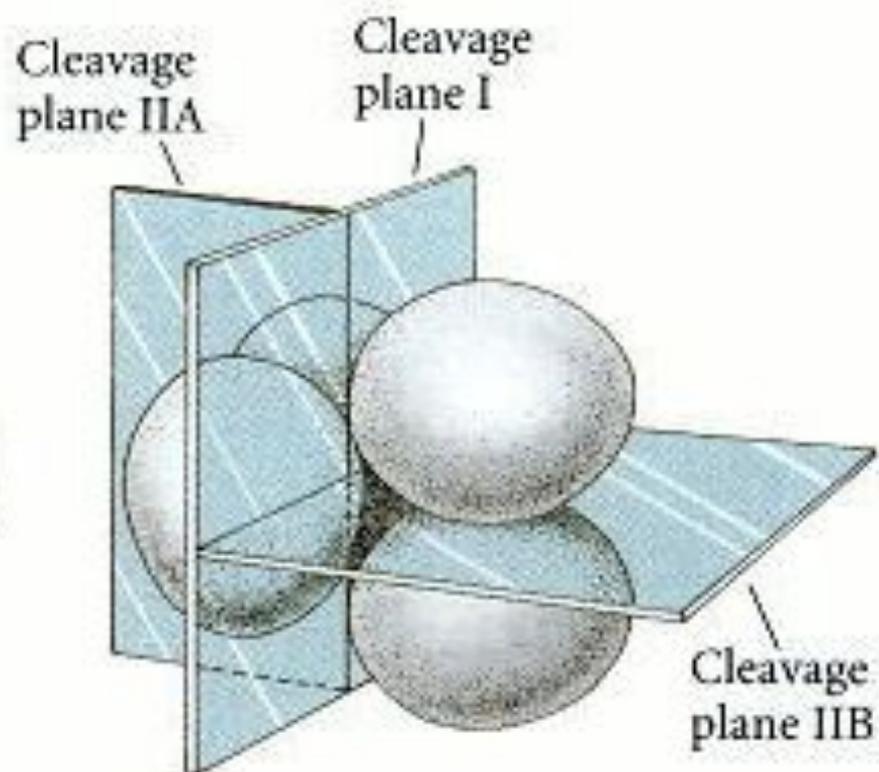
(d) Compaction



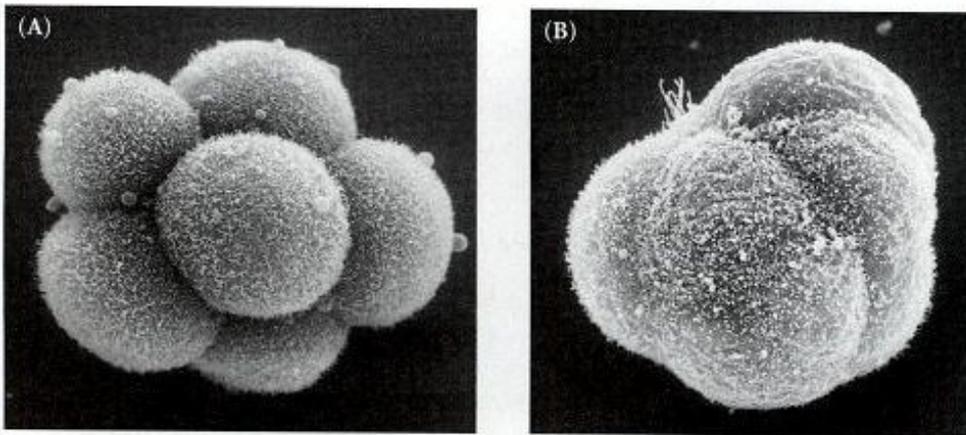
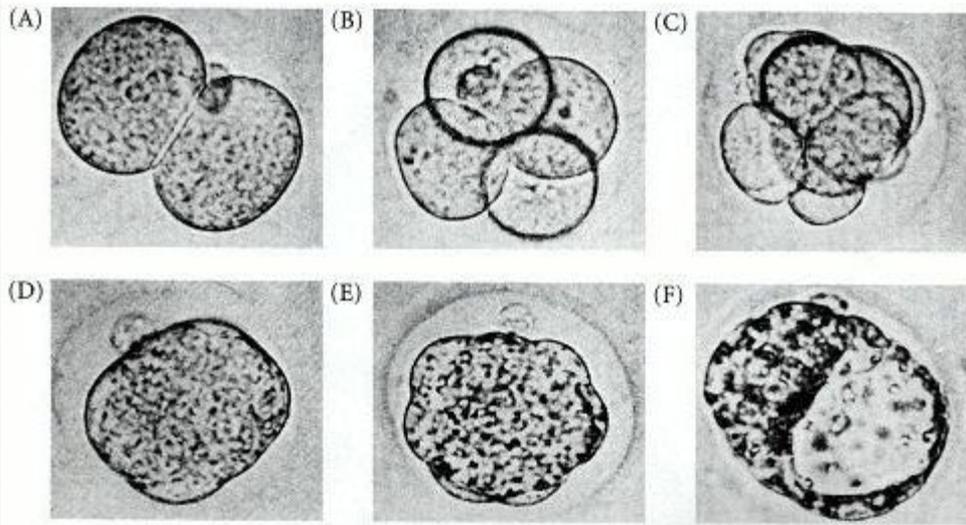
(e) Blastocyst



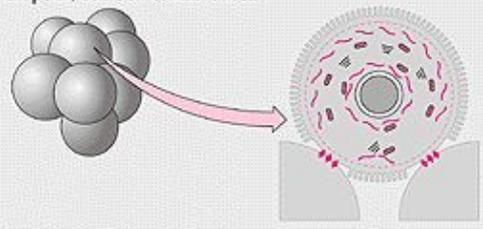
(A) ECHINODERM AND AMPHIBIAN



(B) MAMMAL

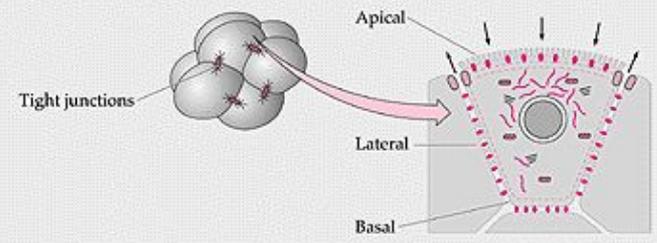


(A) Early 8-cell stage: non-polar, but local contact effects



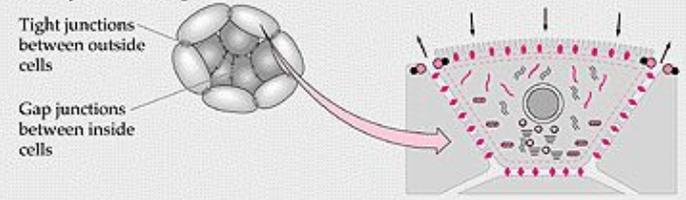
(B) Compact 8-cell: polar, ion currents.

Basolateral: E-cadherin adhesion, gap junctions, ZO-1, acetylated microtubules.  
 Apical: microvilli, cortical actin, endosomes, cytoplasmic actin, microtubules



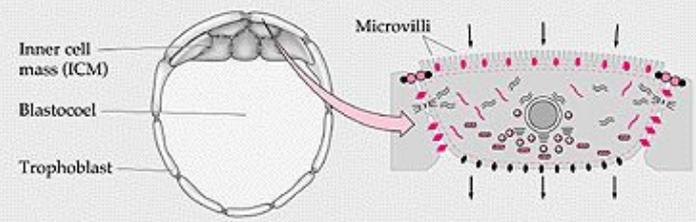
(C) 16-cell:

Basolateral: enhanced adhesion, laminin, cingulin, mitochondria, lipid vesicles.  
 Basal: lysosomes, Golgi



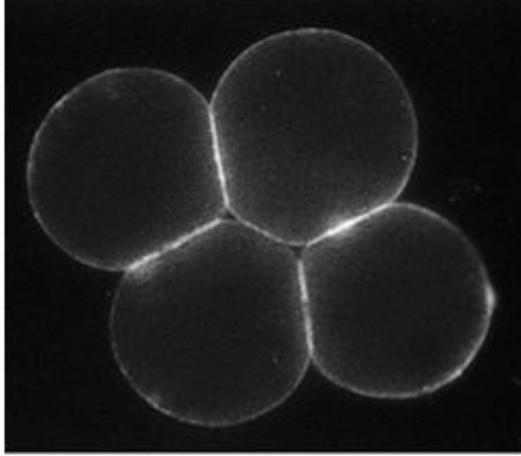
(D) 32-cell: vectorial fluid transport.

Basolateral: desmosomes. Basal: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase. Apical: transporters and channels

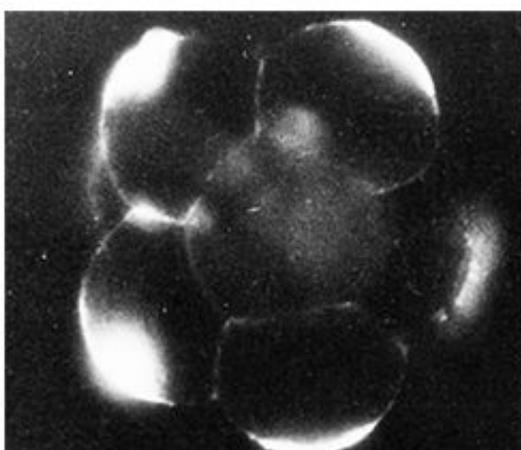


◆ E-cadherin	⊳⊲ Desmosomes	⊖⊖ Tight junction (ZO-1)
↓ Ion current direction	○ Secondary lysosomes	●● (ZO-1)+cingulin
● Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> -ATPase	≡ Golgi	⋯ Cortical actin
≡ Gap junctions	≈ Cytokeratin filaments	⋯ Microvilli
● Apical membrane proteins	~ Microtubules and cytoplasmic actin	— Mitochondria

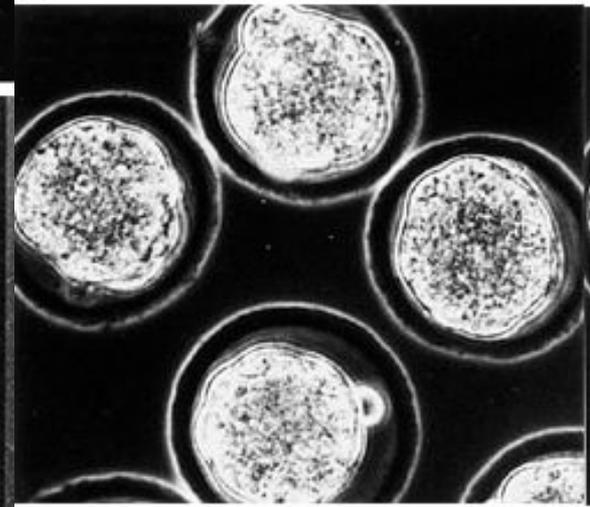
(A)



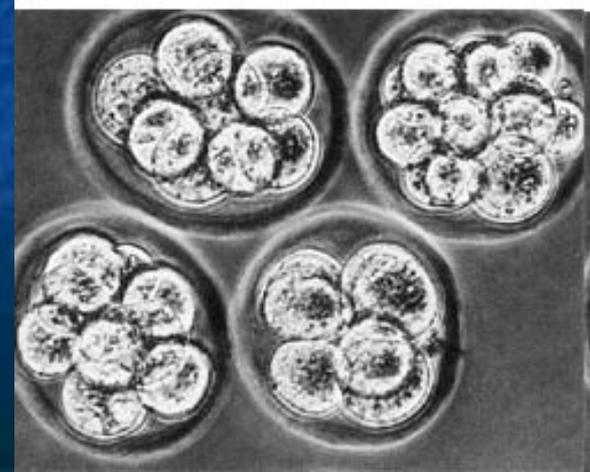
(B)

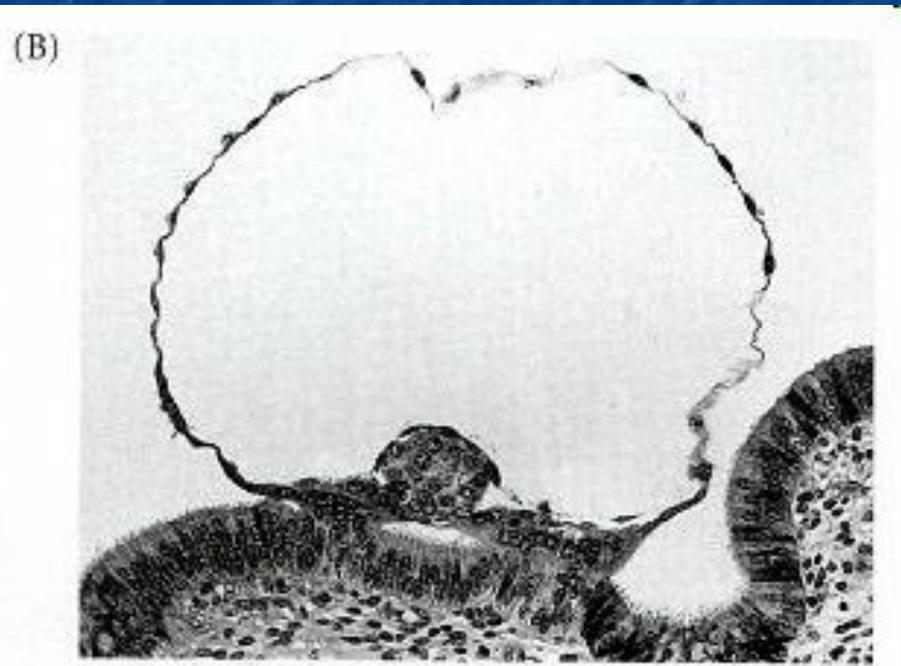
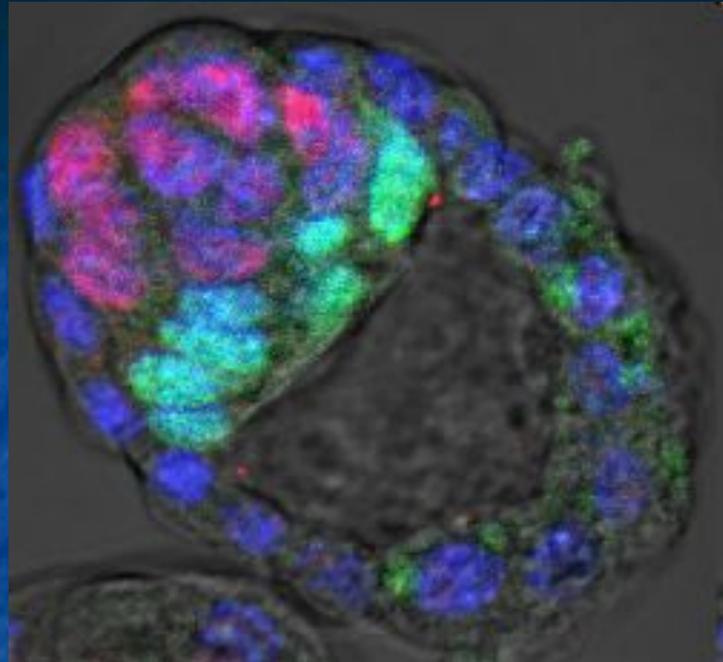


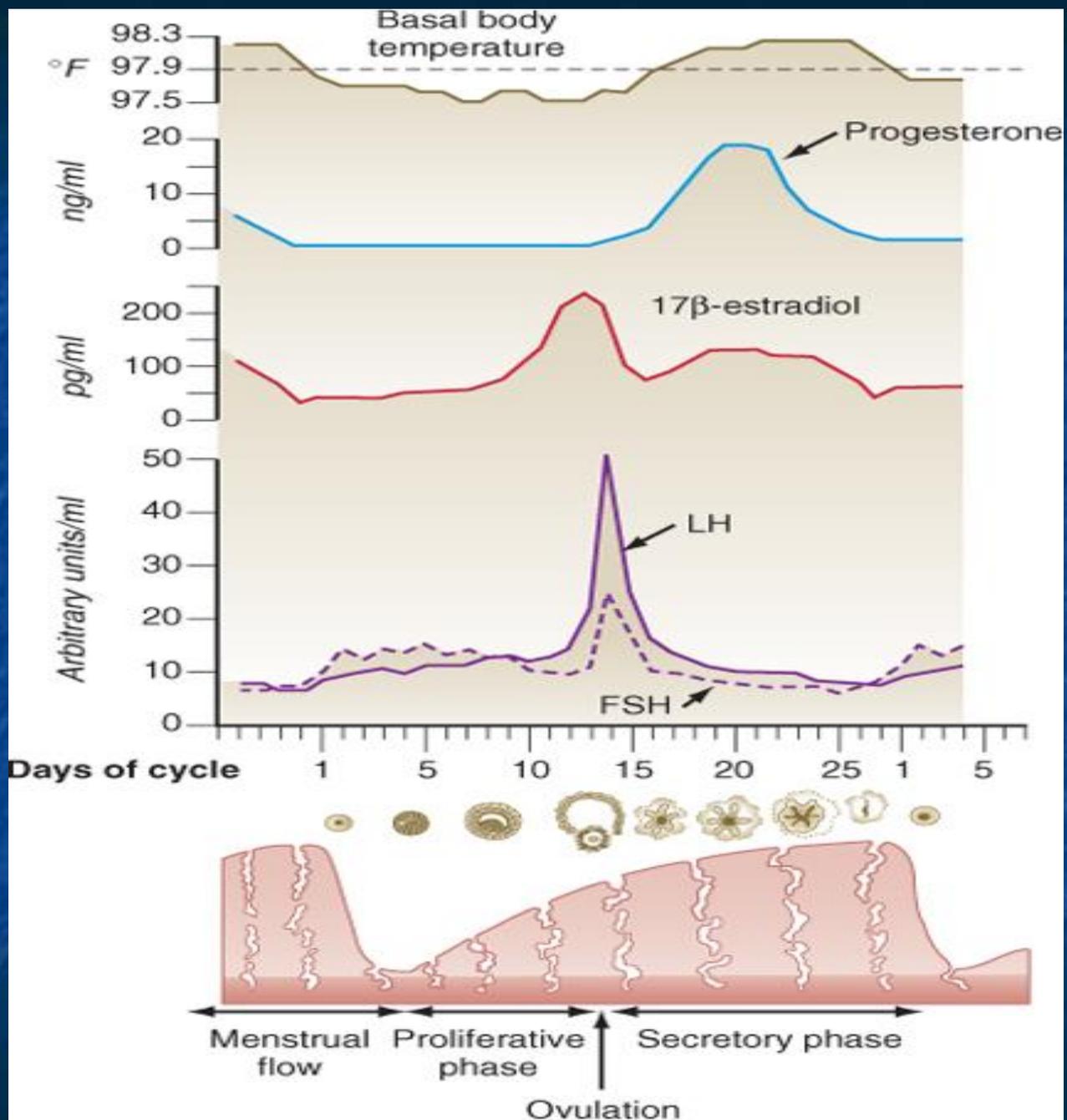
(A)



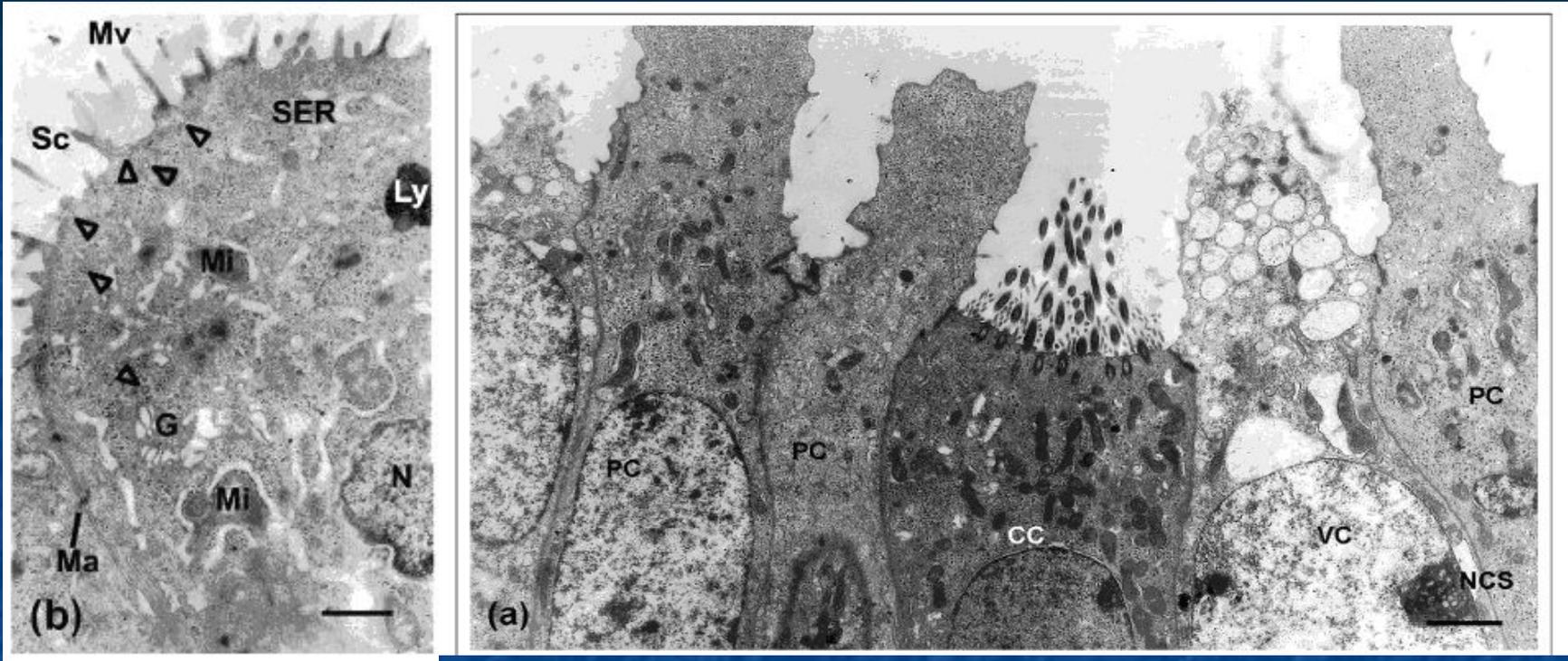
(B)







# Ультраструктура клеток эпителия эндометрия



микроворсинчатая

пиноподиальная ресничная

везикулярная

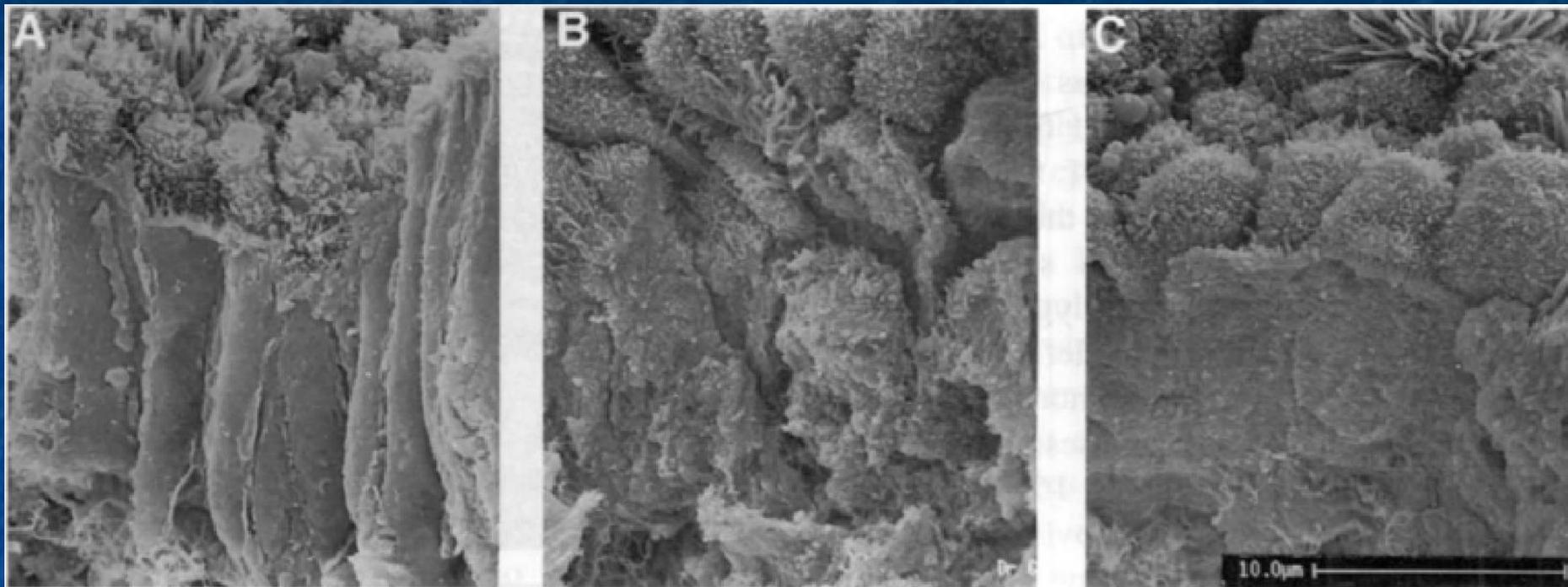
Существует версия, согласно которой микроворсинчатая, пиноподиальная и везикулярная клетки – это разные стадии развития одного и того же типа клеток.

Ресничные клетки – отдельная морфологическая единица.

**Поверхность эндометрия после овуляции при идеальном 28-дневном естественном цикле (Nikas, 1999).**

- **16 день: клетки становятся выпуклыми.**
- **17 день: микроворсинки достигают максимального развития, становятся длинными и утолщенными.**
- **18 день: кончики микроворсинок набухают.**
- **19 день: образуются выраженные клеточные выросты. Количество микроворсинок уменьшается, они укорачиваются и исчезают. На апикальной поверхности клеток формируются гладкие вертикальные выросты – развивающиеся пиноподии.**
- **20 день: микроворсинки полностью исчезают, мембранные выросты достигают максимума (развитые пиноподии).**
- **21 день: пиноподии уменьшаются, на мембране появляются кончики микроворсинок, поверхность становится морщинистой, размеры клетки увеличиваются (регрессирующие пиноподии).**
- **22 день: пиноподии исчезают, развиваются микроворсинки.**
- **23 день: клетки становятся куполообразными, и покрываются короткими микроворсинками.**

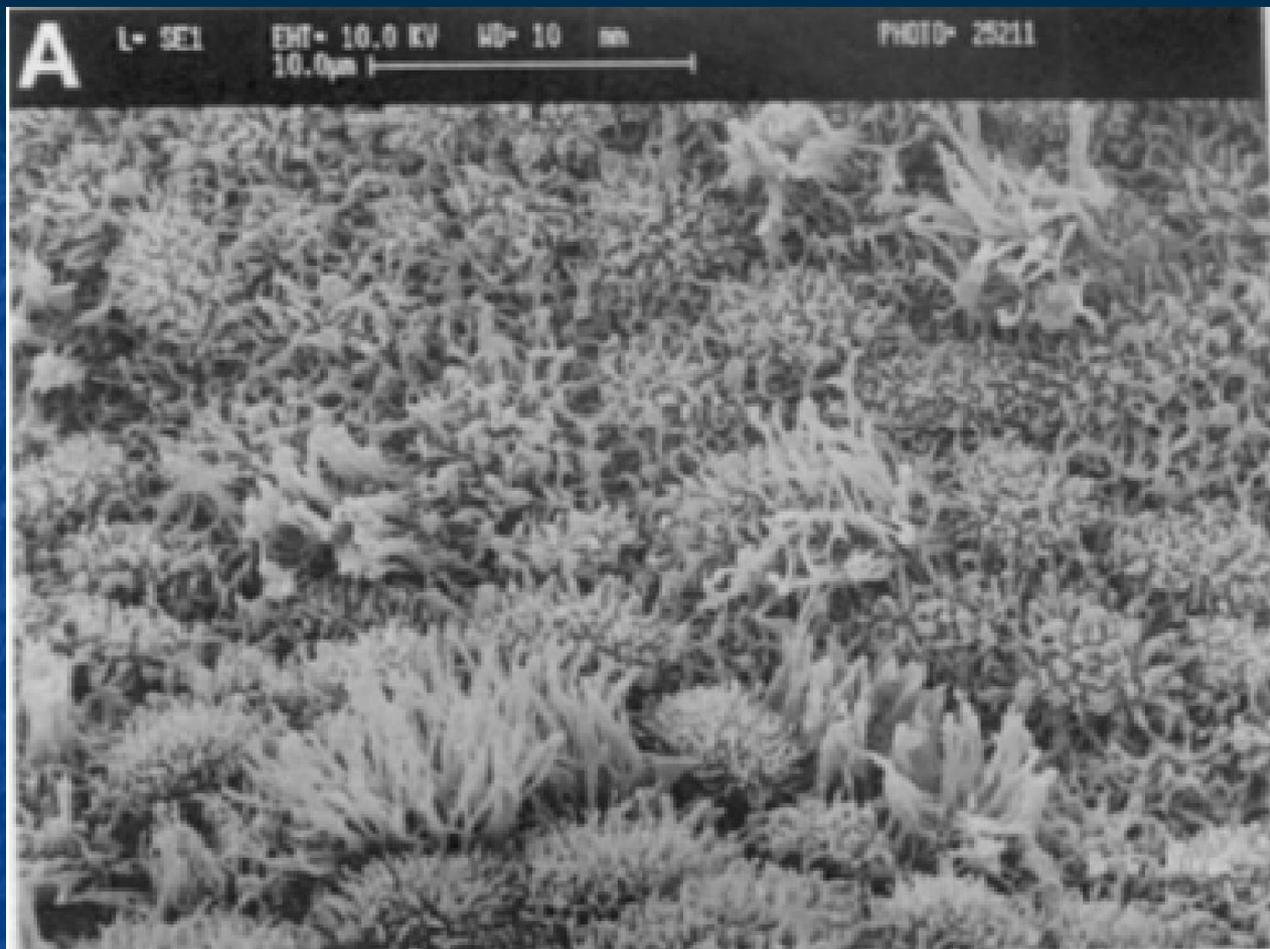
# Межклеточные контакты во время секреторной фазы



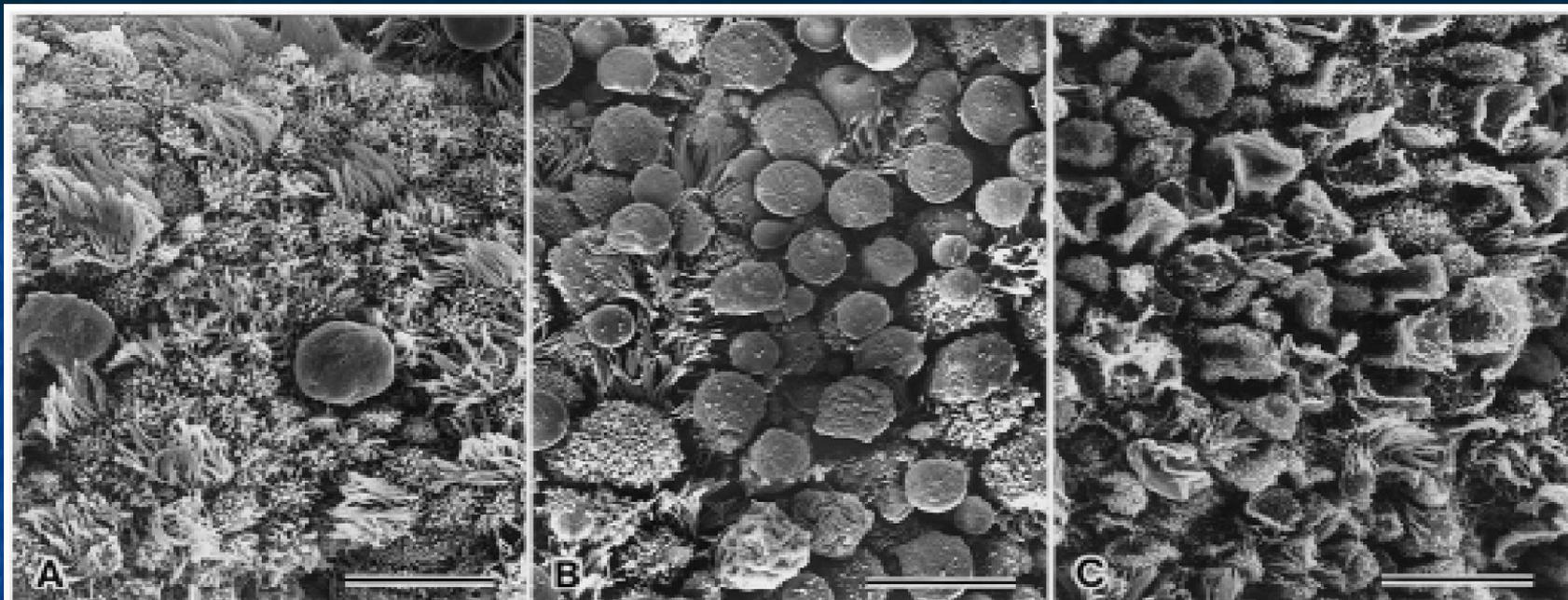
ранняя

средняя

поздняя



Ранняя секреторная фаза, 17 дмц

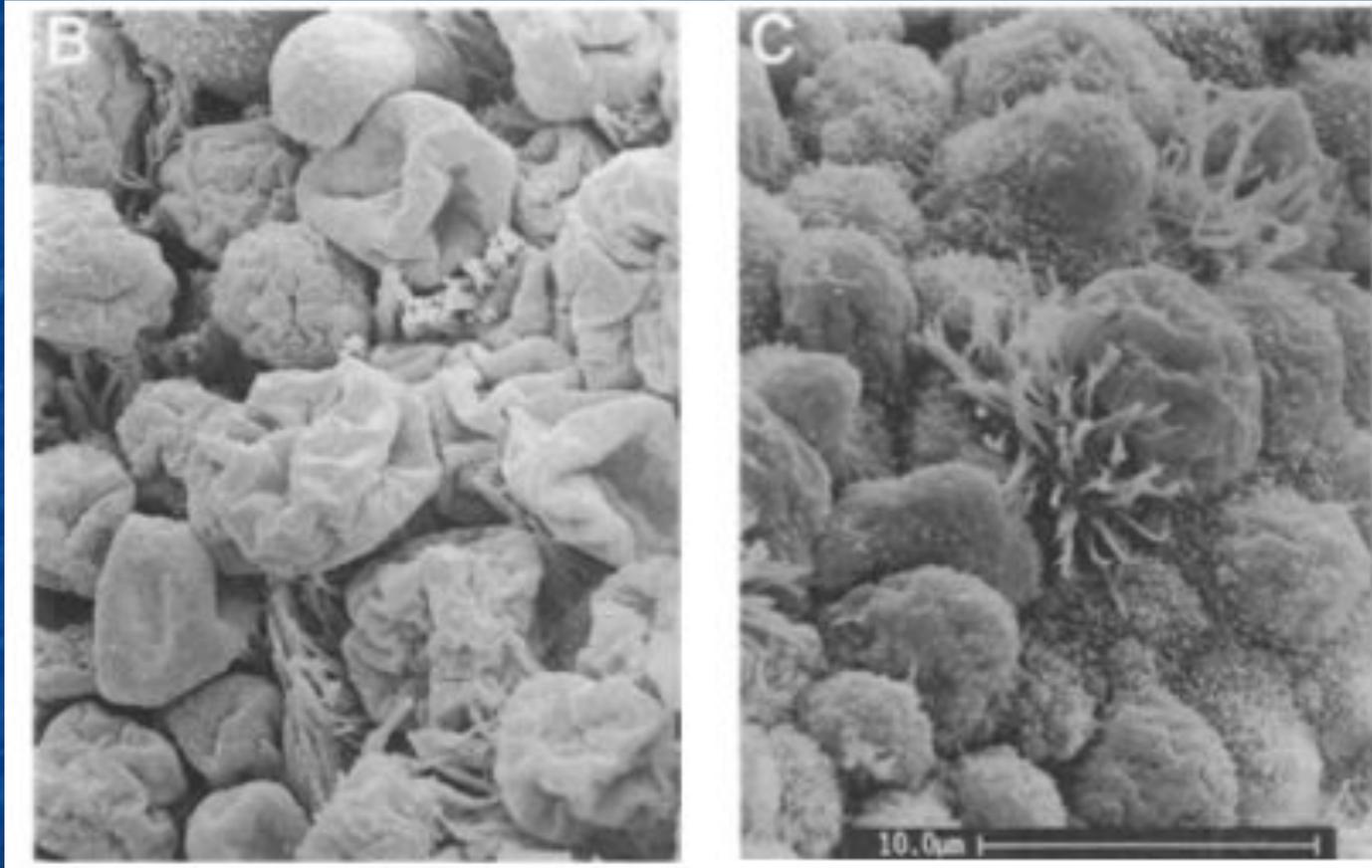


Развивающиеся  
19 дмц

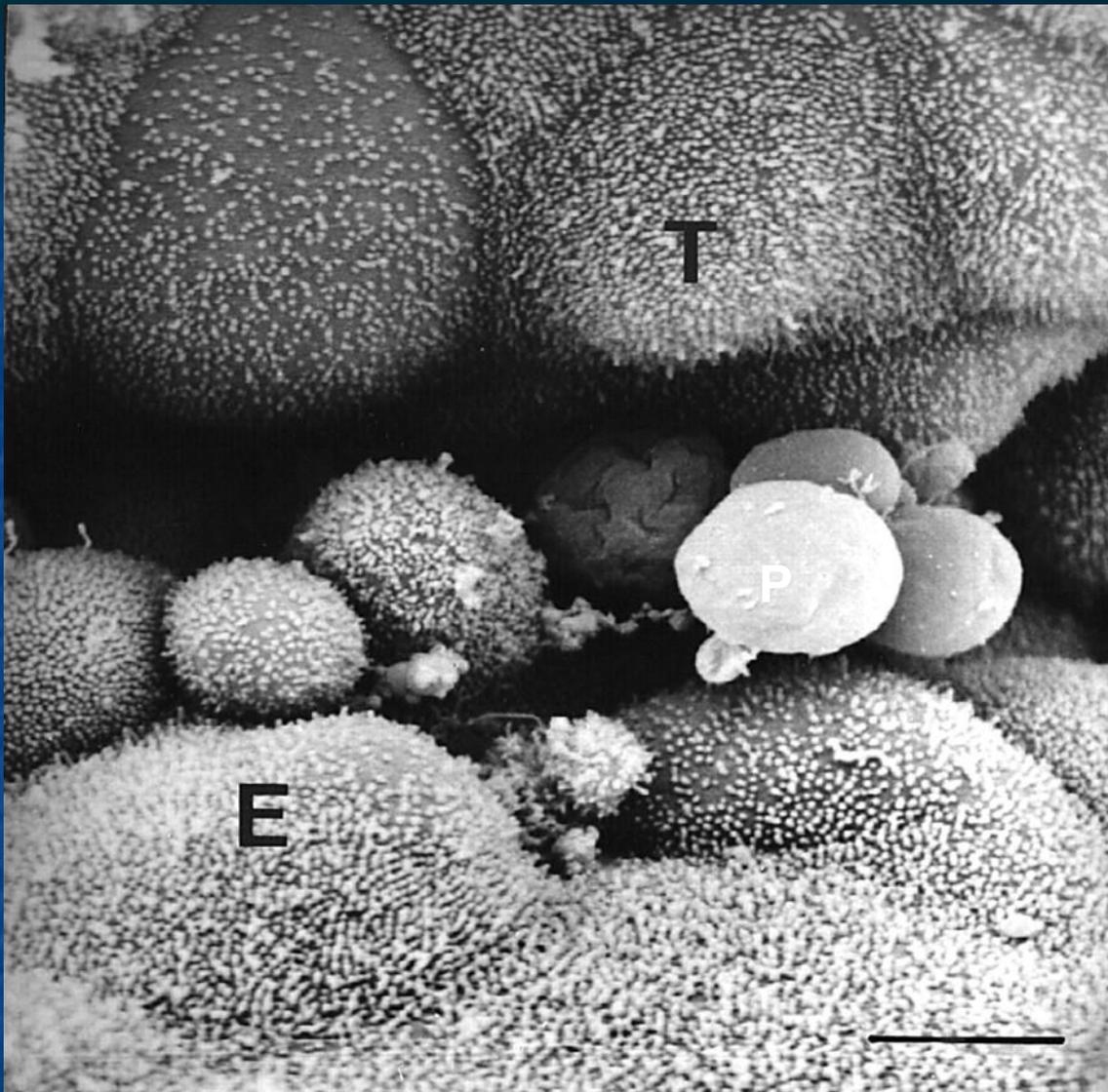
Развитые,  
20 дмц

Деградирующие  
21 дмц

деградирующие



Nikas, 1999



Одна из основных функций пиноподий – адгезия бластоцисты

T – трофобласт

E – эндометрий

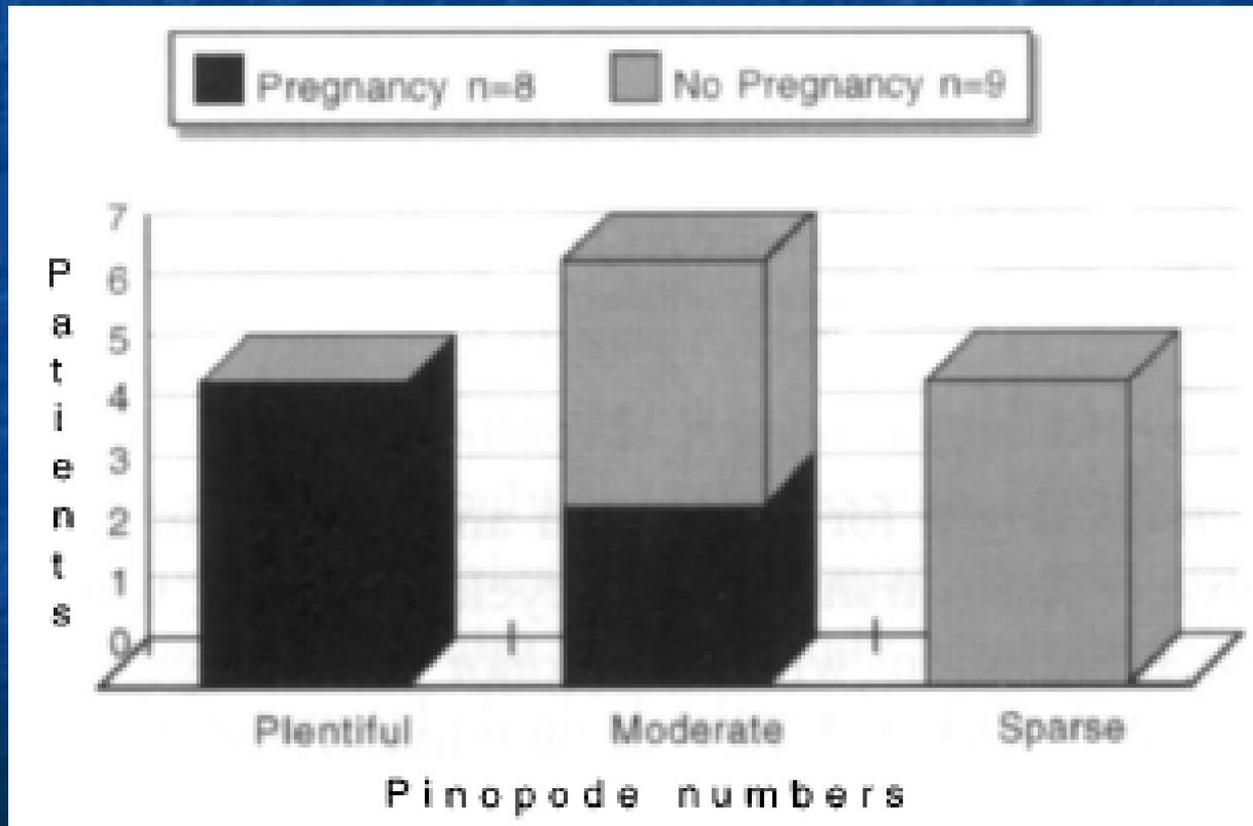
P - пиноподии

Bentin-Ley et al, 1999

Проблема – отсутствие имплантации нормального жизнеспособного эмбриона.  
Причина – нарушение формирования рецептивного эндометрия.

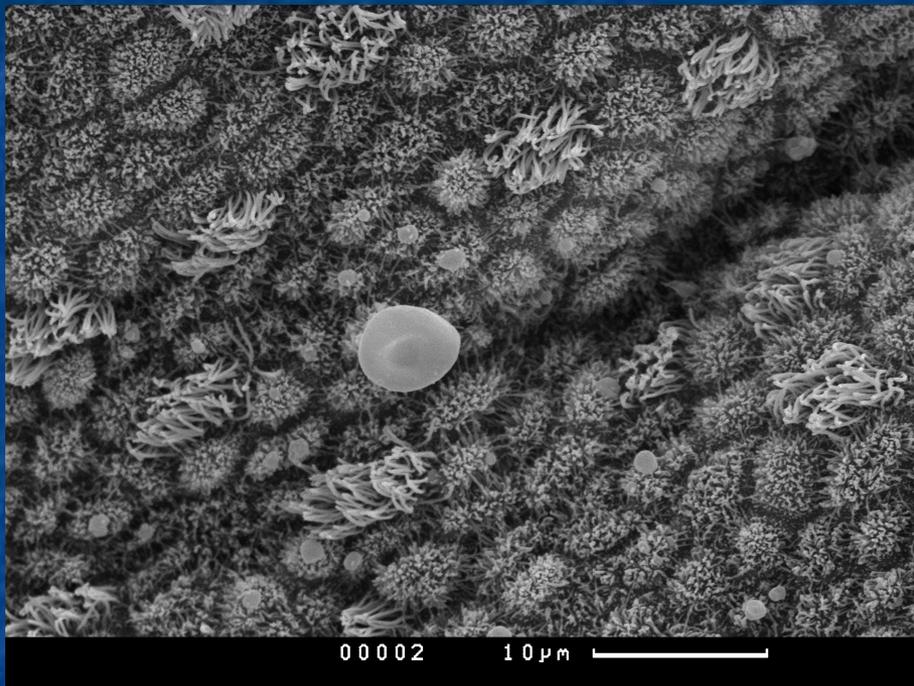
КПД в центрах репродукции – около 27-30%. Частично – потери происходят из-за нарушений имплантации.

Связь успешных беременностей с количеством пиноподий.



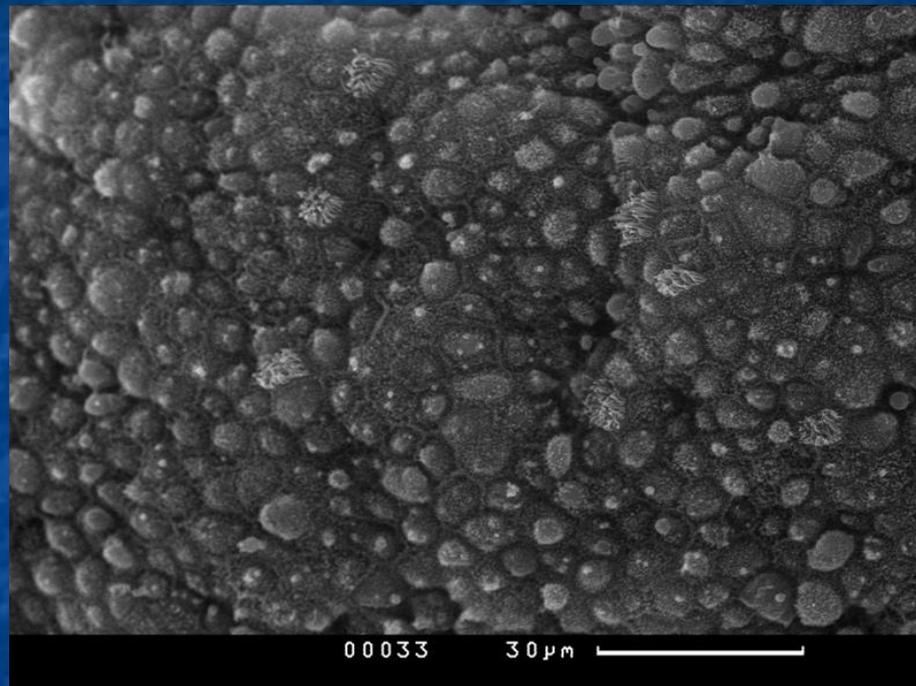
n=17

Практическое использование результатов показало, что по крайней мере, в одном случае во время гормональной терапии произошла акселерация темпов развития рецептивности на двое суток по сравнению с натуральным циклом.



2,75 %

23 д.м.ц., ЛГ+6

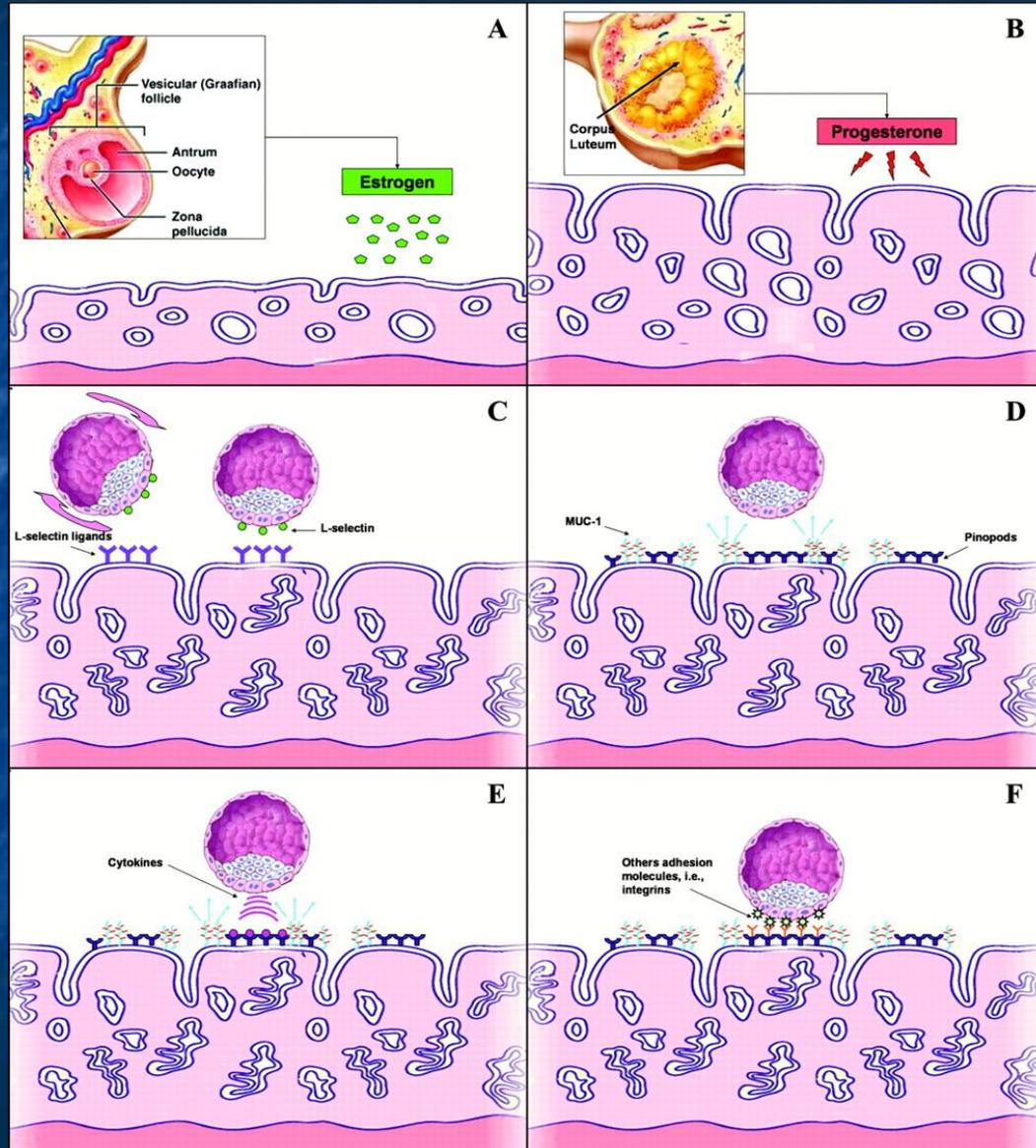


7,19 % < 20%!

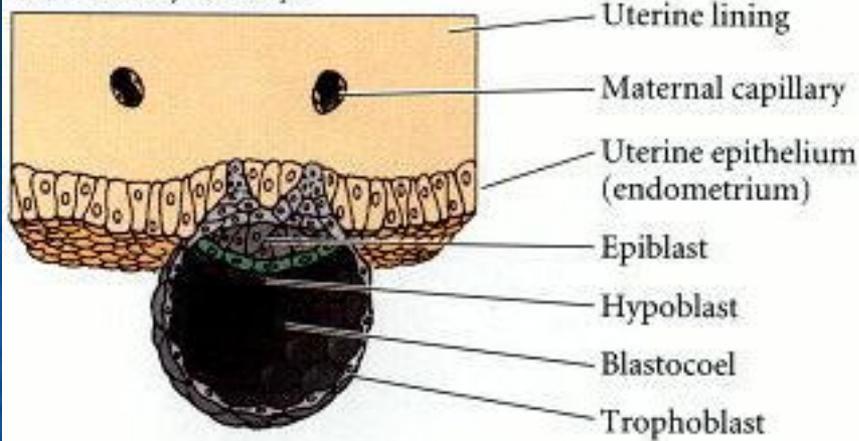
26 д.м.ц., ЛГ+9

По данным морфологического исследования биопсий был рекомендован 10 день после пика ЛГ. Трёхсуточный эмбрион перенесён на 2,5 и ещё один на 4,5 сутки после начала применения прогестерона. Имплантация прошла успешно, наступила беременность.

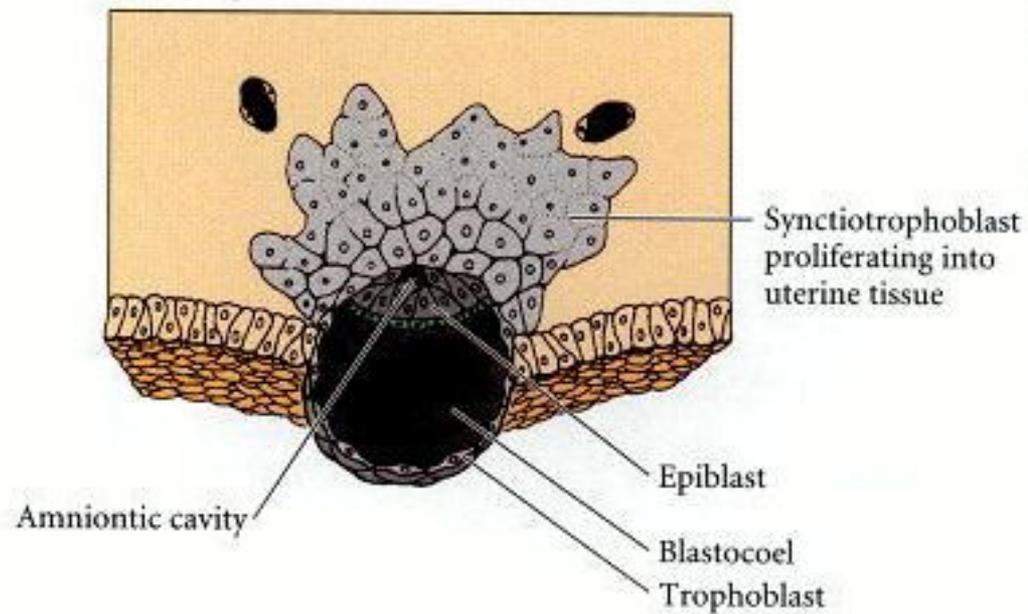
# Имплантация бластоцисты



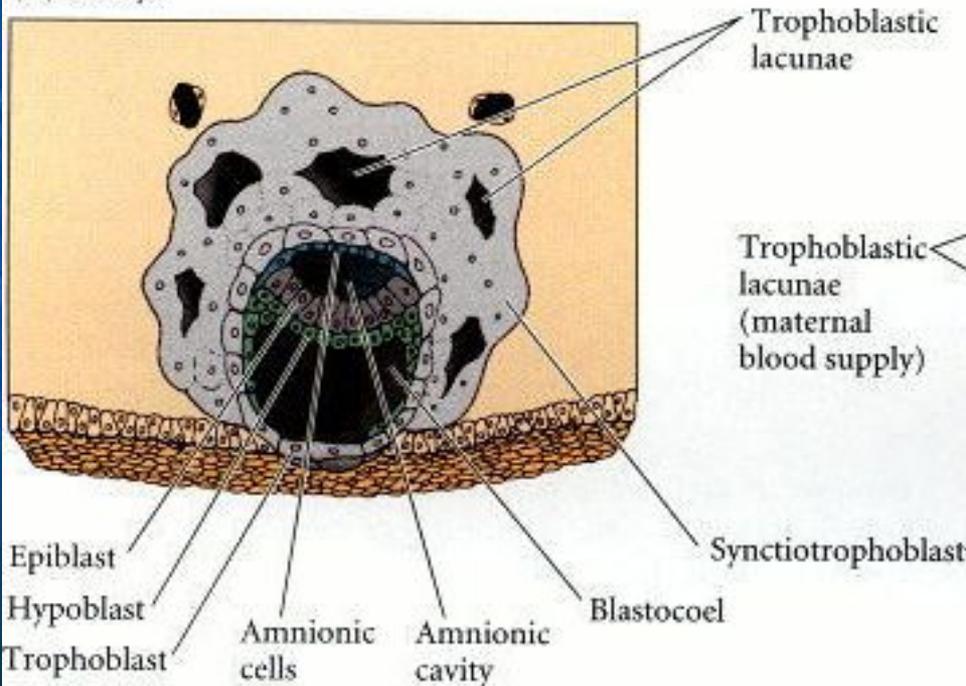
(A) Blastocyst, 7 days



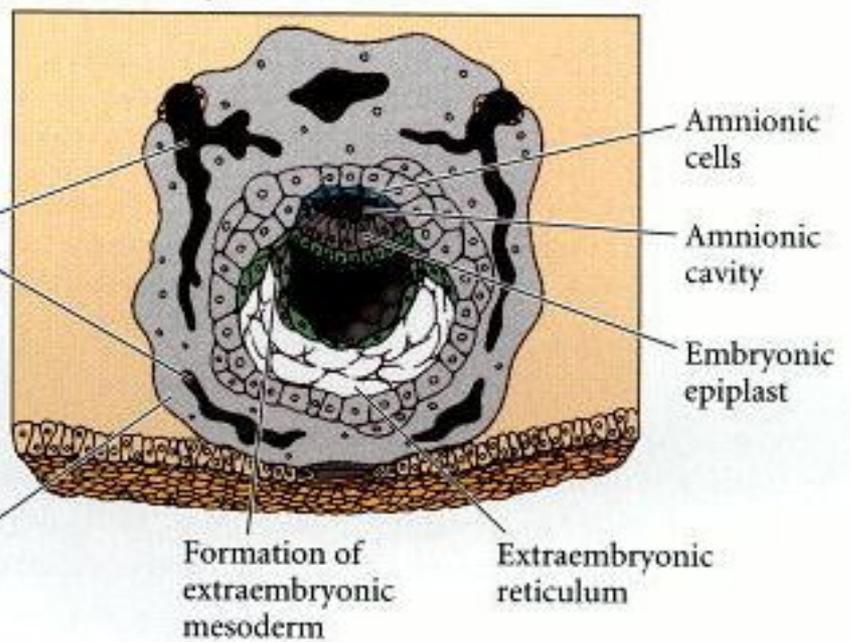
(B) 8 Days

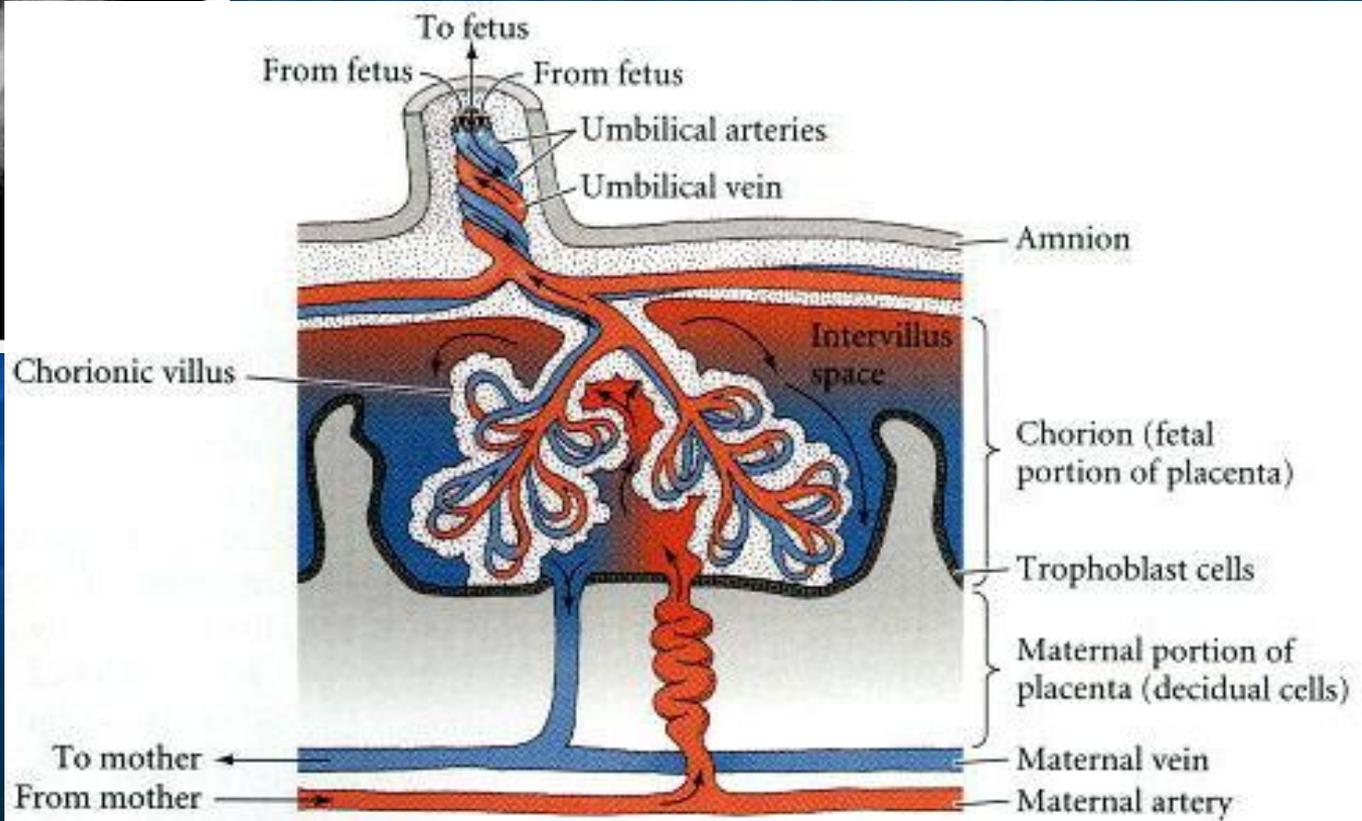
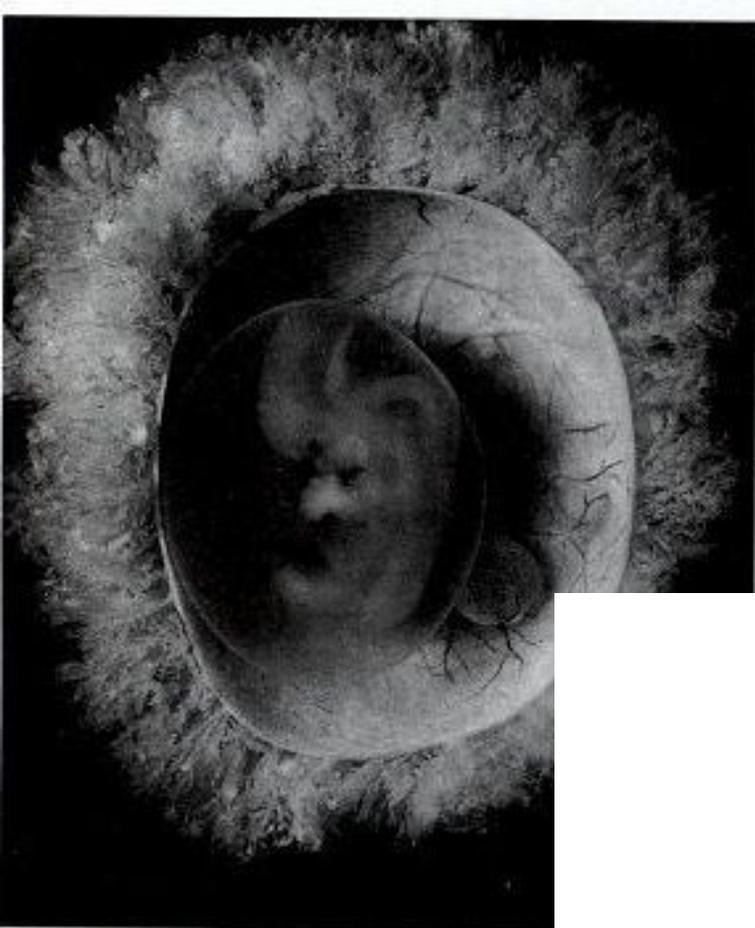


(C) 9 Days

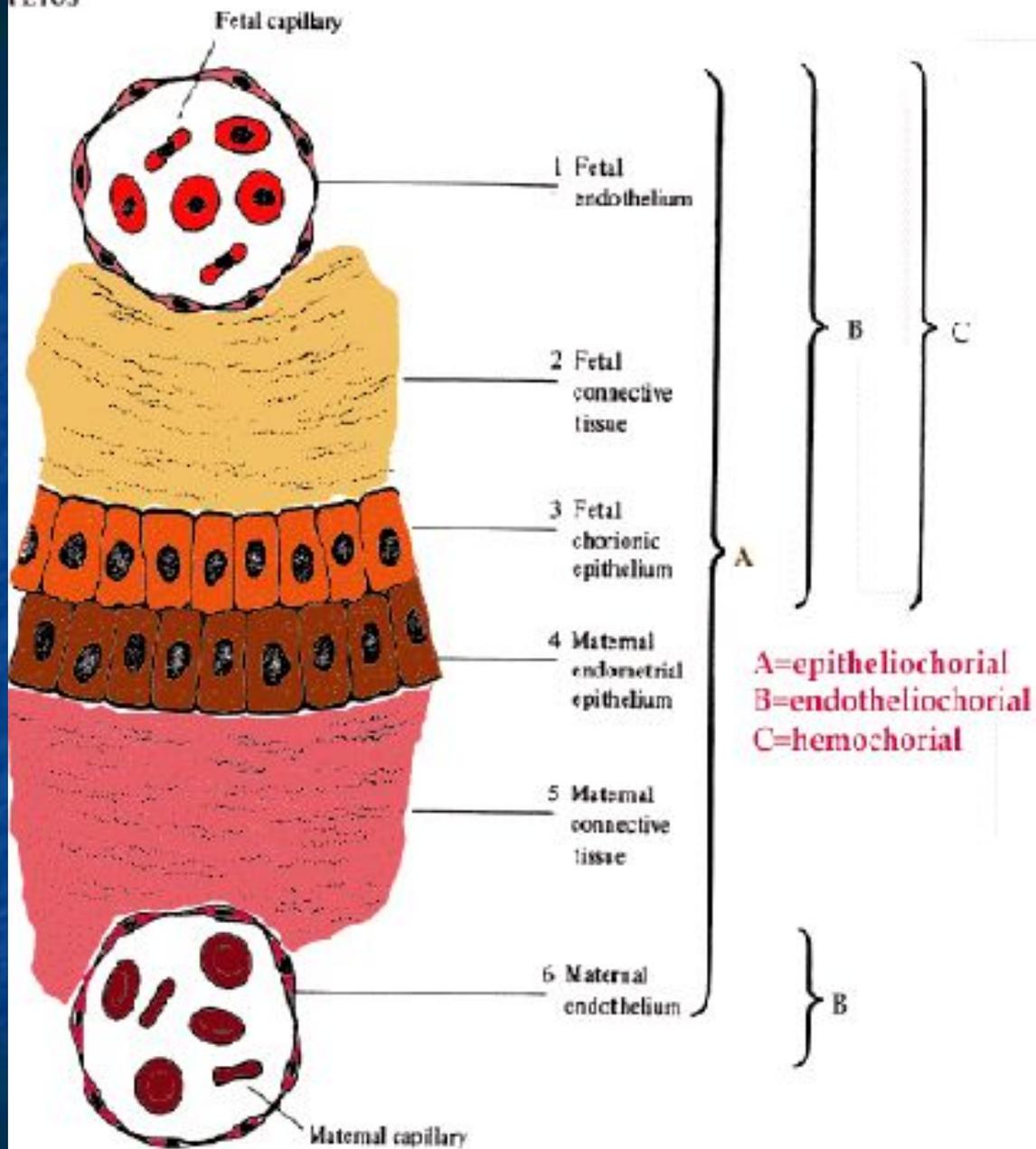


(D) 10-11 Days



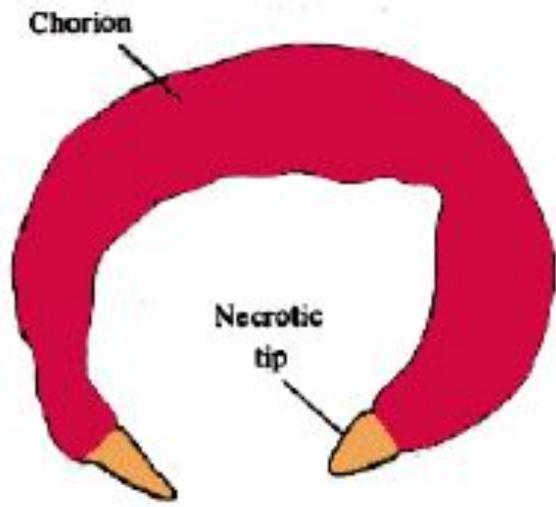


FETUS

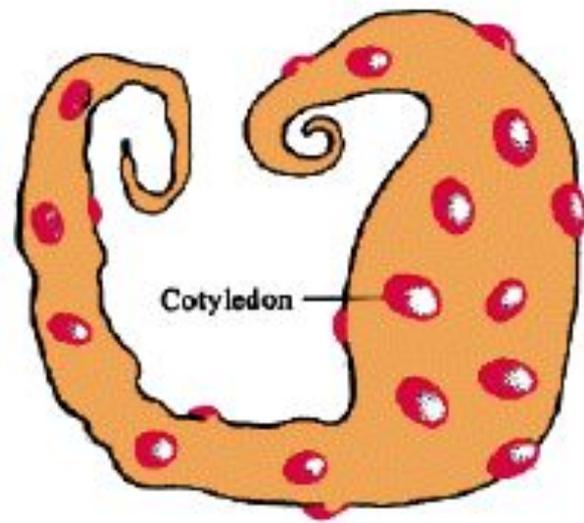


MOTHER

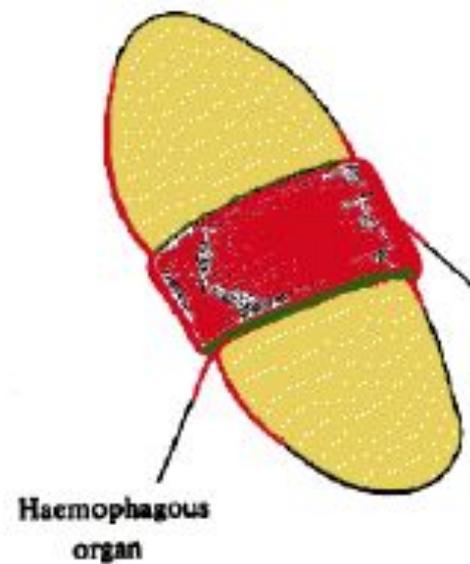
**DIFFUSE**



**COTYLEDONARY**



**ZONARY**



**DISCOID**

