

# ЭМБРИОЛОГИЯ и ГИСТОЛОГИЯ

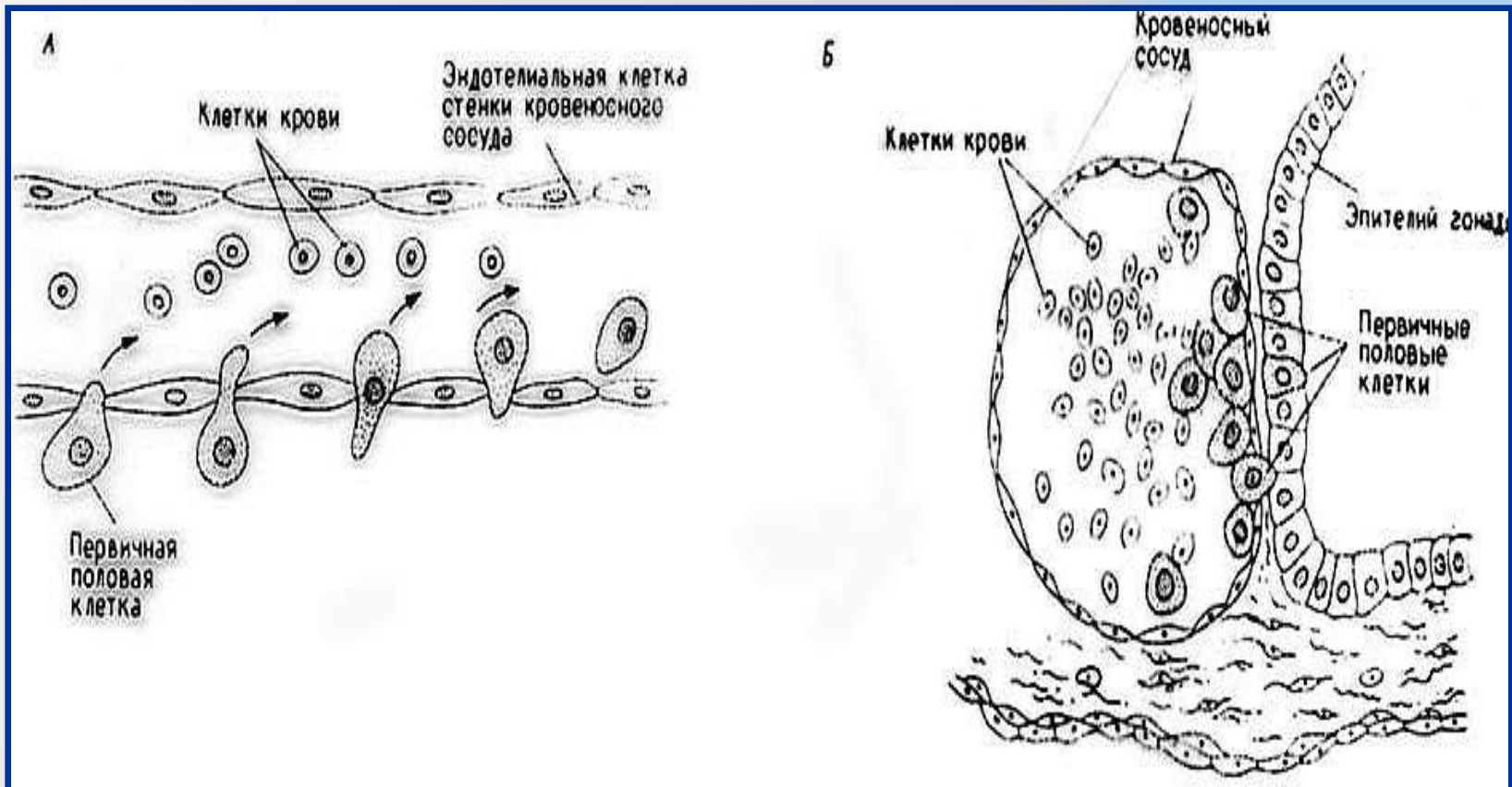
Мультимедийный курс  
для студентов -  
биологов Китайско-российского института

Шестопалова Л.В.

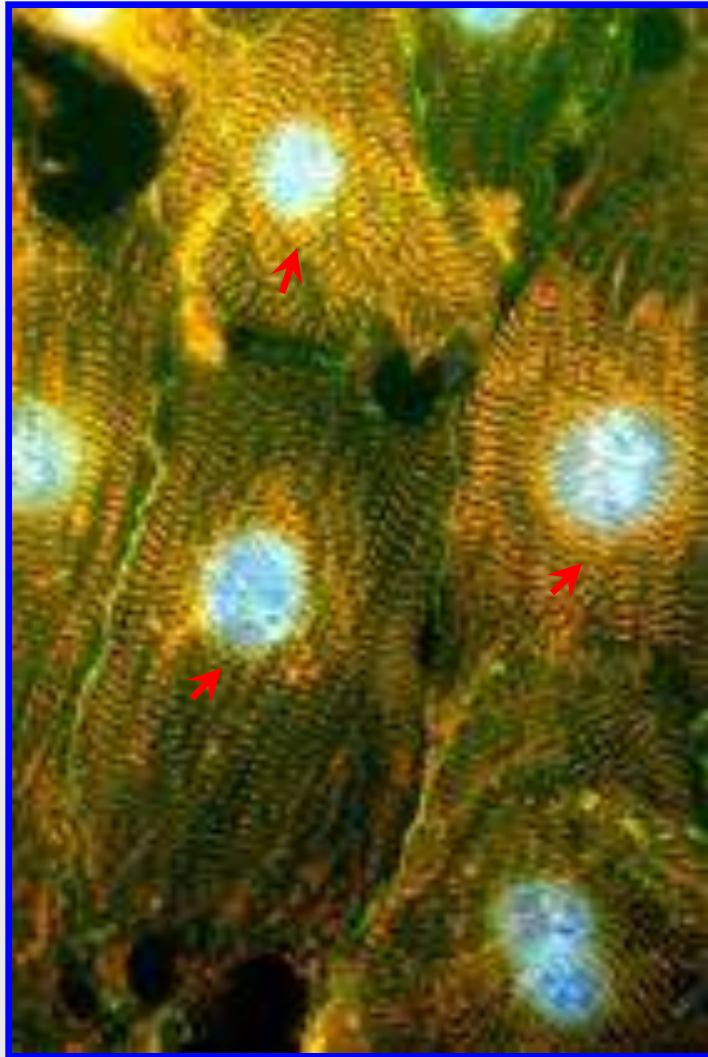
подготовлен в рамках  
реализации  
Программы развития НИУ-НГУ



# Миграция половых клеток к первичной половой железе



Стволовые клетки сперматозоидов (↙) в  
герминативном эпителии извитого  
канальца семенника

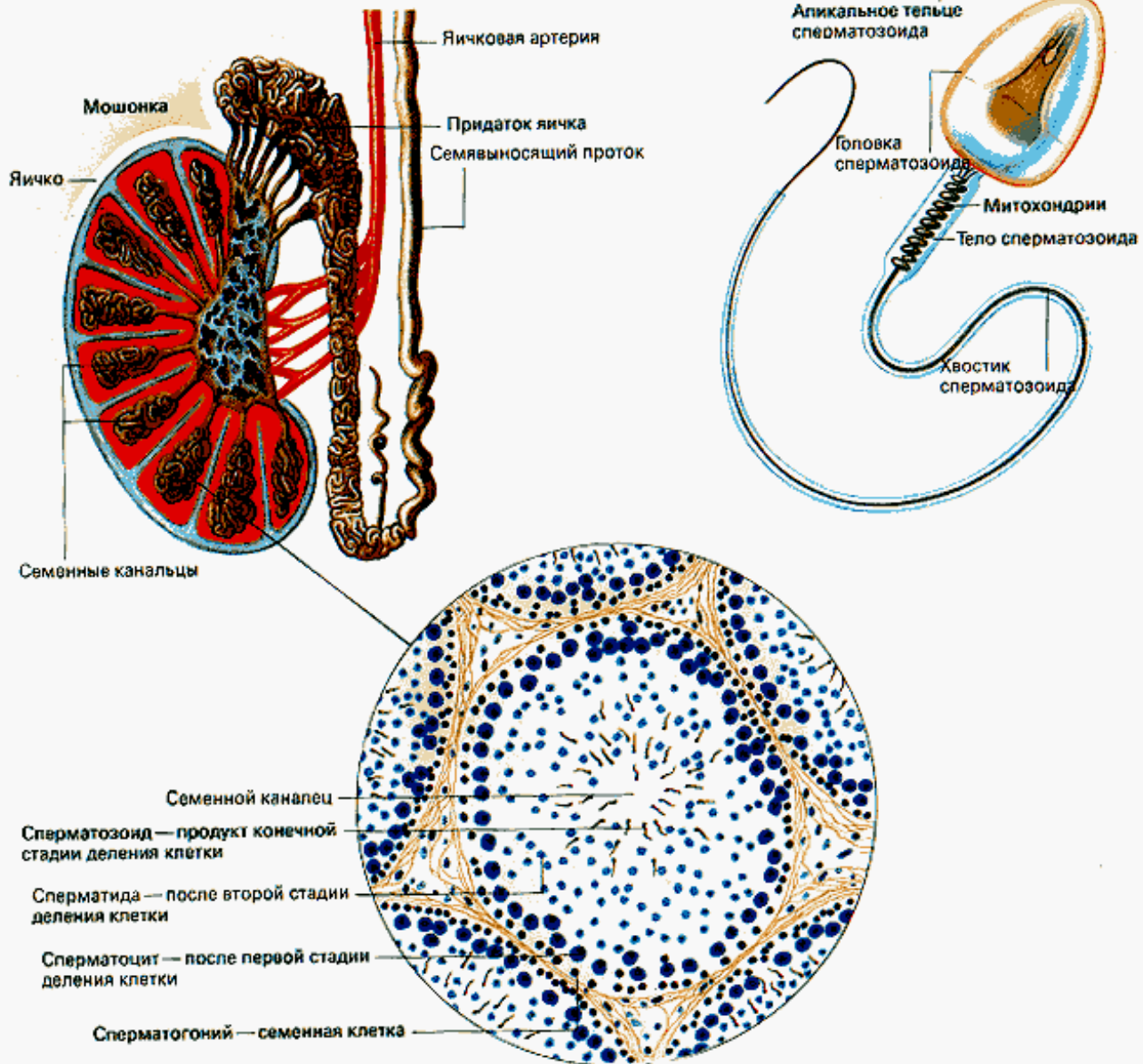




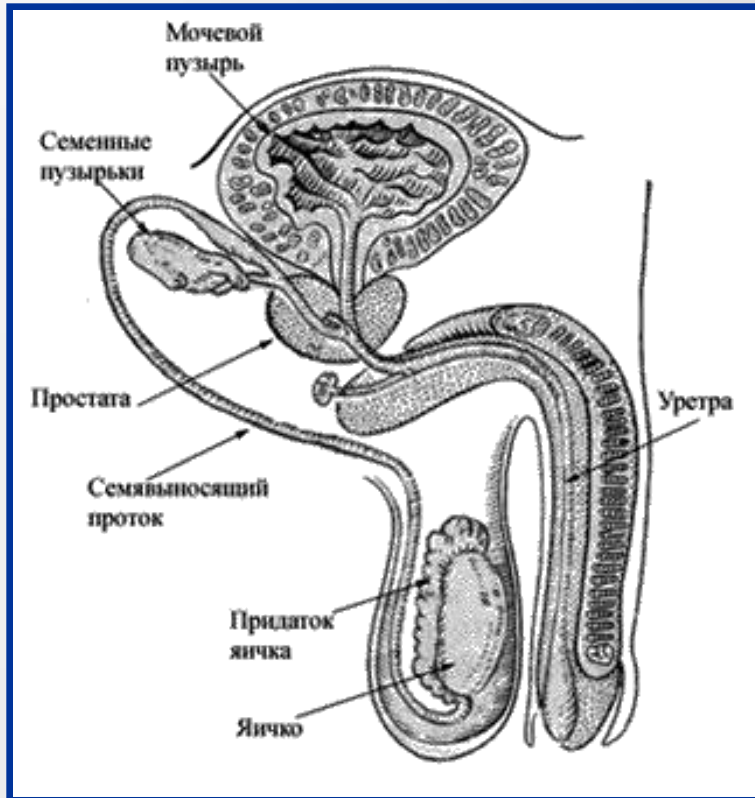
# сперматогенез

*(образование мужских половых  
клеток)*

# Схема строения семенника

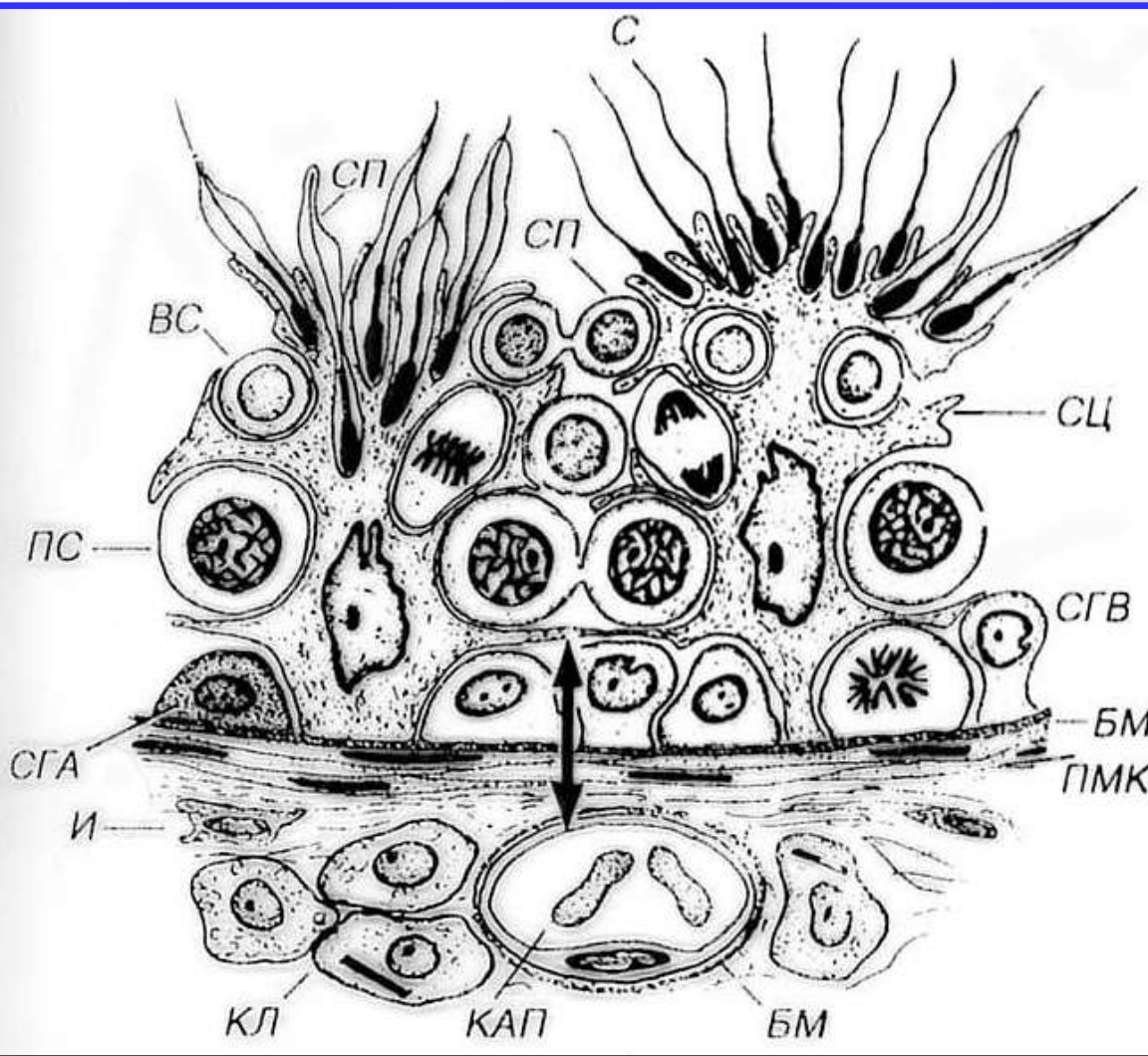


# Общая схема мужской половой системы



Мужская репродуктивная система состоит из яичек (семенников), придатков яичек, семявыносящих протоков, семенных пузырьков, простаты и уретры. В семенниках в извитых семенных канальцах образуются сперматозоиды - мужские половые клетки. Еще не созревшие сперматозоиды двигаются в придаток яичка, где продолжается их созревание. В придатке они проводят до 12 дней. Потом по семявыносящим протокам сперматозоиды попадают в семенные пузырьки, которые производят специфическую питательную среду для них. Вместе с жидкостью, вырабатываемой предстательной железой (простатой), сперма поступает в уретру, а из нее во внешнюю среду.

# Стенка извитого канальца семенника



СЦ- sustentоциты

ПМК-миоидные клетки

СГА- сперматогонии типа А

СГВ-сперматогонии типа В

ПС-сперматоциты 1-го порядка

ВС- сперматоциты 2-го порядка

СП- сперматиды

С- сперматозоиды

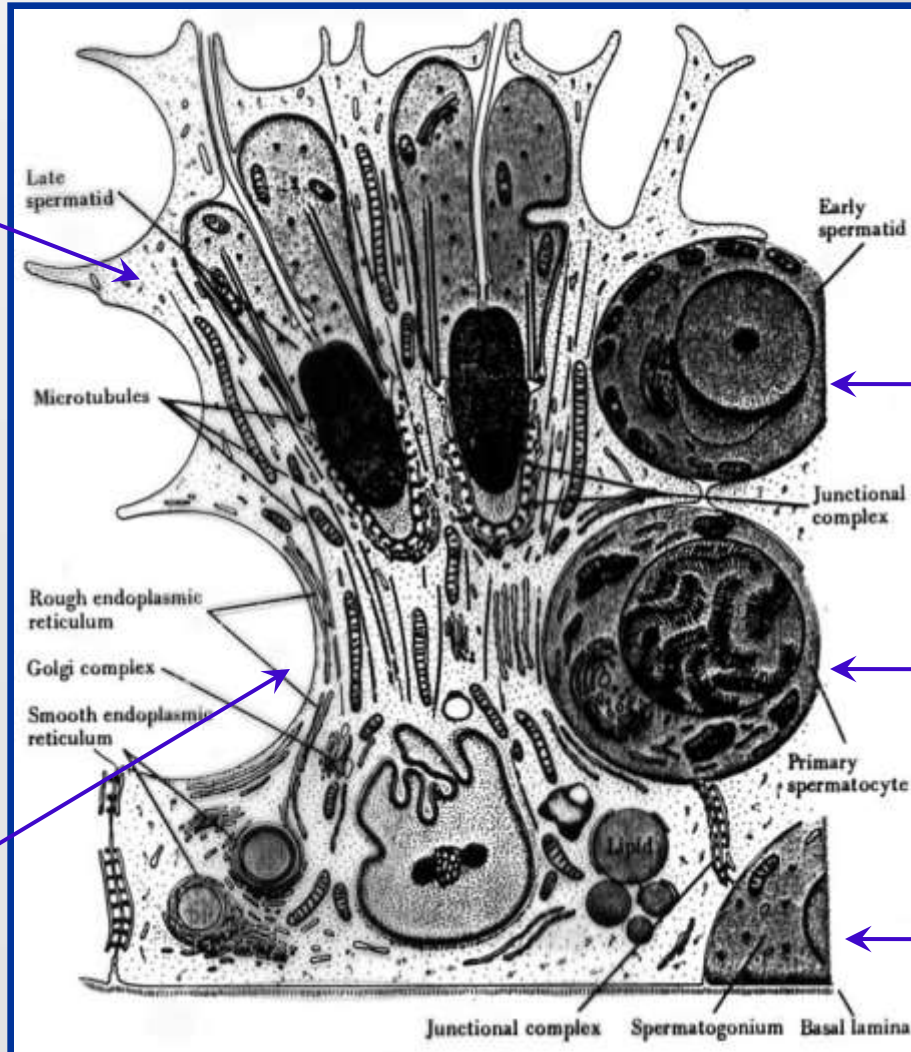
И- интерстиций

КАП- капилляр

КЛ- клетки Лейдига

↕ - гемато-тестикулярный барьер

# Герминативный эпителий



сперматида



Адлюминальная зона

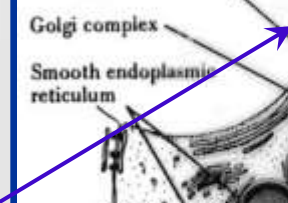
Сперматоцит 2-го порядка

Сперматоцит 1-го порядка

Базальная зона

Сперматогоний

Клетка Сертоле  
(сустенциит)

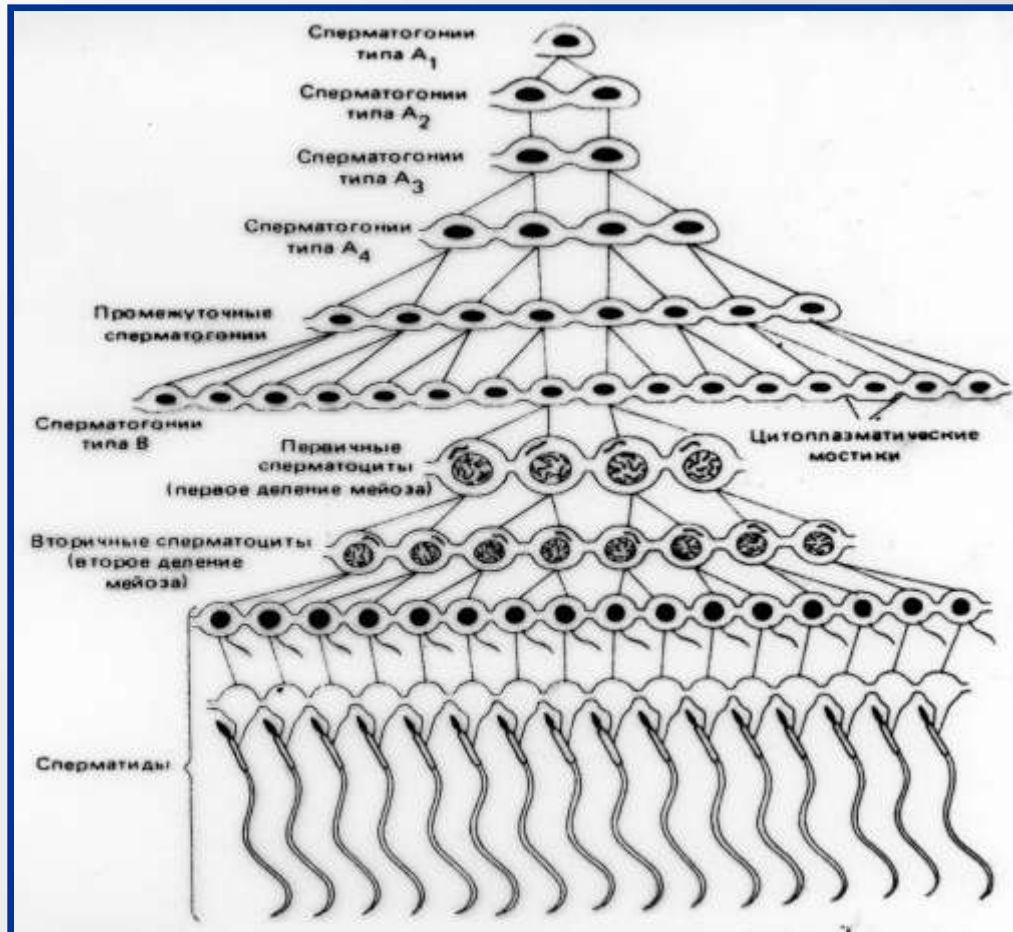




# Функции sustentоцитов

1. **Трофическая** – обеспечивает питание развивающихся половых клеток;
2. **Опорная** – служат опорными элементами для половых клеток;
3. **Защитная и барьерная** – предохраняют развивающиеся клетки от вредных воздействий, в том числе в качестве компонента гемато-тестикулярного барьера;
4. **Транспортная** – способствуют отделению половых клеток от базальной мембраны и их перемещение к просвету канальца;
5. **Фагоцитарная** – поглощают и разрушают погибшие и аномальные половые клетки;
6. **Синтетическая и секреторная** – вырабатывают и выделяют значительное число разнообразных веществ, в том числе:
  - жидкую среду канальца
  - регуляторные факторы (трансферрин, кальмодулин, факторы роста и др.), влияющие на развитие половых клеток;
  - андроген-связывающий белок, способствующий созданию в канальцах высоких локальных концентраций тестостерона, необходимых для нормального течения сперматогенеза;
  - половые стероиды – эстрогены и тестостерон;
  - антимюллеров гормон, стимулирующий регрессию мюллеровых протоков в период эмбриогенеза.

# Стадии сперматогенеза



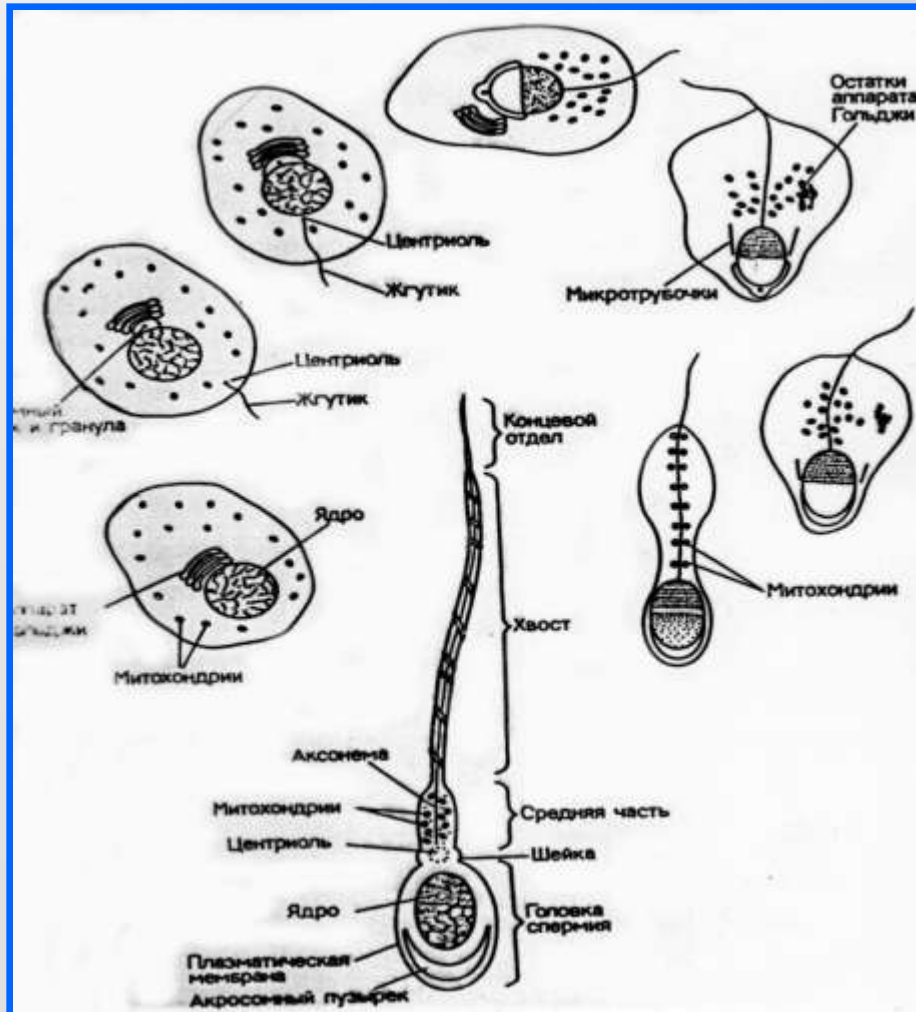
Размножение

Рост

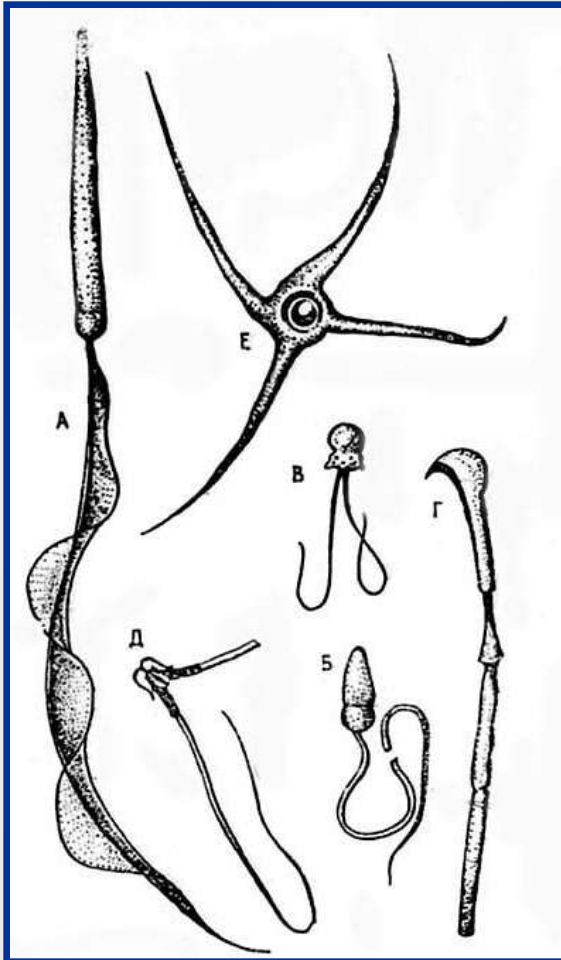
Созревание

Формирование

# Стадия формирования (спермиогенез)



# Разновидности сперматозоидов



Некоторые виды жгутиковых (А-Д)  
и безжгутиковых (Е)  
сперматозоидов

А- жабы

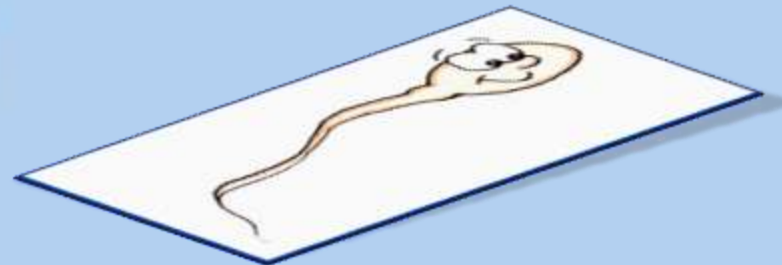
Б- морского ежа

В- рыбы Tetradon

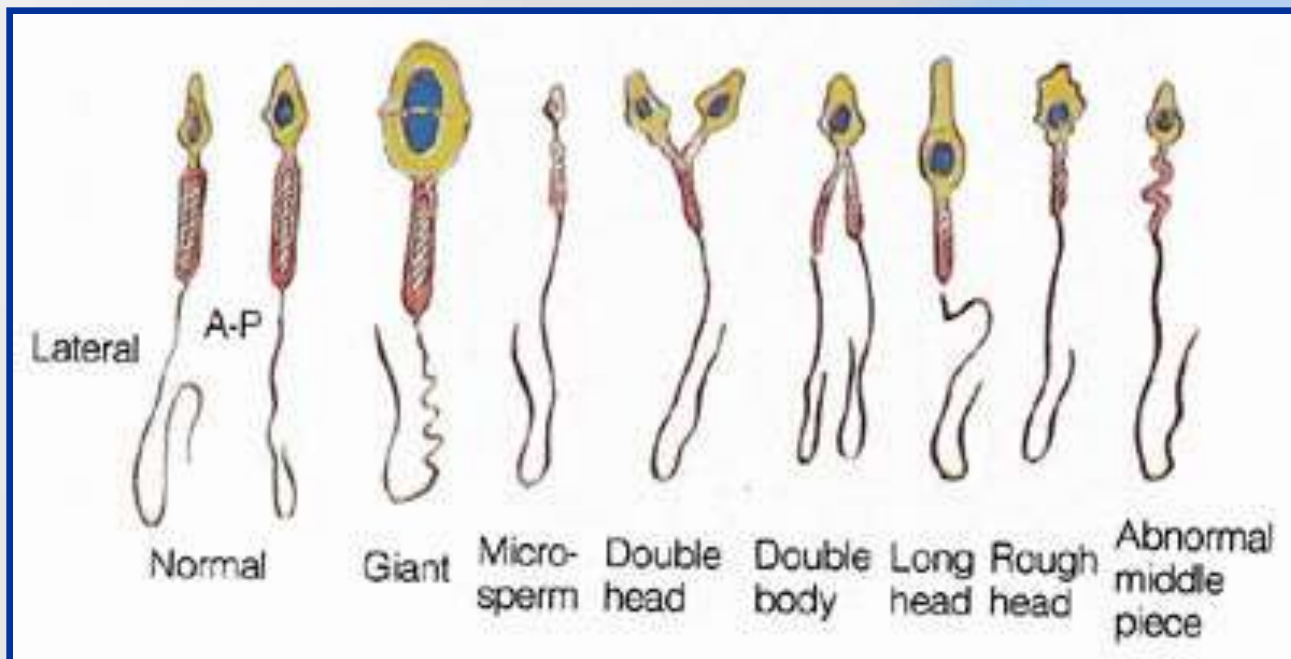
Г- морской свинки

Д- опоссума

Е- речного рака



# Варианты патологически измененных морфотипов сперматозоидов человека



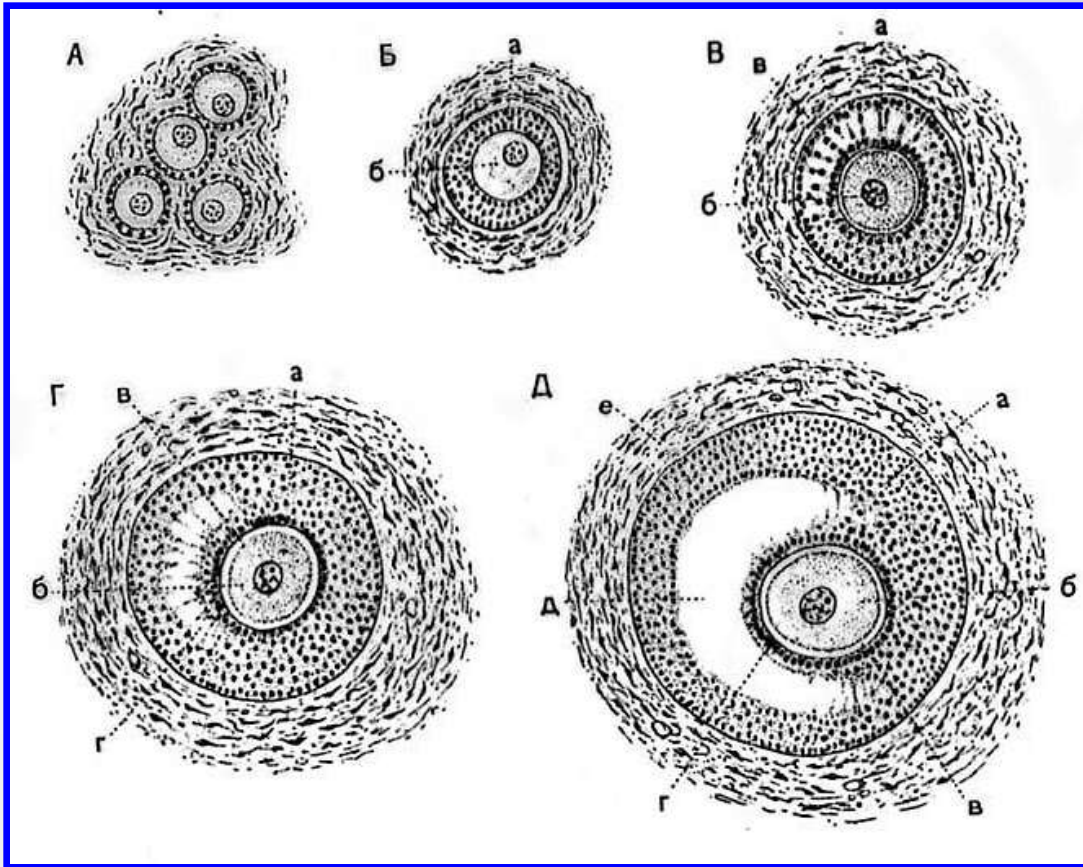
## Еще несколько любопытных фактов:

- ☆ Исследователи впервые обнаружили сотни белков, составляющих головку и хвостик самой маленькой клетки мужского организма. Всего был идентифицирован **381 белок**.
- ☆ Ученые считают, что открытие поможет им лучше понять, как сперматозоидам удается проделывать путь, **равный в соответствующем масштабе пересечению Атлантики**.
- ☆ Сперматозоиды созревают примерно за **10 недель**.
- ☆ Для производства нормального количества сперматозоидов необходима температура на три-пять градусов ниже температуры тела.
- ☆ В организме взрослого мужчины вырабатывается от **70 до 150 миллионов сперматозоидов в день**.
- ☆ Их начальная скорость - **45 км в час**.
- ☆ Они движутся через семявыносящий проток, где впитывают фруктозу, которая действует как **ракетное топливо**.
- ☆ Они перемещаются со скоростью **30 сантиметров в час**

# **ОВОГЕНЕЗ**

*(образование и развитие  
женских половых клеток)*

# Развитие яйцеклетки (овариального фолликула)



А, Б - примордиальные  
(первичные) фолликулы

*а – фолликулярные клетки*

*б – ооцит первого порядка*

В, Г - растущие (вторичные)  
фолликулы

*а – фолликулярные клетки*

*б – ооцит*

*в – блестящая оболочка*

Д - юный граафов (третичный)  
фолликул

*а – зернистая оболочка,  
состоящая из*

*фолликулярных клеток*

*б – ооцит второго порядка*

*в – блестящая оболочка*

*г – лучистый венец*

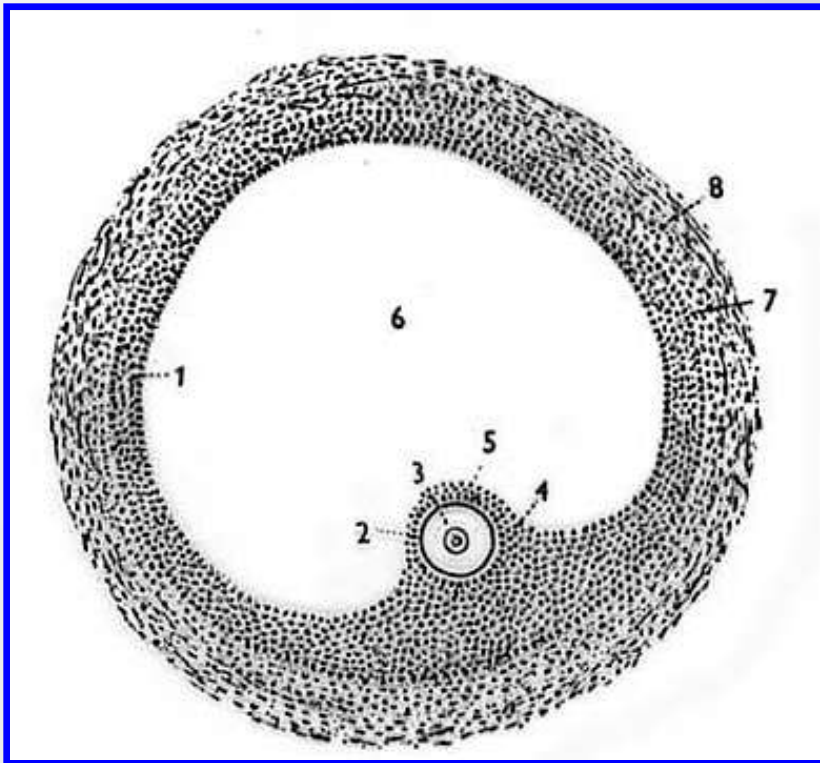
*д – полость фолликула*

*(резорбционная полость)*

*е – оболочка фолликула*



## Строение зрелого граафова пузырька (третичный фолликул)



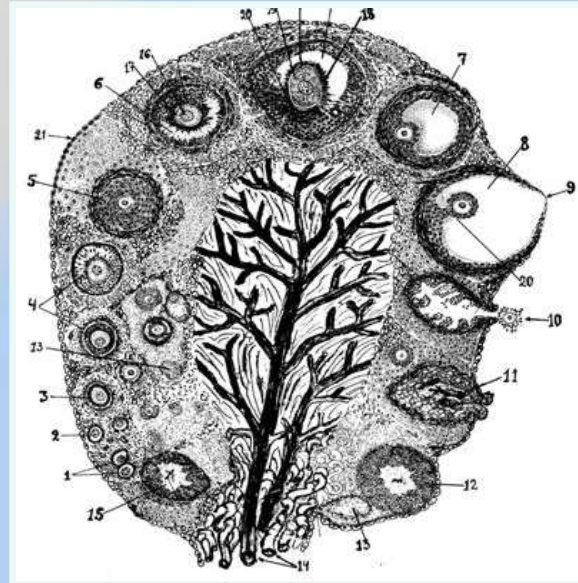
- 1 – зернистая оболочка*
- 2 – блестящая оболочка*
- 3 – ооцит второго порядка*
- 4 – лучистый венец*
- 5 – яйценосный бугорок*
- 6 – резорбционная полость*
- 7 – внутренняя оболочка фолликула (teca interna)*
- 8 – наружная оболочка фолликула (teca externa)*

Овулирующая яйцеклетка  
млекопитающего (ЯК)

Яичник кошки с яйцеклеткой,  
готовой к овуляции (↑)

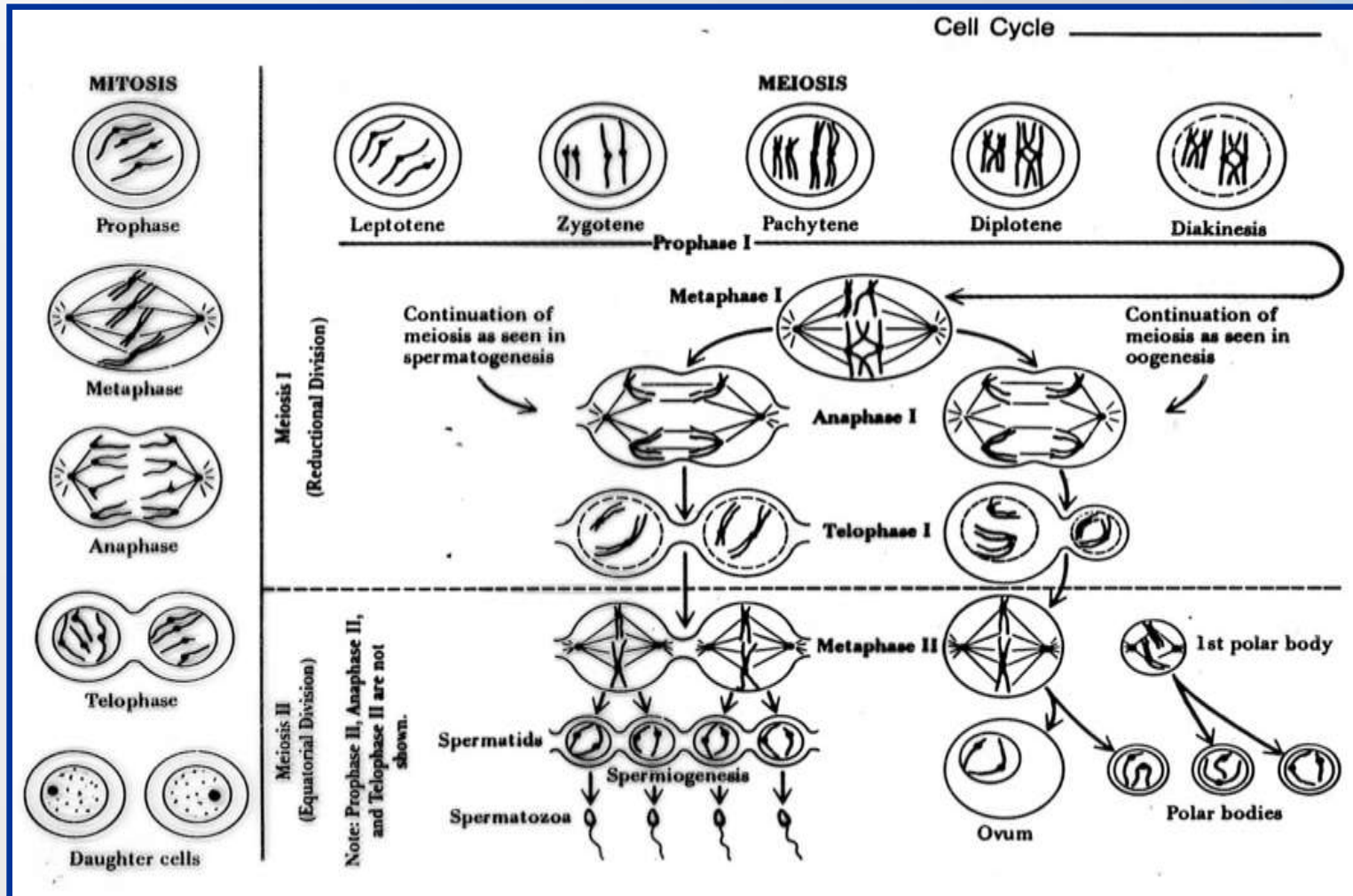


Поверхность яичника



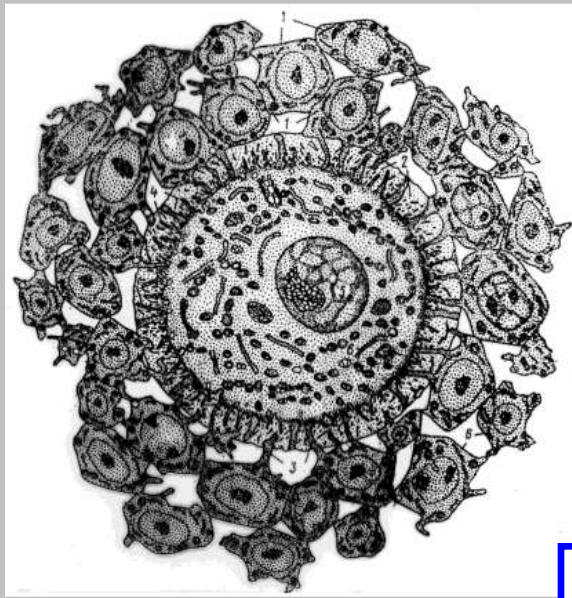
Яичник коровы

# Стадии гаметогенеза: ОВОГЕНЕЗ

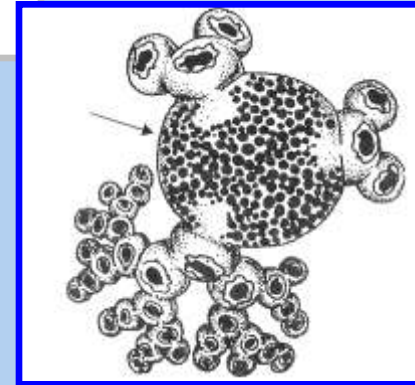


# Типы питания яйцеклеток

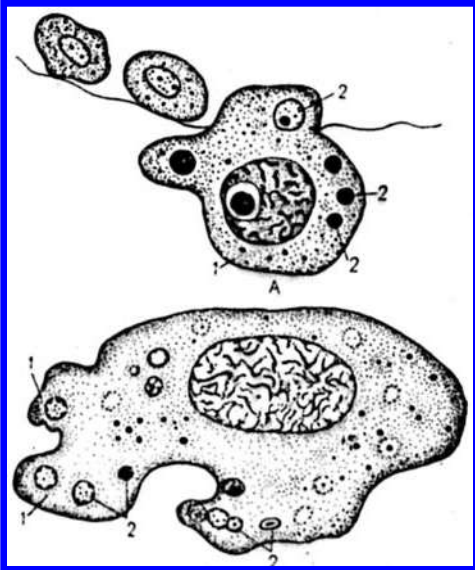
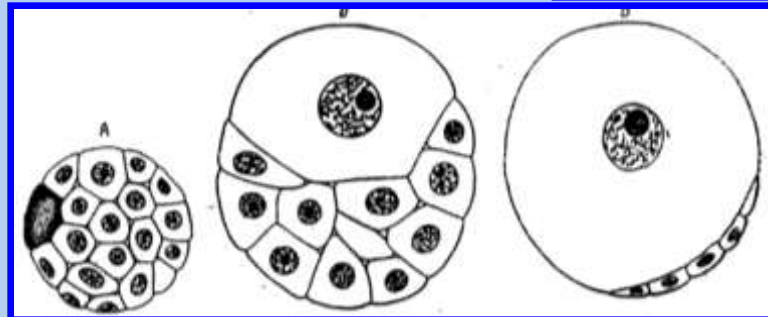
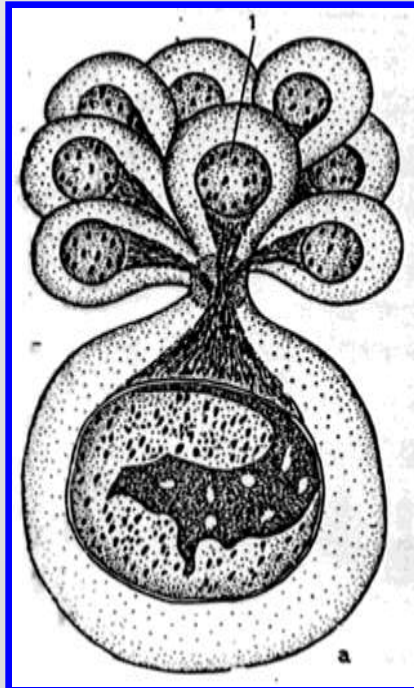
Фолликулярный



Нутриментарный

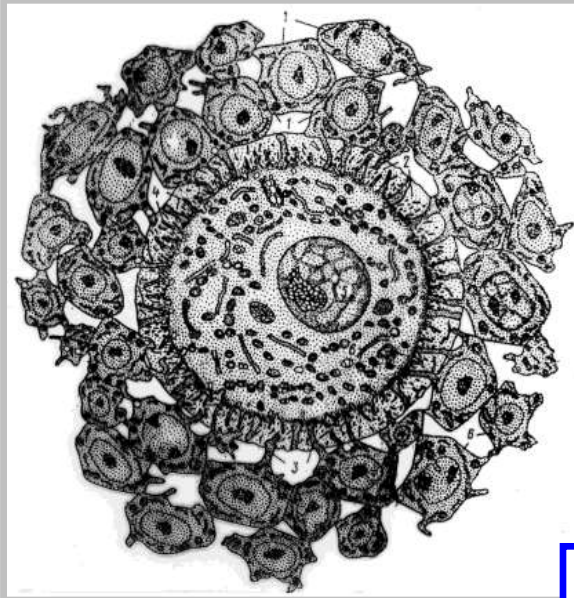


Фагоцитарный

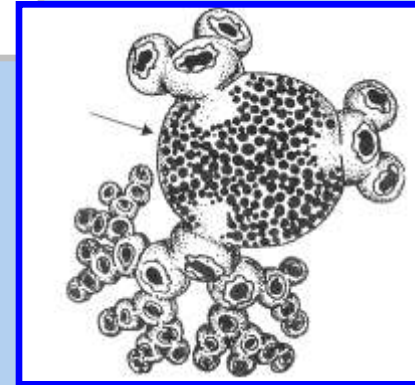


# Типы питания яйцеклеток

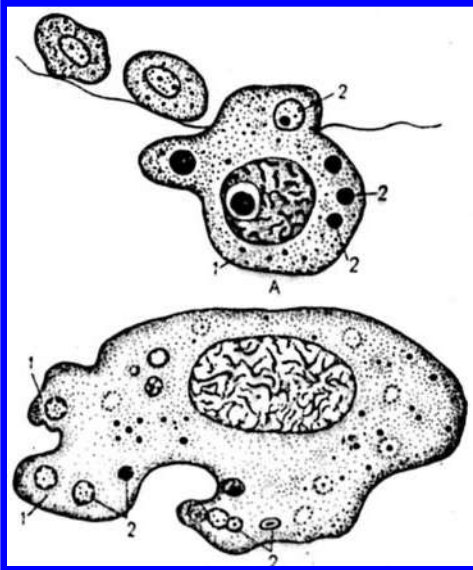
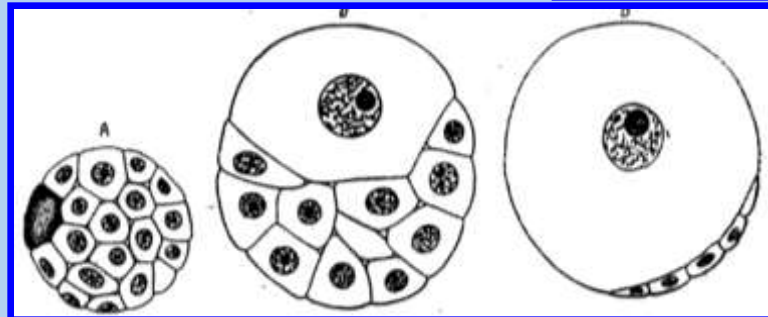
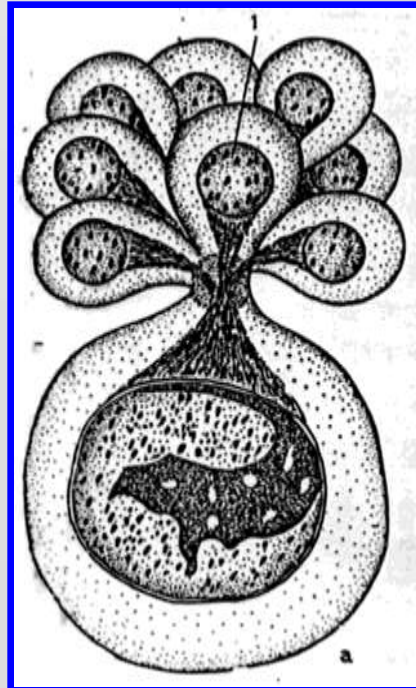
Фолликулярный



Нутриментарный



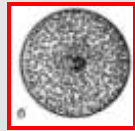
Фагоцитарный



# Классификация яйцеклеток

## По расположению ядра

Изолецитальная  
(ланцетник, беззубка)



Телолецитальная:

*\*умеренно*

(амфибии)

*\*телолецитальная*

(костистые рыбы)

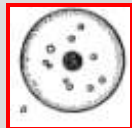
*\*резко*  
(птицы)



Центролецитальная  
(насекомые)



Вторично-изолецитальная  
(млекопитающие)



## По количеству желтка

Олиголецитальная

Мезолецитальная

Полилецитальная

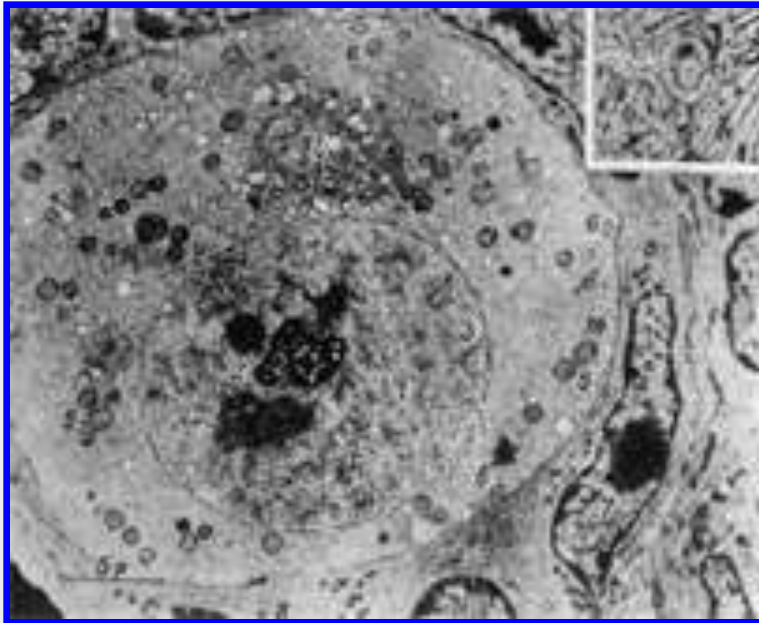


Алецитальная

## Блок мейоза

- На стадии **диакинеза** (*губки; черви: плоские, круглые, кольчатые; иглокожие; морские звезды; некоторые млекопитающие: лисицы, лошади, собаки*)
- На **1 профазе** мейоза (*человек*)
- На **метафазе 1** (*насекомые; некоторые моллюски; некоторые черви: кольчатые и немертины; губки*)
- На **метафазе 2** (*позвоночные, кроме лисиц, лошадей и собак*)
- **Нет блока** (*некоторые кишечнополостные, морские ежи*)

# Зрелая яйцеклетка

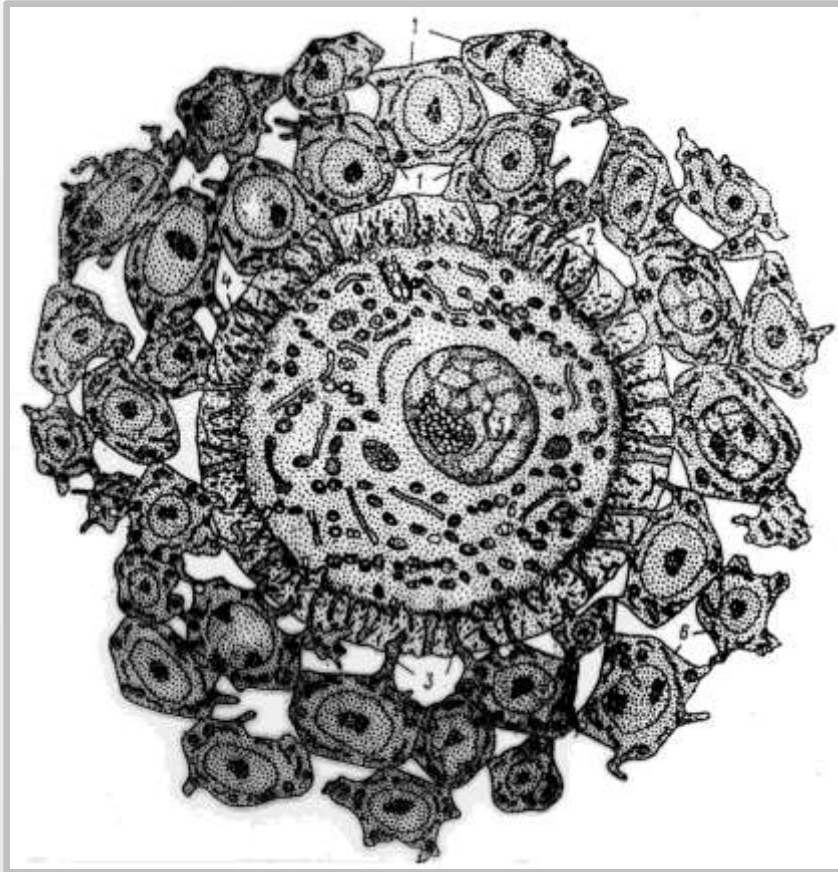


Ультраструктура яйцеклетки

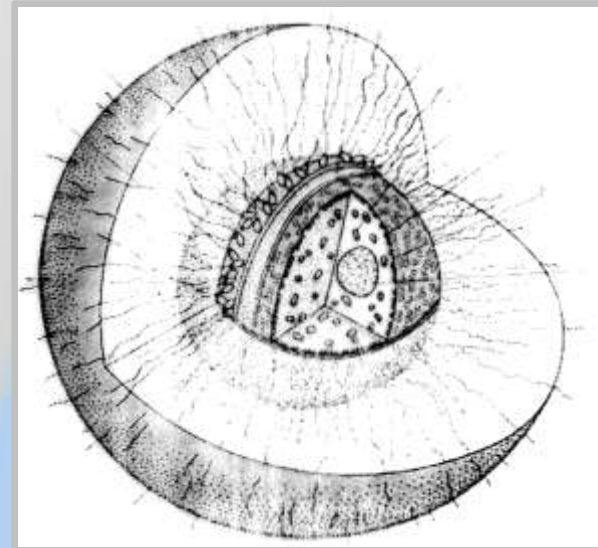




# Строение зрелой яйцеклетки



Яйцеклетка млекопитающего в  
окружении фолликулярных клеток



Яйцеклетка морского ежа со  
студенистой оболочкой



кортикальная гранула

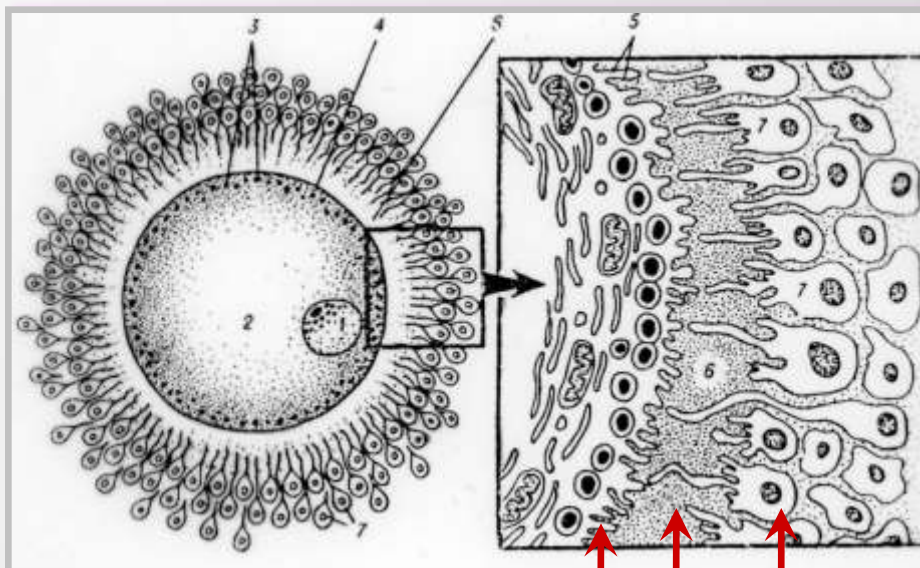
# Специфические структуры цитоплазмы яйцеклетки

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| ЖЕЛТОЧНЫЕ<br>ГРАНУЛЫ              | В мембранных гранулах содержатся фосфо- и липопротеины - <b>фосфовитин</b> и <b>липовителлин</b> .<br>Некоторые из этих веществ образуются в печени женщины, другие - непосредственно в ооците I. |
| КОРТИКАЛЬНЫЕ<br>ГРАНУЛЫ           | Находясь под плазмолеммой, эти гранулы содержат ферменты, которые после оплодотворения участвуют <b>в кортикальной реакции</b>  |
| МУЛЬТИ-<br>ВЕЗИКУЛЯРНЫЕ<br>ТЕЛЬЦА | Данные тельца появляются в результате переваривания фагоцитированных частиц.  |

## Другие особенности яйцеклетки

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <p><b>Особенности состава</b></p> | <p>а) В цитоплазме - очень высокое содержание компонентов белоксинтезирующей системы (рибосом, тРНК, мРНК).<br/>         б) Отсутствуют центриоли; в связи с этим, способность к делениям восстанавливается только тогда, когда в клетку попадают центриоли сперматозоида.<br/>         в) На поверхности плазмолеммы имеются микроворсинки</p>   |
| <p><b>Наличие оболочек</b></p>    | <p>Яйцеклетку (точнее, ооцит II), как и предшествующие ей клетки, окружают оболочки:<br/> <b>блестящая</b>, или прозрачная (<i>zona pellucida</i>, или <math>Zp</math>), и <b>зернистая</b>, образованная фолликулярными клетками.</p>  |
| <p><i>Блестящая оболочка</i></p>  | <p>а) Блестящая оболочка состоит из из гликопротеинов разных видов (<math>Zp_1</math>, <math>Zp_2</math>, <math>Zp_3</math>) и гликозамингликанов.<br/>         б) Гликопротеины фракции <math>Zp_3</math> являются рецепторами для сперматозоидов, а гликопротеины фракции <math>Zp_2</math> после кортикальной реакции препятствуют полиспермии.<br/>         в) Компоненты блестящей оболочки синтезируются фолликулярными клетками.</p> |
| <p><i>Зернистая оболочка</i></p>  | <p>Фолликулярные клетки зернистой оболочки не окружены базальной мембраной (поскольку представляют собой лишь часть фолликулярного эпителия), но имеют длинные отростки, пронизывающие блестящую оболочку.</p>  |
| <p><i>Лучистый венец</i></p>      | <p>Нередко говорят о лучистом венце, подразумевая под ним либо только внутренние части фолликулярных клеток с отходящими от них отростками, либо всю совокупность зернистого слоя и блестящей оболочки.</p>   |
| <p><b>Редукционные тельца</b></p> | <p>Где-то в составе оболочек или под ними находятся редукционные тельца - другие (помимо яйцеклетки) продукты двух делений мейоза.</p>  |

# Строение оболочек зрелой яйцеклетки млекопитающего



- 1 – цитоплазматическая оболочка яйцеклетки с микроворсинками
- 2 – блестящая (прозрачная) оболочка (первичная)
- 3 – фолликулярная оболочка (вторичная)

1  
2  
3

## Регуляторные факторы яйцеклетки

- Дезинтеграция ядерной оболочки
- Конденсация хромосом
- Преобразование ядра в пронуклеус
- Цитотомия ядра
- Цитостатический фактор (блокирующий деление созревания)

Соотношение размеров сперматозоидов (\*)  
и яйцеклетки (↙)

