



# MICRO

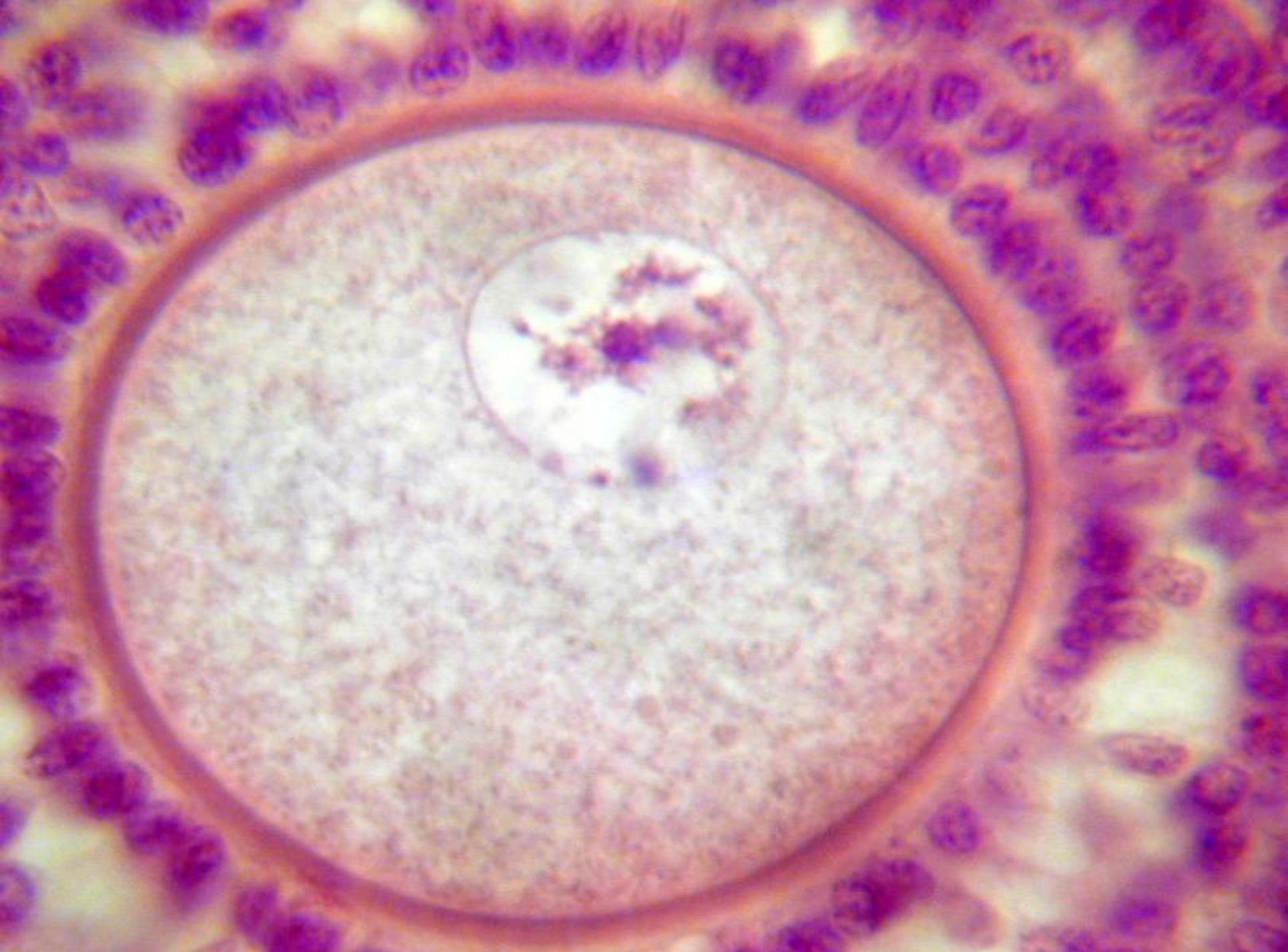
Работу выполнил  
Студент 209 гр. Шиповалов П.В.  
Проверил  
Доцент кафедры, д.м.н. Истомина О.Ф.

## Яйцеклетки. Овогенез.

# MICRO

## Общие сведения

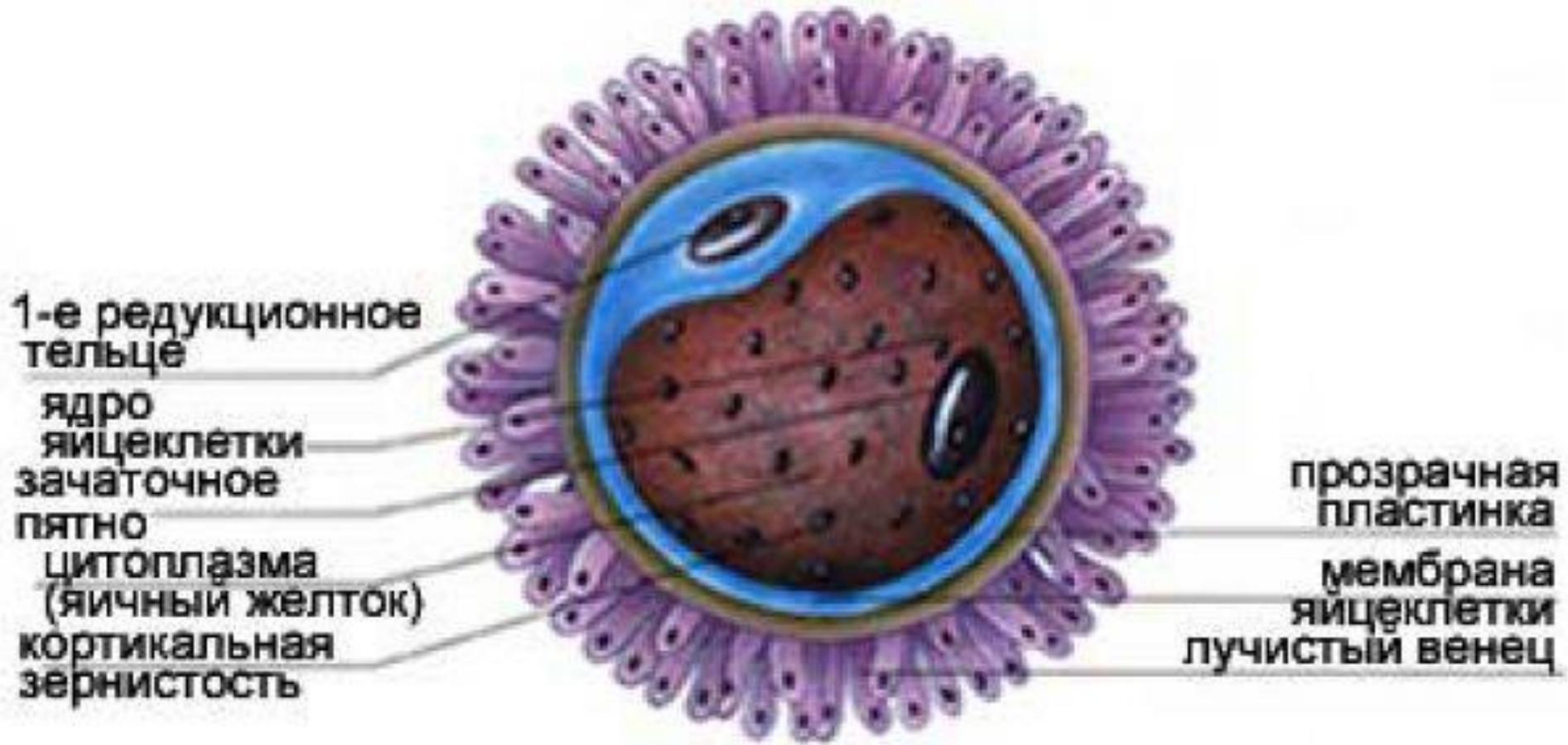
- **Яйцеклетки** (овоциты, ovum – яйцо) – неподвижные, округлой формы половые женские клетки, накапливающие в цитоплазме у представителей разных классов животных различное количество питательных веществ углеводной, белковой и липидной природы, получающих общее название желтка. Суммарный запас трофических желтковых включений в яйце самок определяется особенностями морфологической организации определенных классов животных, длительностью и условиями эмбрионального развития, наличием или отсутствием личиночного метаморфоза.



# Органоиды и включения яйцеклетки.

- Относительно мелкое, округлой формы, с хорошо выраженным ядрышком и мелкозернистым хроматином ядро по-разному смещено к какому-либо краю клетки из-за сильного развития эндоплазматической сети и пластинчатого комплекса, обеспечивающих накопление желтка.
- Типичное краевое положение ядра характерно для яйцеклеток с большими запасами желтка (птицы), незначительное смещение от центра – для маложелтковых яйцеклеток ланцетников и млекопитающих.
- Свободные рибосомы обнаруживаются в цитоплазме клеток в небольшом количестве, в умеренном – митохондрии. Для зрелых яйцеклеток характерно отсутствие центросомы, которую они теряют на стадии созревания в процессе второго деления мейоза.
- В периферической зоне цитоплазмы яйцеклеток накапливаются специфические для них кортикальные гранулы, содержащие гликозаминогликаны,

# MICRO



# MICRO

## Оболочки

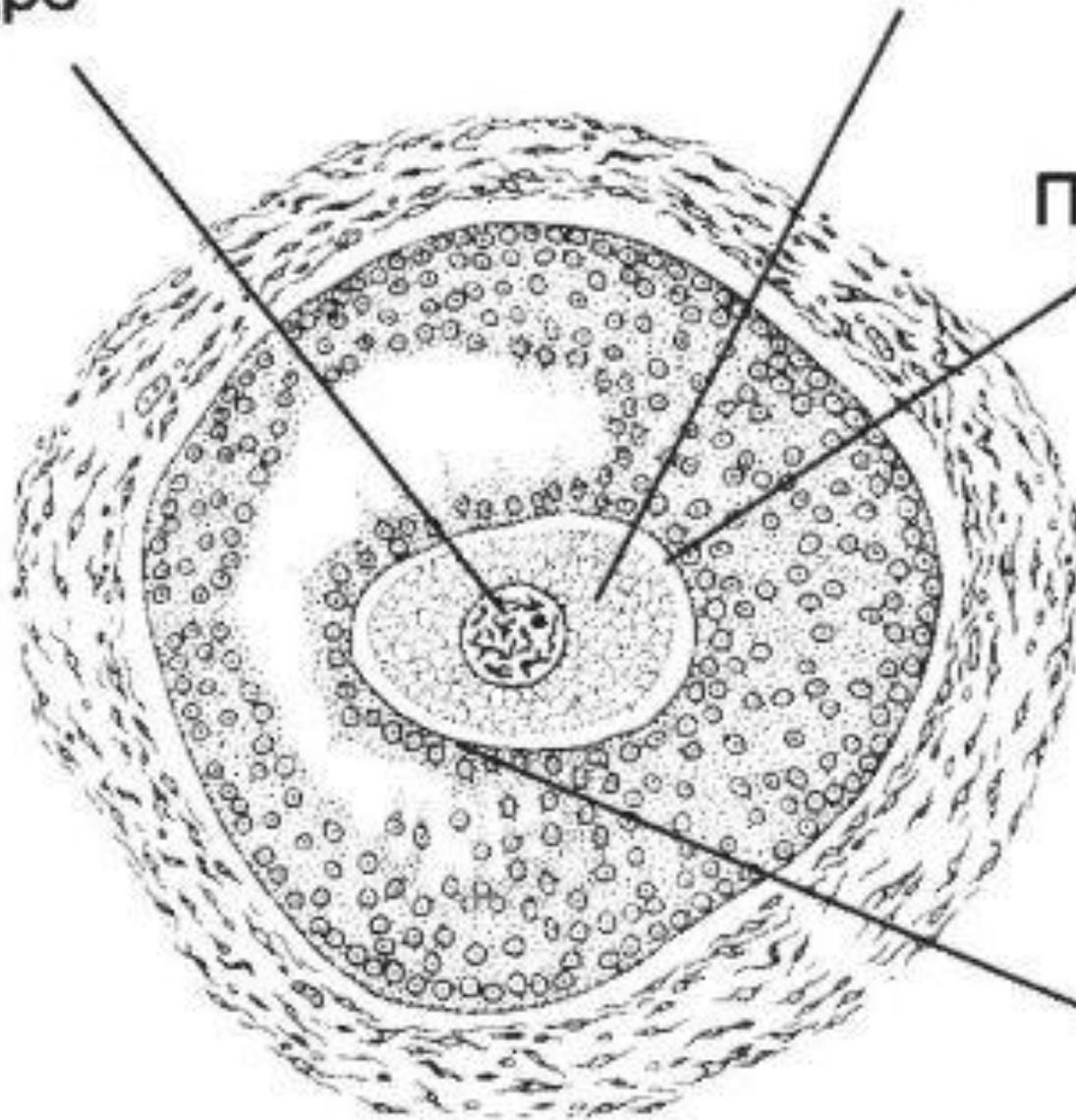
- Одной из главных особенностей строения яйцеклеток является формирование у них в процессе овогенеза вторичных, а у птиц и третичных оболочек. Плазмолемма яйцеклеток представляет собой их первичную оболочку, называемую оволеммой. На стадии роста за счет вспомогательных фолликулярных клеток яичников и собственно овоцита образуются вторичные оболочки: неклеточная блестящая (прозрачная) и клеточная – лучистый венец.
- Ближайшая к оволемме прозрачная оболочка состоит из гликозаминогликанов и белков. Она выполняет защитную функцию, обеспечивает доставку к овоциту питательных веществ, необходимых для осуществления процессов ее жизнедеятельности и формирования желтка; играет важную роль в иммунных взаимодействиях со сперматозоидами и защите яйца от возможного попадания чужеродных антигенов из крови, омывающей фолликулу. Для активизации обменных процессов овоцит и фолликулярные клетки лучистого венца выпячивают в блестящую оболочку, навстречу друг к другу, микроворсинки.
- Лучистый венец формируется у растущих (вторичных) фолликулов за счет размножения и роста поддерживающих фолликулярных клеток, входящих в состав примордиальных фолликулов. Вследствие гормональной активизации первичные, функционально неактивные вспомогательные клетки делятся митотически, увеличиваются в размерах, меняя свою форму от плоской до кубической и призматической. Высокие призматические клетки, плотно одевая овоцит, формируют вокруг него своеобразную корону из радиально расположенных и самих тел клеток, и их удлинённых ядер.
- У яиц птиц вторичные оболочки выражены слабо, но зато у них получают особенно сильное развитие третичные оболочки. Третичные оболочки формируются за счет активной функции желез разных отделов яйцевода, наслаивающих последовательно свои секреты на уже оплодотворенную яйцеклетку при ее медленном перемещении в клоаку. В результате образуются белковая, наружная и внутренняя подскорлуповые, скорлуповая и надскорлуповая оболочки, выполняющие защитные и трофические функции при развитии

Ядро

Овоцит

Прозрачная оболочка  
(*zona pellucida*)

Лучистый венец  
(*corona radiata*)



# MICRO

## Химический состав яйцеклетки

- Зрелая яйцеклетка, как правило, бывает крупнее овогонии и тем более крупнее любых других соматических клеток. В ходе овогенеза в цитоплазме яйцеклетки резервируется большое количество веществ, необходимых для ее созревания и обеспечения раннего эмбриогенеза.
- *Во-первых*, это компоненты, необходимые для процессов репликации, транскрипции и трансляции, такие, как соответствующие ферменты, рибосомы, мРНК, тРНК и их предшественники.
- *Во-вторых*, это набор специфических регуляторных веществ, которые обеспечивают координированное функционирование всех запасенных компонентов. Некоторые из них, будучи в овоците уже к моменту оплодотворения, начинают действовать только в фазе гастрюляции. К названным веществам относятся фактор дезинтеграции ядерной оболочки (с разрушения ядерной оболочки начинается прометафаза 1-го мейотического деления); фактор, вызывающий конденсацию хромосом; фактор, преобразующий ядро сперматозоида в пронуклеус и активирующий в нем синтез ДНК перед дроблением; фактор, ответственный за цитотомию во время дробления; фактор, ответственный за блок мейоза на стадии метафазы II (у многих позвоночных снятие этого блока происходит только в результате оплодотворения).
- *В-третьих*, это желток, в состав которого входят белки, фосфолипиды, нейтральные жиры, минеральные соли. Желток представляет собой запас питательных веществ и энергетических ресурсов, необходимых для обеспечения эмбрионального периода. Многие вещества, вырабатываемые печенью, попадают в овогонии в период их роста через фолликулярные клетки яичника. Это требует от самки больших энергетических затрат.
- Благодаря описанным особенностям химического состава цитоплазмы яйцеклетки зародыш на протяжении периода дробления в ряде случаев не использует для развития генетическую информацию ядер зиготы и бластомеров. Специфический химический состав и закономерное распределение веществ в цитоплазме яйцеклетки имеют большое значение для начальных фаз эмбриогенеза. Запасенные питательные и энергетические

# MICRO

## Классификация по количеству желтка

- Один из принципов классификации яйцеклеток – по количеству желтка:
  - Алецитальные (безжелтковые) - у видов, развитие которых протекает с метаморфозами и эмбриональный период очень короткий или у некоторых паразитарных червей.
  - Олиголецитальные (маложелтковые) - у видов развивающихся вне организма матери в относительно благоприятной водной среде, эмбриональный период относительно короткий (губки, иглокожие, круглоротые, ланцетник). А также у видов с внутриутробным развитием, зародыши которых питаются за счет матери (млекопитающие).
  - Мезолецитальные (среднее количество желтка) - развитие вне организма матери в водной среде (рыбы, земноводные) и у сумчатых млекопитающих.
  - Полилецитальные (многожелтковые) - развитие идет вне организма матери, причем на суше (птицы, пресмыкающиеся, яйцекладущие млекопитающие).
- Таким образом, количество желтка в яйцеклетке зависит от условий, в которых развивается зародыш, а также в какой-то степени от длительности эмбрионального развития

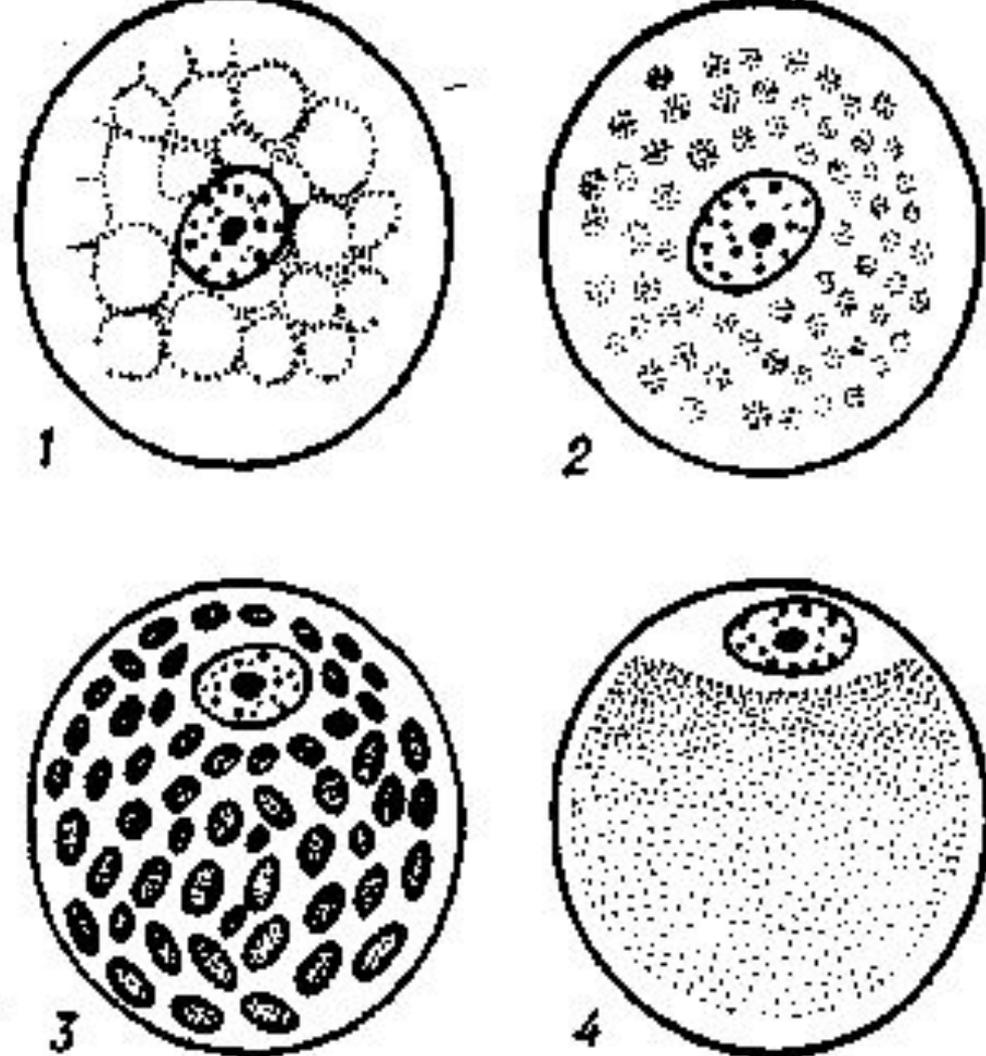
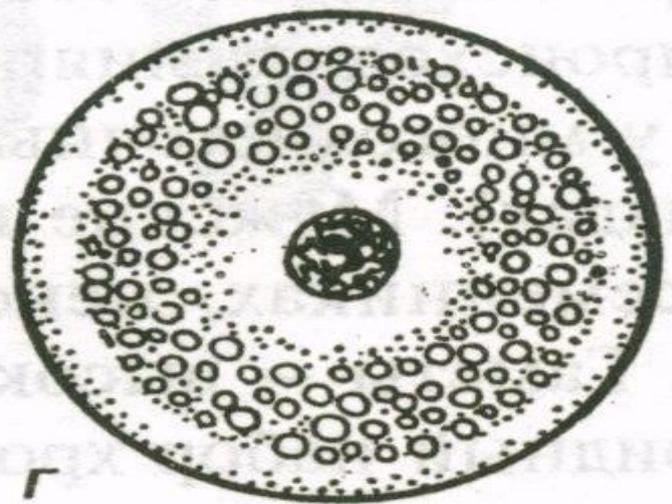
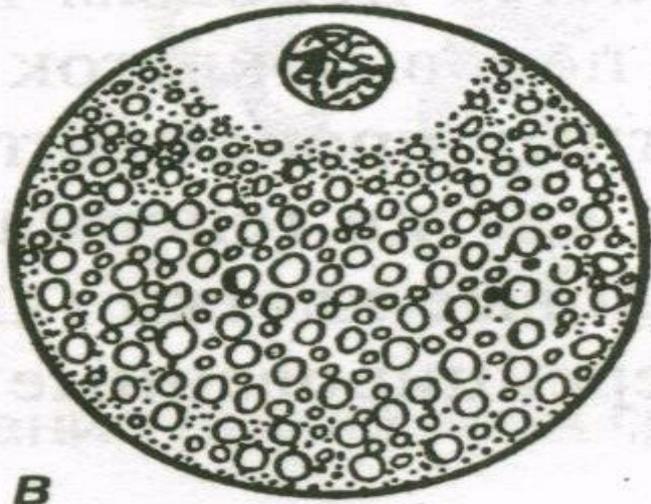
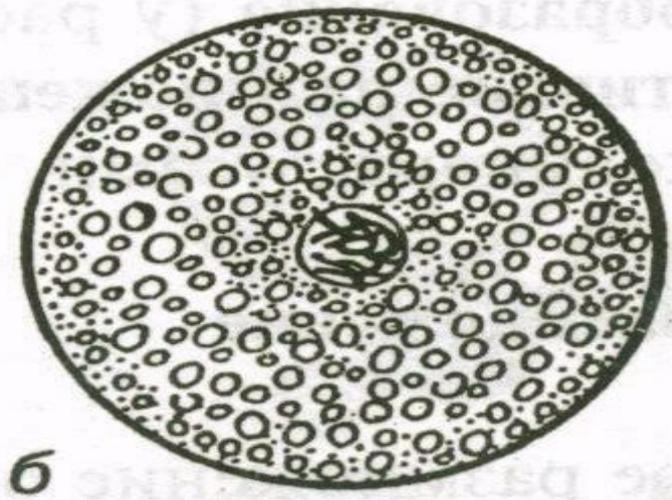
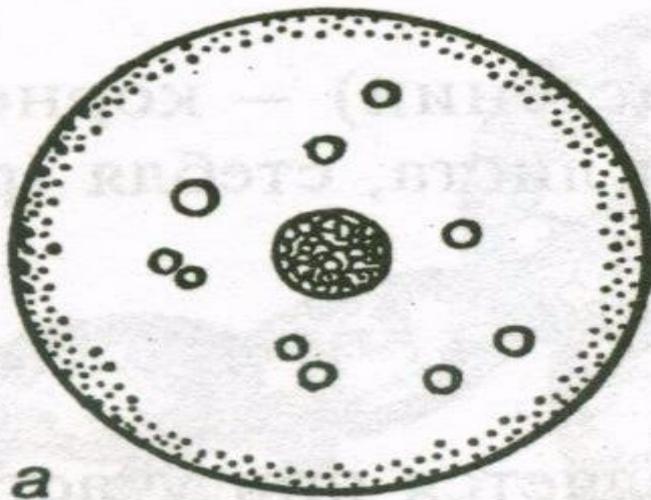


Рис. 1. Типы яйцеклеток по количеству и распределению желтка: 1 — алецитальный; 2 — олиголецитальный (изолецитальный); 3 — мезолецитальный (переходный); 4 — полилецитальный (телолецитальный).

# MICRO

## Классификация по локализации желтка

- **Изолецитальные** - равномерное распределение желтка по всей цитоплазме. Характерно для олиголецитальных яйцеклеток. Различают первичноизолецитальные (ланцетник) и вторичноизолецитальные яйцеклетки (плацентарные млекопитающие).
- **Телolecитальные** - желток распределяется по цитоплазме неравномерно, полярно. На одном полюсе (вегетативном) располагается желток, а на другом полюсе (анимальном) - ядро и органоиды. Характерно для мезо- и полилецитальных яйцеклеток (земноводные, птицы, яйцекладущие и сумчатые млекопитающие). Среди телolecитальных яйцеклеток различают 2 подгруппы:
  - *умеренно телolecитальные* - полярность выражено умеренно, нерезко (мезolecитальная яйцеклетка лягушки);
  - *резко телolecитальные* - полярность ярко выражена (полилецитальная яйцеклетка рыбы, птицы).
- **Центролецитальные** - желток в виде узкого пояса сосредоточен вокруг ядра (насекомые).
- Таким образом, у ланцетника яйцеклетка олиголецитальная и первично-изолецитальная, у лягушки - мезolecитальная и умеренно телolecитальная, у птиц - полилецитальная и резко телolecитальная, у млекопитающих - олиголецитальная и вторично изолецитальная.
- Верхняя часть яйцеклетки, где мало желтка называется анимальным полюсом, нижняя же часть больше вегетативным полюсом.



Типы яйцеклеток по распределению желтка: а – алецитальная, б – изолецитальная, в – телолецитальная, г – центролецитальная.

# MICRO

## Овогенез

- В стадию размножения мигрировавшие в зачаток яичника первичные половые клетки – **ОВОГОНИИ** внедряются в тяжи разрастающихся в виде пфлюгеровских мешков поддерживающих клеток. Овогонии в них начинают усиленно делиться, а означенные мешки распадаться на более мелкие клеточные комплексы – яйценосные шары. Последние, в свою очередь, рассыпаются на **фолликулы**. Она теперь называется **овоцитом I порядка**. Овоцит окружен вначале только одним слоем плоских фолликулярных клеток.
- Обменные процессы в самих овоцитах и в фолликулярных клетках таких фолликулов сильно заторможены. Это функционально неактивные, покоящиеся фолликулы. Их принято обозначать первичными, или примордиальными .
- Между фолликулами в виде небольших скоплений в прослойках рыхлой соединительной ткани размещаются **интерстициальные клетки** с эндокринной функцией.
- К возрасту половой зрелости значительно повышается гормонопродуцирующая функция аденоцитов гипофиза и интерстициальных эндокриноцитов яичников, вследствие чего часть овоцитов I порядка пробуждается и начинает расти. Они последовательно проходят стадию малого роста (**превителлогенез**), в которой клетки синтезируют структурные, ферментные белки, липиды, углеводы и накапливают небольшие количества желтка за счет собственных органелл, и стадию большого роста (**вителлогенез**). Стадия большого роста длится долго по времени, характеризуется усилением активности вспомогательных фолликулярных клеток и вовлечением в процессы накопления желтка овоцитами многих органов систем самки, в первую очередь печени.
- Фолликулярные клетки в стадии большого роста размножаются, растут до кубической и призматической формы и образуют вначале вокруг овоцита I порядка один слой высоких клеток – **лучистый венец**, затем формируют совместно с овоцитом **блестящую оболочку**, а в дальнейшем – многорядный **зернистый слой**, вокруг которого оформляется базальная мембрана и соединительнотканная покрывка – **тека фолликула**.
- В теку включаются теперь и интерстициальные эндокриноциты. Глубокие слои теки образованы рыхлой соединительной тканью, в которой развиваются кровеносные сосуды, питающие фолликул. Внешние слои покрывки сформированы плотной соединительной тканью, выполняющей опорную и защитную функции.

# MICRO

## Овогенез

- Развивающиеся описанным способом фолликулы перешли во вторую форму своего существования, а поэтому называются вторичными. При этом вначале различаем вторичные фолликулы с однослойным поддерживающим эпителием (лучистый венец), а затем – с многослойным (лучистый венец и зернистый слой). По своей функциональной сущности все вторичные фолликулы являются растущими. В конечном итоге они достигают такого морфофункционального уровня своей организации, при котором можно обеспечить быструю передачу ооцитам необходимых трофических веществ и наладить активный синтез (клетки зернистого слоя) эстрогенных гормонов.
- Продуцируемые эстрогенные гормоны вначале накапливаются в форме капель фолликулярной жидкости между клетками зернистого слоя. В последующем отдельные капли сливаются в большие вакуоли, образующие несколько полостей, и, наконец, формируется одна большая полость, наполненная фолликулярной жидкостью, которая оттесняет клетки зернистого слоя к одному краю фолликула. Так в фолликуле появляется яйценосный холмик, на котором удерживается овоцит I порядка, полностью завершивший стадию роста, иногда вступивший уже и в профазу мейоза.
- Все разновидности фолликулов, накапливающих фолликулярную жидкость, гормоны из которой крайним рядом клеток зернистого слоя передаются в кровь, называются третичными, или пузырьчатыми.
- Стенки самого зрелого из них выпячиваются наружу вместе с внешней оболочкой яичника. Плотная соединительная ткань теки и прилегающих к ней участков белочной оболочки под влиянием эстрогенных гормонов разрыхляется, а давление скапливающейся внутри фолликулов жидкости возрастает, отчего такие фолликулы, именуемые **Граафовыми пузырьками**, лопаются. В результате овоцит I порядка отрывается от яйценосного холмика, выносится током жидкости в брюшную полость, где он улавливается воронкой яйцевода.
- На месте лопнувшего (овулировавшего) фолликула путем врастания соединительной ткани с кровеносными сосудами и трансформации оставшихся клеток зернистого слоя в лютеиноциты (лютеин – желтый пигмент) развивается **желтое тело**, которое вырабатывает

# MICRO

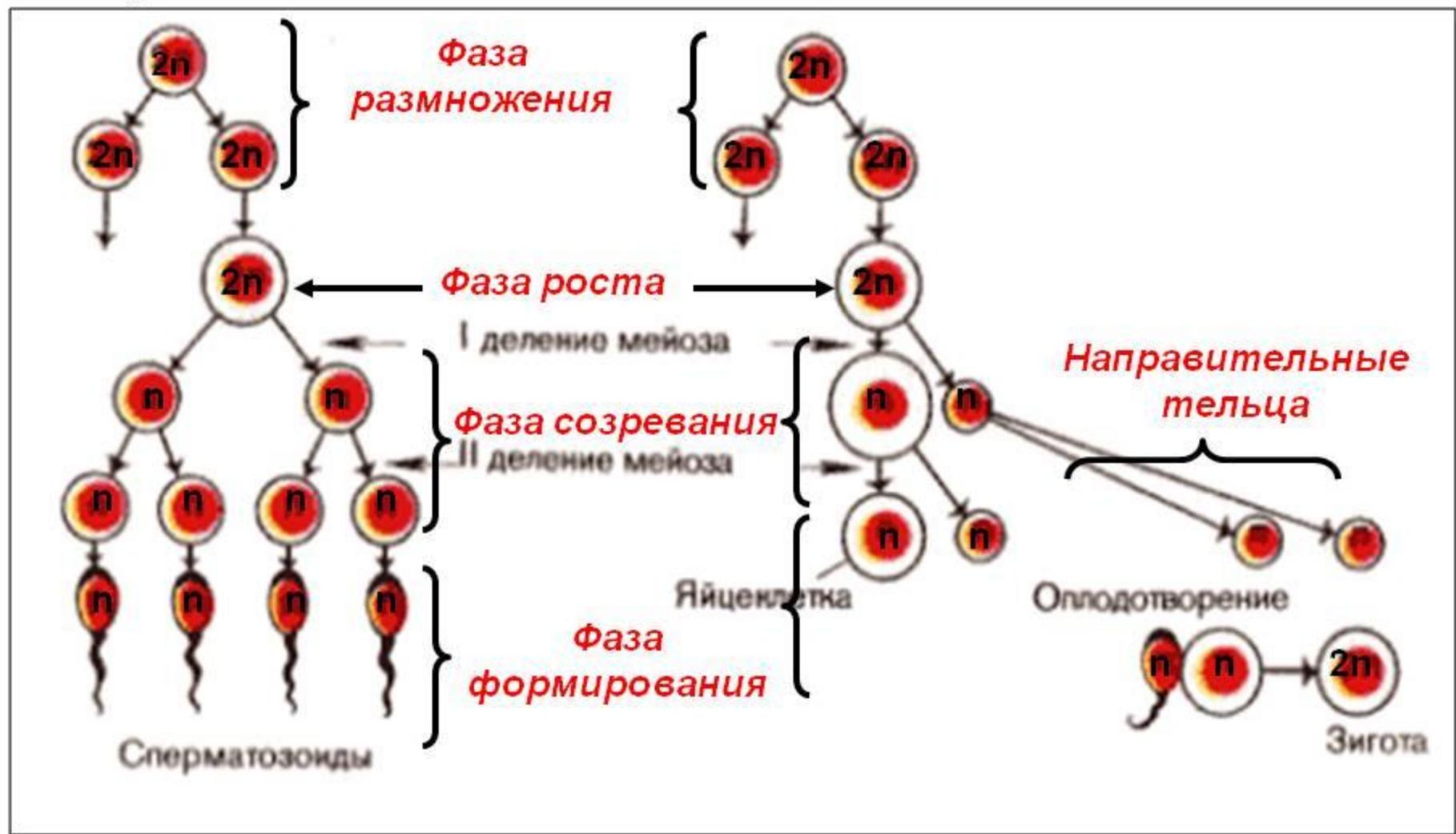
## Овогенез

- Деления мейозом будущих яйцеклеток значительно отличаются от деления сперматоцитов. При первом делении из **овоцита I порядка** образуется одна крупная клетка, сохраняющая запас желтка – **овоцит II порядка**, и очень мелкая клеточка с минимальным количеством цитоплазмы – **первоеполярное, или направительное тельце (полоцит)**. При втором делении мейоза опять наблюдается неравноценное распределение цитоплазмы между дочерними клетками: большая ее часть с желточными включениями остается **зрелым овоцитом**, незначительная – **завторым направительным тельцем**. Первое направительное тельце, в свою очередь, также делится.
- Таким образом, при овогенезе в результате делений созревания, как и при сперматогенезе, образуется четыре клетки, но только одна из них – истинная яйцеклетка сохраняет накапливаемый в стадию роста желток. Назначение направительных телец состоит в отборе лишнего набора хромосом. Мейоз часто совпадает со временем осеменения самок, а поэтому к его завершению образующаяся яйцеклетка оказывается уже окруженной сперматозоидами. Естественно, что на месте отщепления от крупной клетки маленькой в слоях фолликулярных клеток, одевающих овоцит, появляются дефекты, через которые сперматозоидам легче пройти к оволепме. Следовательно, полярные тельца как будто бы направляют сперматозоиды по пути, наиболее благоприятному для осуществления оплодотворения, что и послужило основанием для присвоения этим маленьким клеточкам наименования **направительных телец**.

# Гаметогенез

сперматогенез

овогенез



MICRO

Спасибо

за

ВНИМАНИЕ