

Лекция № 11 «Оплодотворение»

- I. Основные этапы прохождения сперматозоидов по женскому половому тракту
- II. Основные этапы оплодотворения
- III. Сущность капацитации
- IV. Сущность акросомальной реакции
- V. Условия необходимые для оплодотворения

к.вет.н., доцент Корочкина Е.А.

ОСЕМЕНЕНИЕ – процесс введения спермиев в половые пути самки.

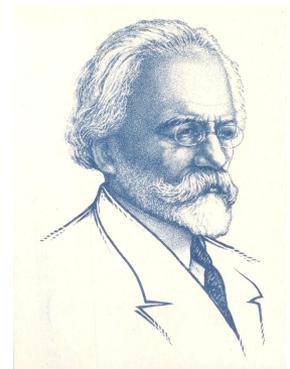


Осеменение животных



Естественное

Искусственное



Наружное

(беспозвоночные, рыбы)

Внутреннее (млекопитающие)

Влагалищный тип

КРС, МРС, Кролики, Приматы.

Маточный тип

Кобыла, Свинья, Собака

Характерные особенности коитуса животных с

МАТОЧНЫМ ТИПОМ

естественного осеменения:

кобыла, свинья, собака

- А) большой объём эякулята
- Б) низкая концентрация спермиев
- В) асинхронное выделение составных частей эякулята
- Г) большая продолжительность, длительность полового акта
- Д) непродолжительная жизнеспособность спермиев в половых путях самки

Характерные особенности коитуса животных с

ВЛАГАЛИЩНЫМ ТИПОМ

естественного осеменения -

КРС, МРС, КРОЛИКИ, ПРИМАТЫ.

А) малый объем эякулята, с высокой концентрацией

Б) эякуляция протекает синхронно (спермии и секрет одновременно, не считая уретральных желез)

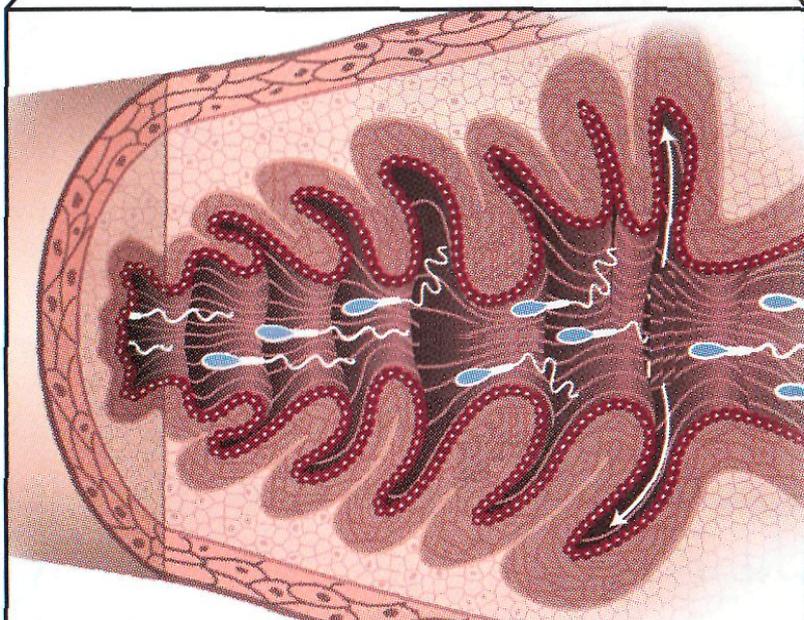
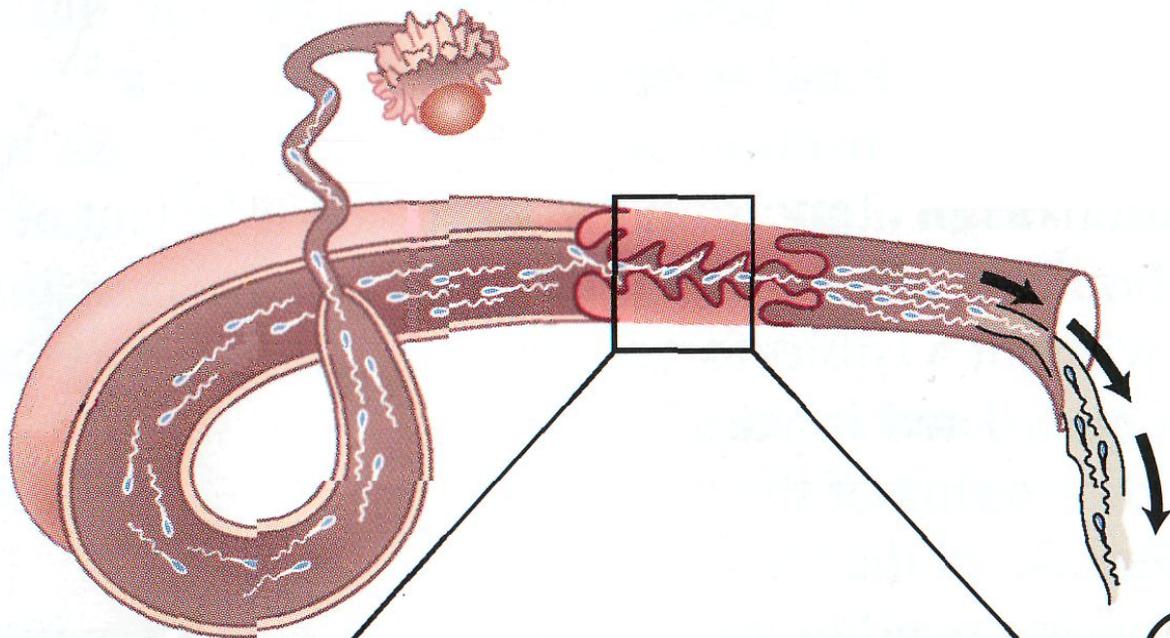
В) кратковременный коитус (выражается в характерном толчке)

Г) накопление спермиев в канале шейки матки

I. ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ СПЕРМИЕВ ПО РЕПРОДУКТИВНОМУ ТРАКТУ САМОК

В зависимости от типа естественного осеменения животного, спермии попадают либо в краниальную часть влагалища, либо непосредственно в матку.





2

Шейка матки- основной барьер транспорта сперматозоидов

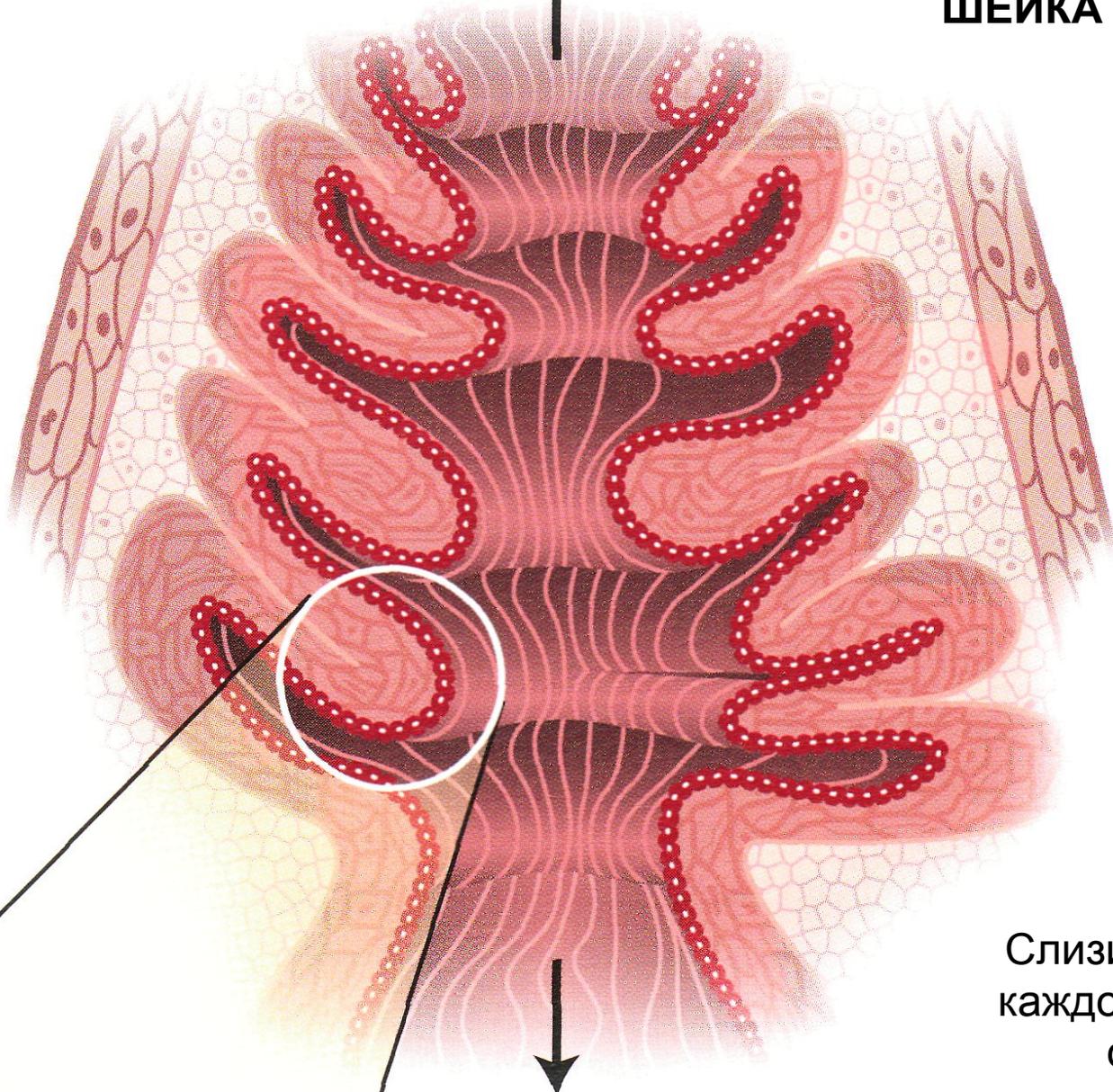
- удаление неподвижных спермиев
 - удаление некоторых видов патологических форм спермиев
- До 48 часов спермии сохраняют оплодотворяющую способность

К матке



ШЕЙКА МАТКИ КОРОВЫ

Шейка матки – резервуар для накопления спермиев (у животных с **влагалищным типом** естественного осеменения депо спермиев в течение первых 24 часов)



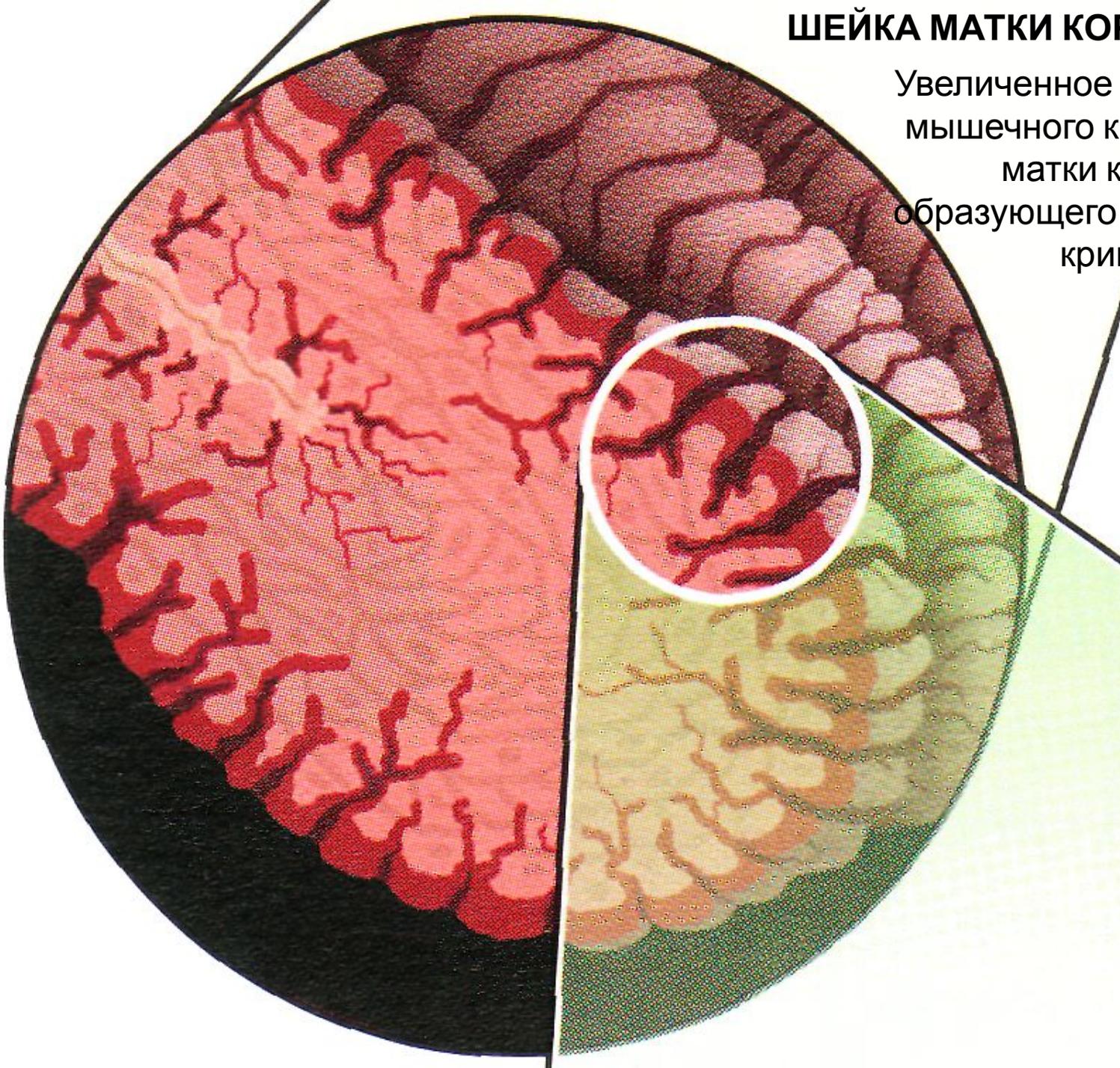
К влагалищу



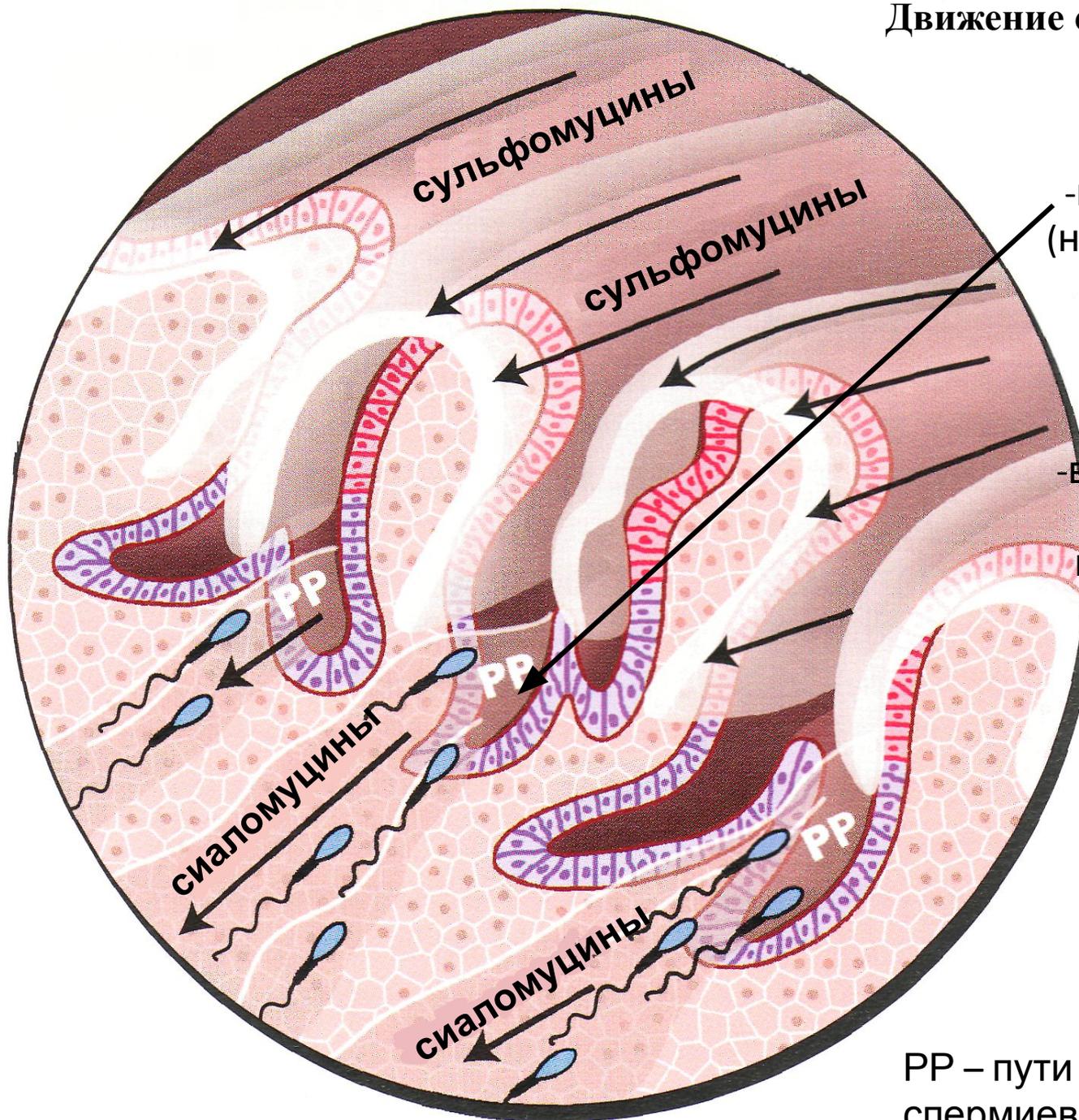
Слизистая на поверхности каждого мышечного кольца образует крипты

ШЕЙКА МАТКИ КОРОВЫ

Увеличенное изображение
мышечного кольца шейки
матки коровы,
образующего на слизистой
крипты



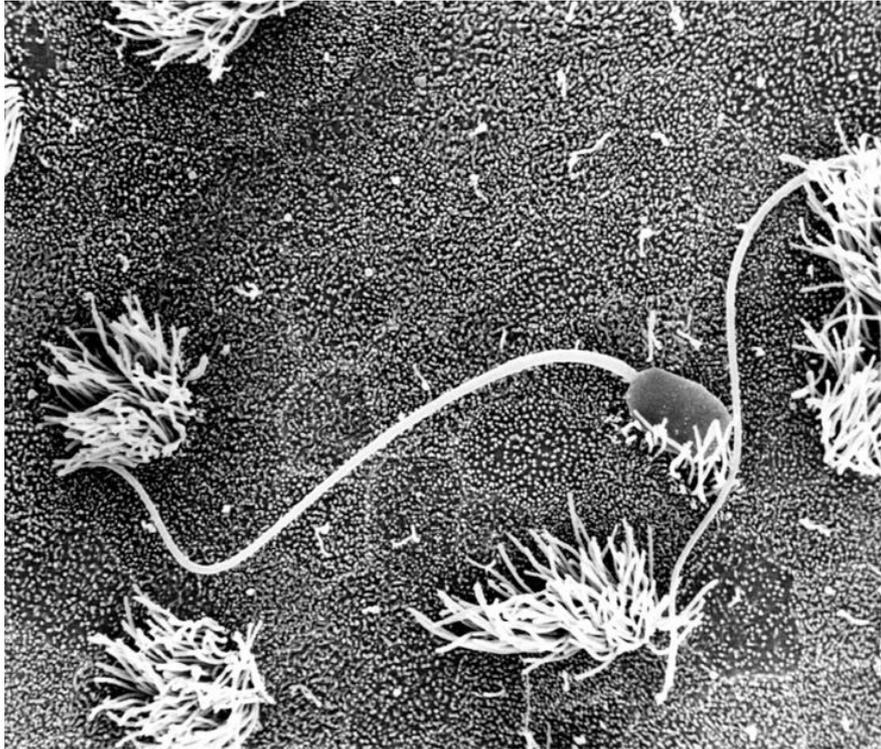
Движение сперматозоидов по шейке матки коровы



Слизь шейки матки:
-первый тип – сиаломуцины
(низкая вязкость, выработка
клетками базальной
области шейки матки –
криптами)

-второй тип – сульфомуцины
(высокая вязкость,
производится в эпителии
апикальной части шейки
матки)

PP – пути проникновения
спермиев через шейку матки



Сперматозоиды в полости матки

Сперматозоиды
+ вязкий сульфомуцином

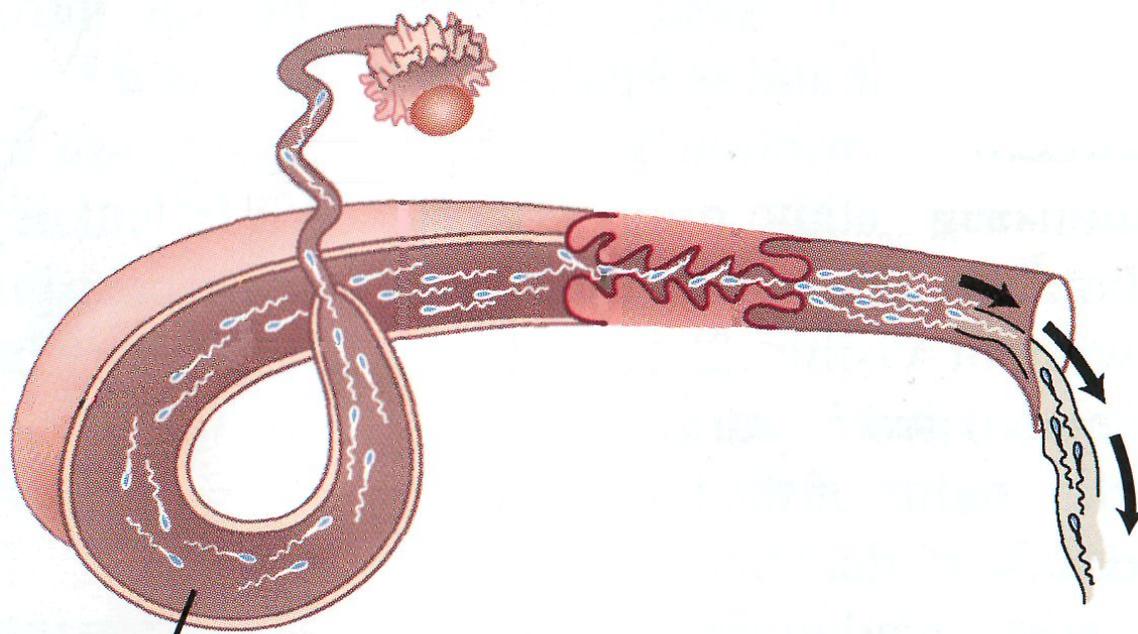


вымываются из половых путей

Сперматозоиды
+ невязкий сиаломуцином



попадают в крипты шейки
матки



Дальнейшее проникновение спермиев обусловлено как **реотаксисом** (способностью двигаться против тока жидкости), так и благодаря сокращению стенок полового тракта, создающему отрицательное давление в нем.

3

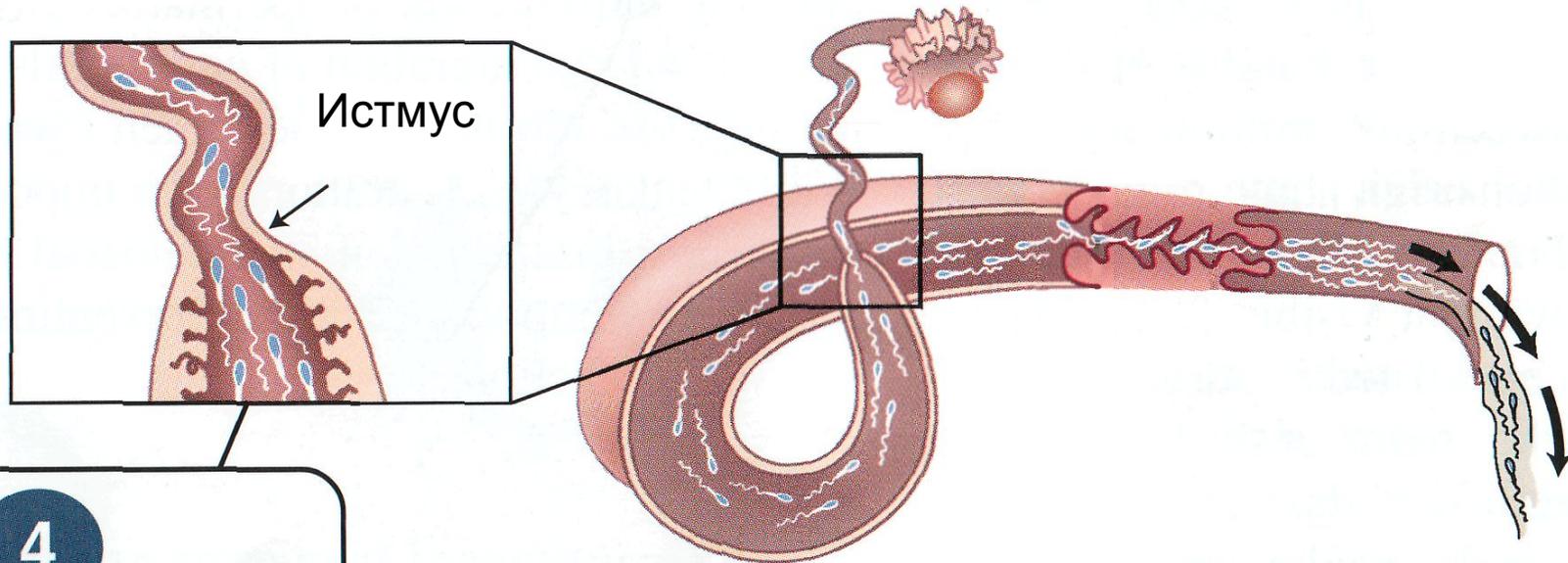
Матка

-начало капацитации
-фагоцитоз

Истмус – узкая часть маточной трубы, в месте соединения с рогом матки. Является также резервуаром для спермиев (для животных с маточным типом естественного осеменения)

из которого они в дальнейшем постепенно проникают в маточную трубу.

У животных с **маточным типом** естественного осеменения спермии достигают концов рогов матки через несколько минут.

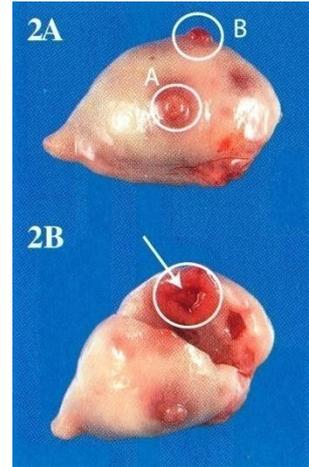
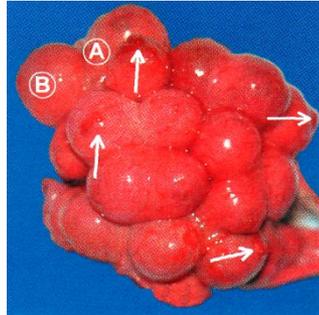
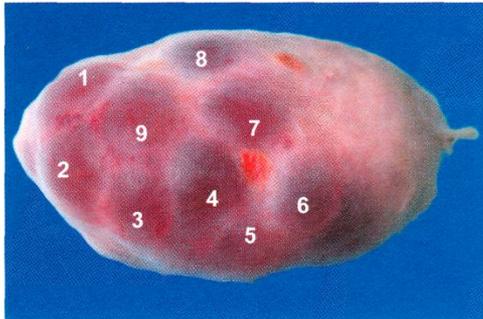
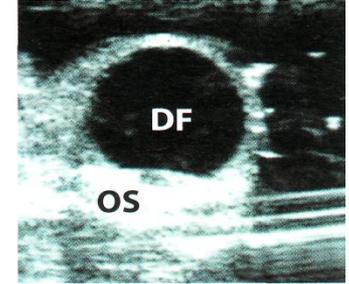
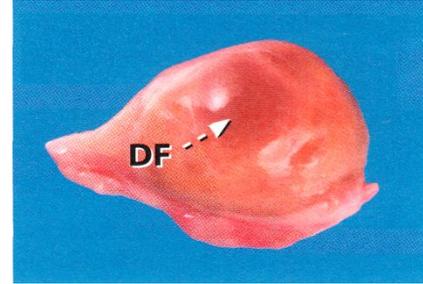
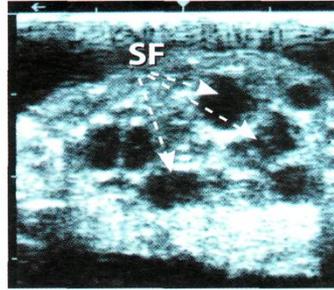
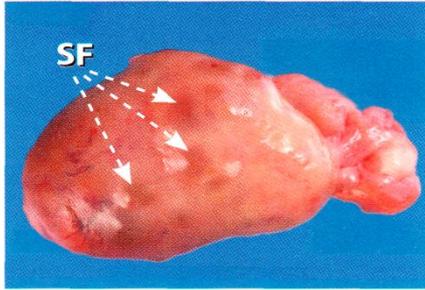


4

Маточная труба

- завершение капацитации
- гиперактивные движения

Яичники животных на разных этапах полового цикла



L'INFERTILITÉ AVEC RETOURS EN CHALEURS RÉGULIERS (REPEAT-BREEDING) ● 269



545



546

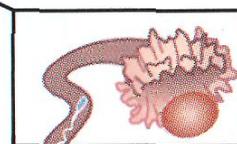
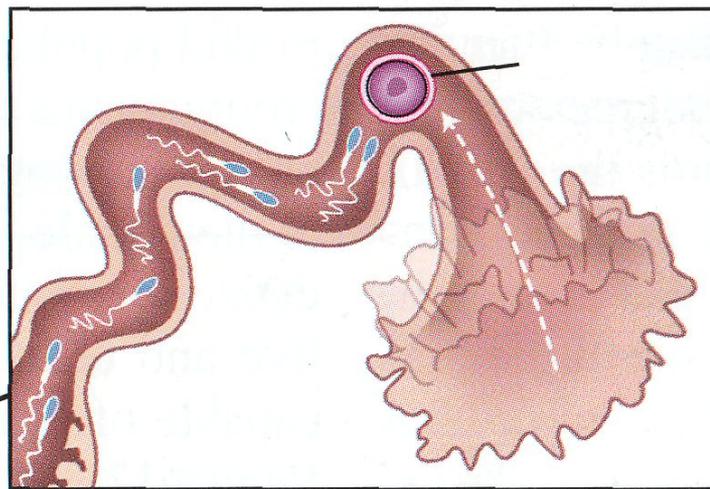
Photo 545 : ovaire normal. Notez la présence, en surface, de deux excroissances représentant la partie de corps jaunes externe à l'ovaire. **Photo 546 :** ovaire porteur d'un follicule kystique.

Ампула маточной трубы – расширенная часть яйцевода перед бахромкой, где происходит оплодотворение

5

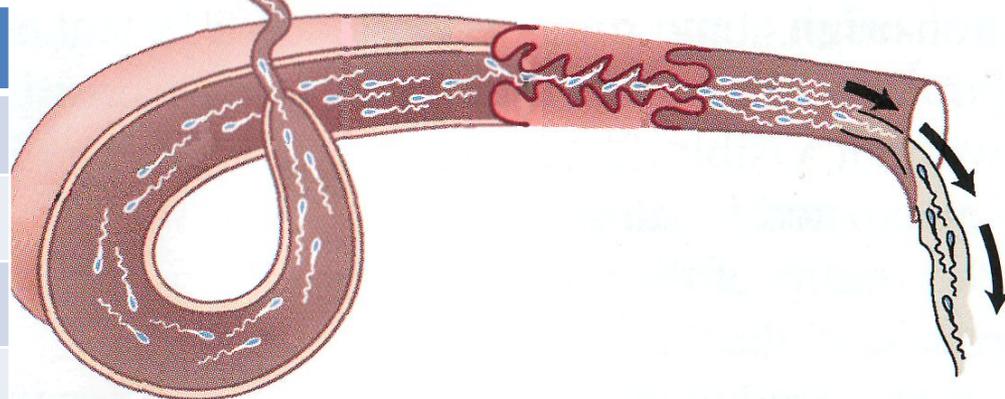
Оплодотворение

- акросомальная реакция
- проникновение спермия в ооцит
- формирование мужского и женского пронуклеусов



**Время за которое спермии достигают
верхнюю треть маточной трубы**

Вид животного	Время (час)
Бык	6-8
Баран	До 12
Хряк	До 2
Жеребец	50-60 минут



II. Транспорт сперматозоидов

это в первую очередь результат повышенного тонуса и моторики женского полового тракта.

Продвижение спермиев по половым путям самки объясняется:

- 1) Антиперистальтическими волнами сокращений, направленными от шейки матки в сторону маточных труб.
- 2) Присасывающим действием, поскольку одновременно с антиперистальтической волной происходит расслабление кольцевых мышц в верхушках рогов и образуется балоннообразное их расширение.



Строение яйцеклеток

**Яйцеклетка человека была открыта
в 1827 году
К.М. Бэр**



Оплодотворение – сложный процесс, включающий в себя ряд сложных взаимодействий между яйцеклеткой и сперматозоидом.

I стадия – дистантное взаимодействие, включает в себя 3 механизма:

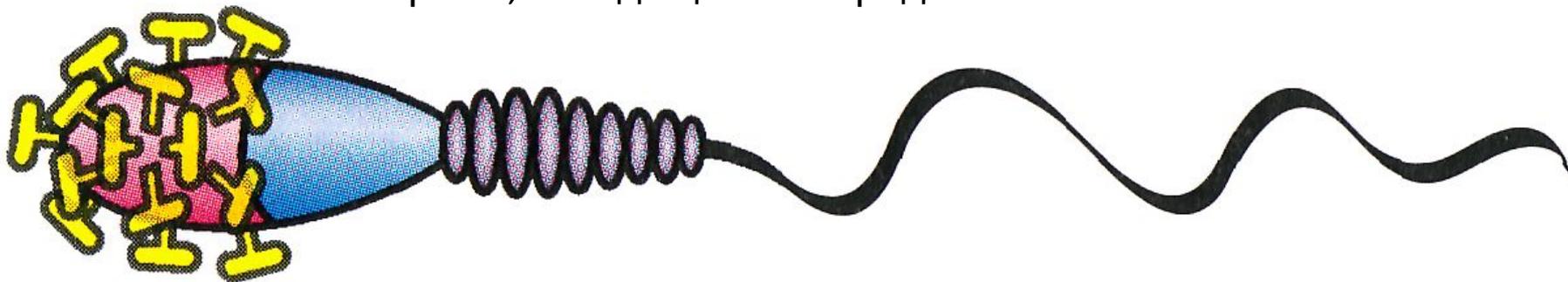
- хемотаксис – направленное движение сперматозоидов навстречу к яйцеклетке;
- реотаксис – движение сперматозоидов в половых путях против тока жидкости;
- капацитаци;

II стадия – контактное взаимодействие, за 1,5–2 ч сперматозоиды приближаются к яйцеклетке, окружают ее и приводят к вращательным движениям, со скоростью 4 оборота в минуту. Одновременно из акросомы сперматозоидов выделяются сперматозилины, которые разрыхляют оболочки яйцеклетки. В том месте где оболочка яйцеклетки истончается максимально происходит оплодотворение, головка сперматозоида проникает в цитоплазму яйцеклетки, занося с собой центриоли, но оставляя снаружи хвостик.

III стадия – проникновение, самый активный сперматозоид проникает головкой в яйцеклетку, сразу после этого в цитоплазме яйцеклетки образуется оболочка оплодотворения, которая препятствует полиспермии. Затем происходит слияние мужского и женского пронуклеусов, появляется диплоидная зигота (новый организм, пока одноклеточный).

СХЕМАТИЧНАЯ ВЕРСИЯ КАПАЦИТАЦИИ СПЕРМИЯ В ПОЛОВЫХ ПУТЯХ САМОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Спермий, находящийся в придатке семенника

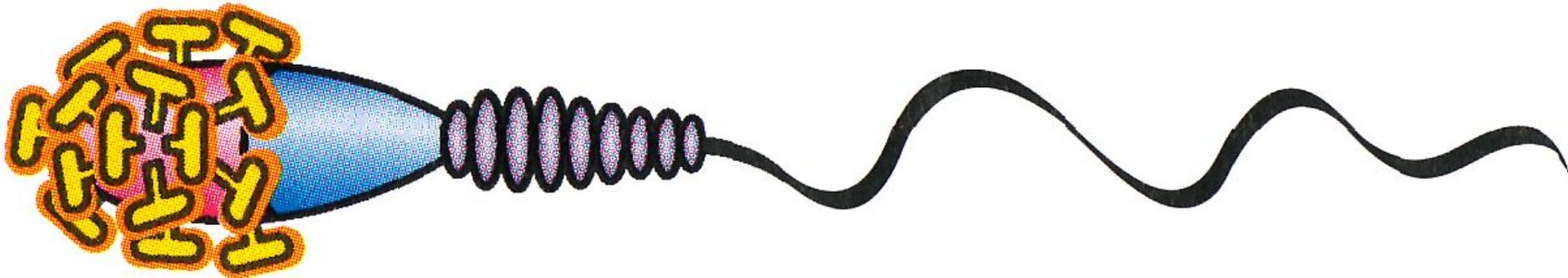


Плазматическая мембрана спермия, находящегося в придатке семенника содержит **поверхностные молекулы** (белки и углеводы), иллюстрированные здесь в виде желтых «Т»-образных структур .

+семенная жидкость

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ КАПАЦИТАЦИИ СПЕРМИЯ В ПОЛОВЫХ ПУТЯХ САМОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Спермий, находящийся в эякуляте



Поверхностные молекулы спермия, вышедшего из придатка семенника, обволакиваются белками семенной жидкости (оранжевый контур), которые покрывают верхушки мембранных молекул

+среда половой системы самок



Сpermий, прикрепляющийся к яйцеклетке

Когда спермии попадают в условия половых путей самок, покрывающая их семенная жидкость с верхушечной частью поверхностных молекул, удаляется. Это позволяет части молекул соединиться с желточной зоной ооцита.

Сущность КАПАЦИТАЦИИ сводится к высвобождению из акросомальной головки спермия фермента **ГИАЛУРОНИДАЗЫ**, необходимого для проникновения спермия через прозрачную оболочку яйцеклетки.

Капацитация — дозревание спермия в половых путях самки до состояния их максимальной оплодотворяющей способности

Вид животного	Время, необходимое для завершения реакции капацитации
Баран	1-2 часа
Хряк	3-5 часов
Бык	5-6 часов
Приматы	4-5 часов
Кролик	5-6 часов

Посткапацитационные события, приводящие к оплодотворению

Гиперактивные
движения

Соединение с
желточной зоной

Акрсомальная реакция

Проникновение через
желточную оболочку

Мембрана:
сперматозоид+ооцит

Деконденсация ядра
сперматозоида

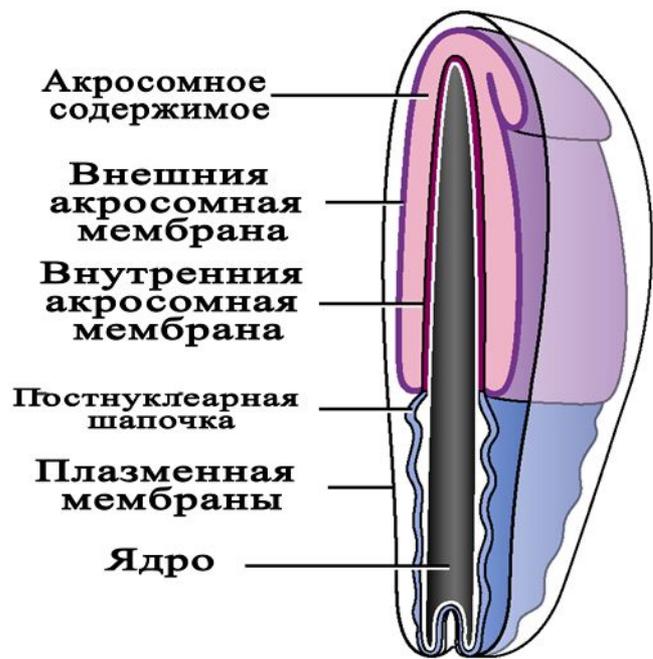
Образование мужского
пронуклеуса

Акросомальная реакция

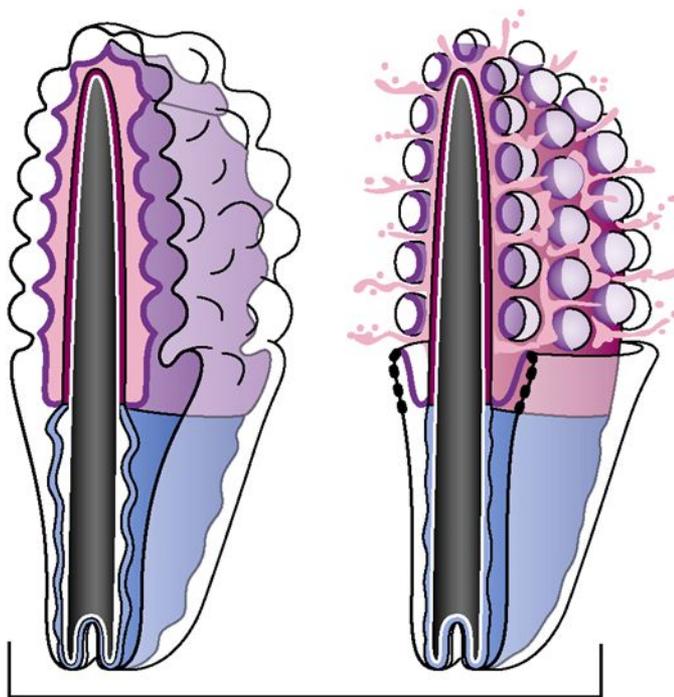
- Цель – проникновение сперматозоидов в желточную оболочку яйцеклеток
- Начинается когда плазматическая мембрана спермия образует несколько зон слияния с акросомальной мембраной яйцеклетки
- Слияние двух мембран с последующим образованием пузырьков
- Содержимое акросомы соединяется с внутренней акросомальной мембраной, в которой содержится ядро сперматозоида.

ЗОНА ПРИКРЕПЛЕНИЯ СПЕРМИИ И НАЧАЛО АКРОСОМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ

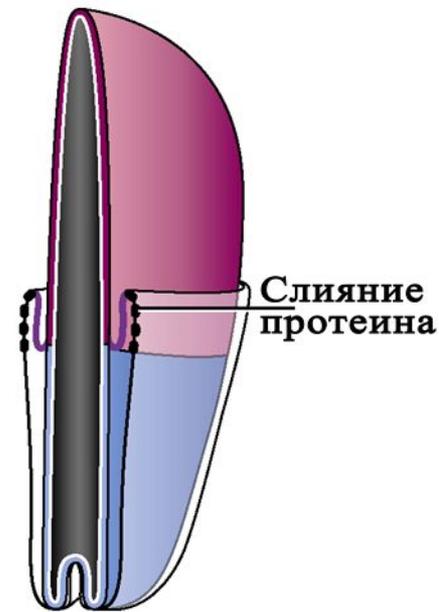
(в ходе акросомальной реакции слившиеся мембраны вначале образуют пузырьки, которые через некоторое время исчезают, а протеолитические и другие ферменты акросомы вступают в контакт с прозрачной оболочкой яйцеклетки, локально разрушая её и создавая условия для продвижения спермия в глубь яйцеклетки.) Далее один из множества спермиев вступает в контакт с желточной мембраной яйцеклетки



Перед акросомной реакцией



Во время акросомной реакции



После акросомной реакции

1. До начала акросомальной реакции все мембраны головки спермия хорошо различимы и отделимы друг от друга.
2. **Во время акросомальной реакции** плазматическая мембрана начинает объединяться с **ВНЕШНЕЙ** акросомальной мембраной.
Взаимодействие двух мембран - пузырькование – поры для прохождения акросомальных ферментов – проникновение через желточную оболочку.
3. После реакции пузырькования остается внутренняя акросомальная мембрана, постядерная крышка и экваториальный сегмент.

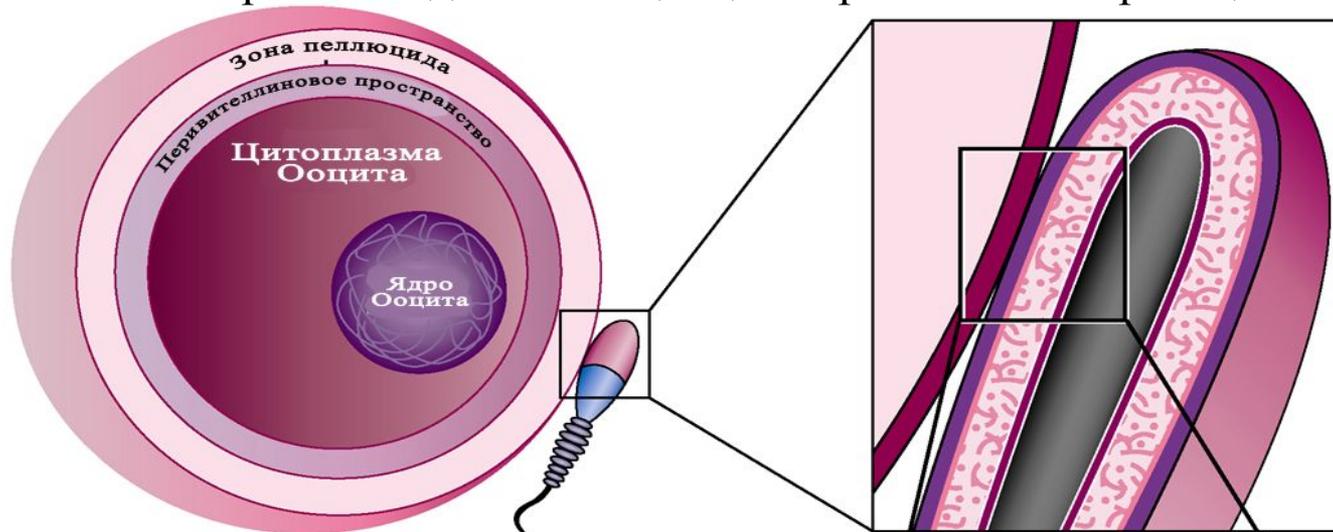
Желточная зона ооцитов

ZP1
структурные
белки –
целостность
зоны

ZP2
структурные
белки –
целостность
зоны

ZP3
рецептор гормона –
связывается с
белками мембраны
сперматозоида

Зона связи со сперматозоидом и инициация акросомальной реакции

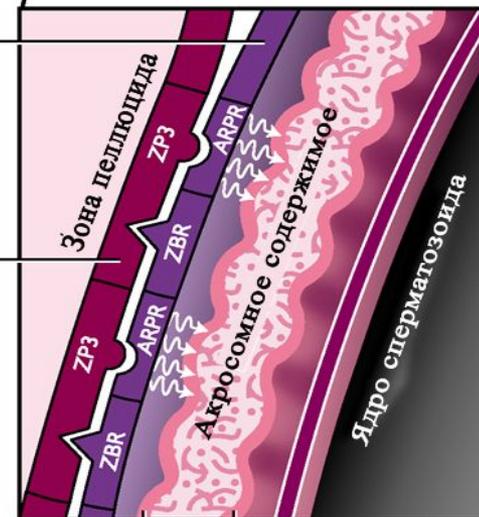


Первая зона: зона обязательной связи (ZBR), которая связывается с ZP3, чтобы осуществить физическое прикрепление сперматозоида к желточной оболочкой

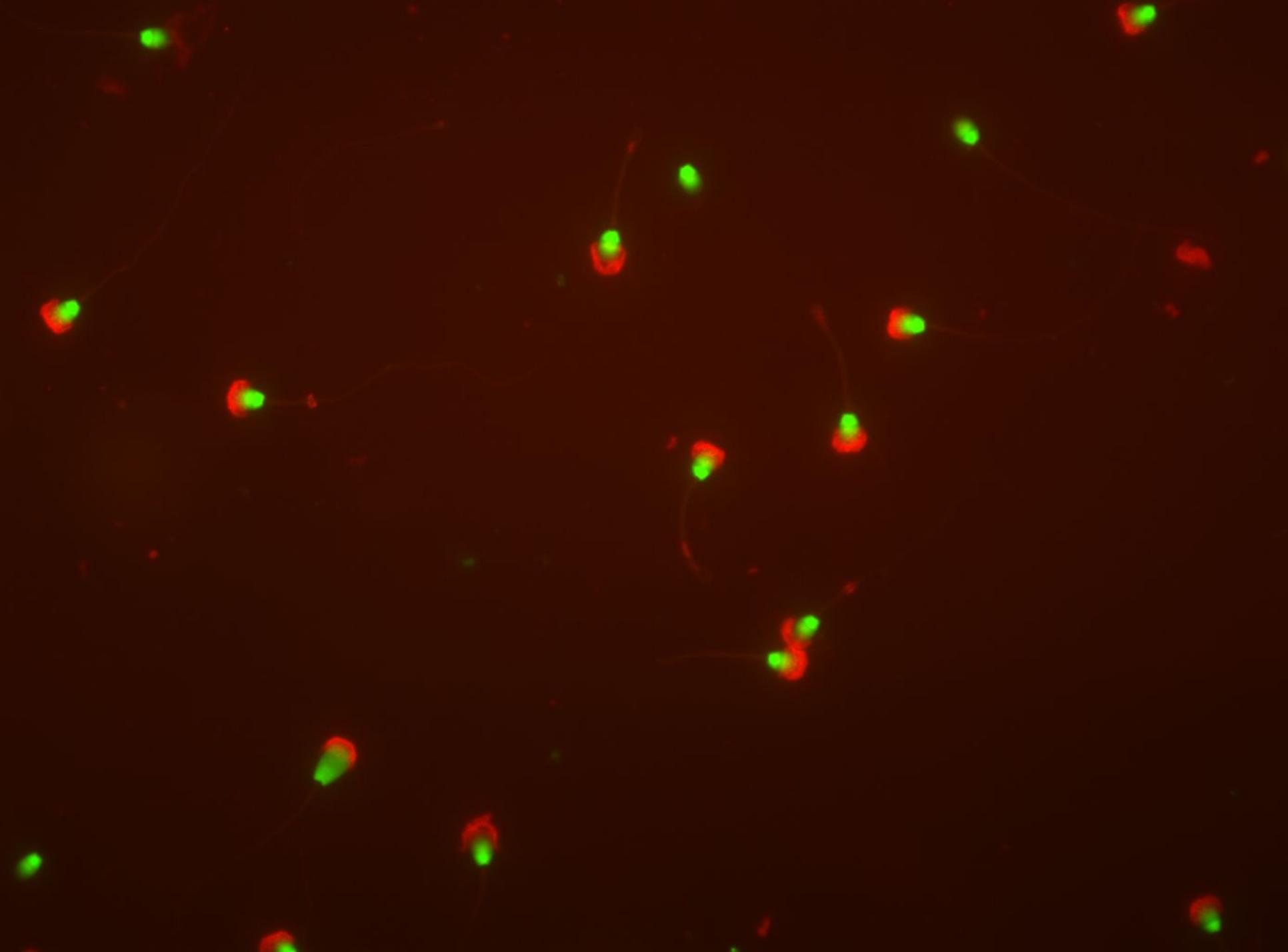
Вторая зона: зона связывания лигандов. Это область акросомальных реакций, связывающая с ZP3, инициирующая взаимодействие плазматической мембраны сперматозоида с акросомальной мембраной.

Сперма
плазматическая
мембрана

Поверхность
зоны
пеллюцида

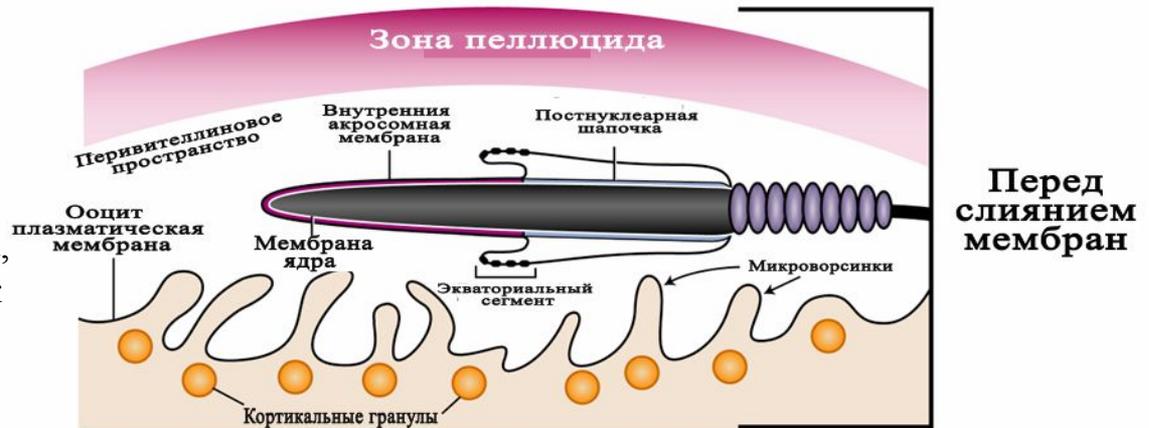


OAM IAM

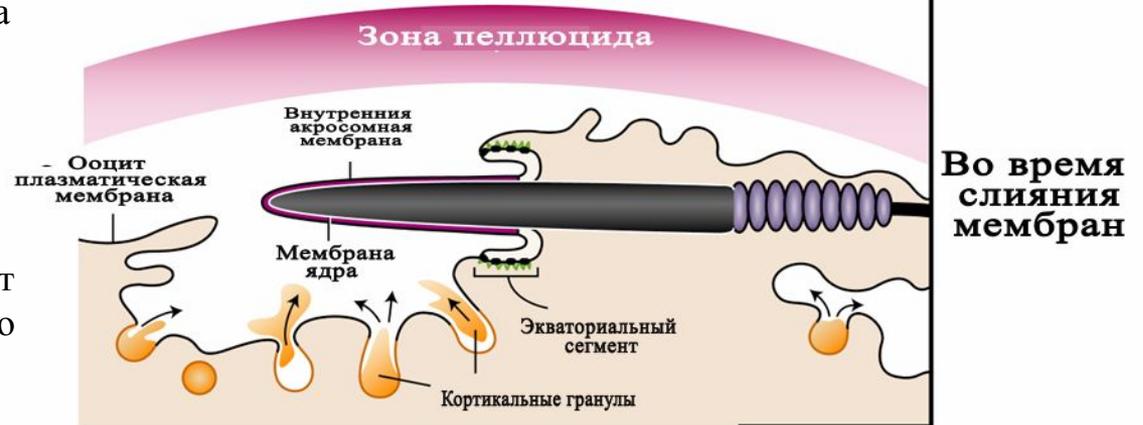


Взаимодействие сперматозоида и ооцита

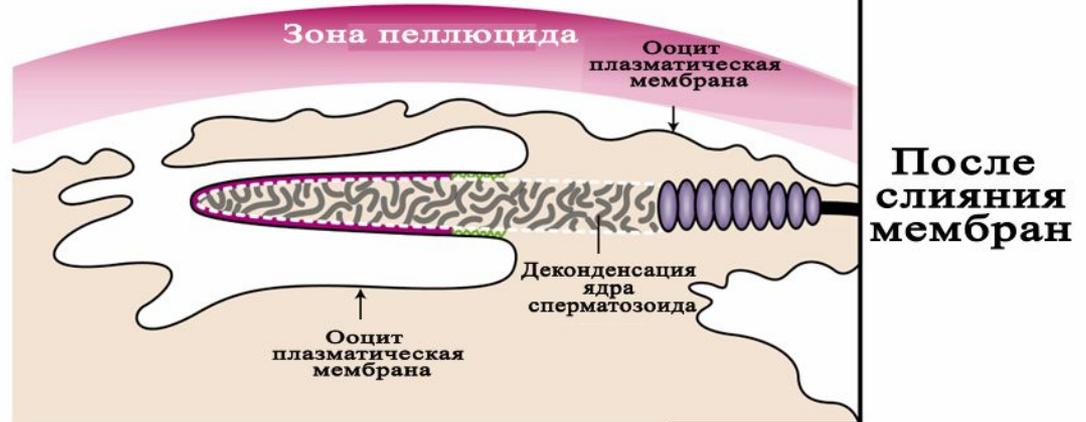
1. Когда сперматозоид полностью проникает в зону и достигает периветелинового пространства, он оседает в зоне микроворсинок плазматической мембраны яйцеклетки.



2. Плазматическая мембрана ооцита сливается с экваториальным сегментом и сперматозоид захватывается. Кортикальные гранулы взаимодействуют с плазматической мембраной ооцита и их содержимое попадает в периветелиновое пространство путем экзоцитоза



3. После слияния мембраны экваториального сегмента с плазматической мембраной ооцита ядро сперматозоида попадает в цитоплазму. Ядро и ядерная оболочка деконденсируются.



ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОПЛОДОТВОРЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СПЕРМЫ В ПОЛОВЫХ ПУТЯХ САМОК

Вид животного	Оплодотворяющая способность (дней)
Сука	4-7
Курица	14-21
Корова	1-2
Кобыла	1-2
Человек	2

Срок сохранения оплодотворяющей способности яйцеклетки после овуляции.

Коровы – 10-12 часов

Лошади – 8-10 часов

Овцы – 10-15 часов

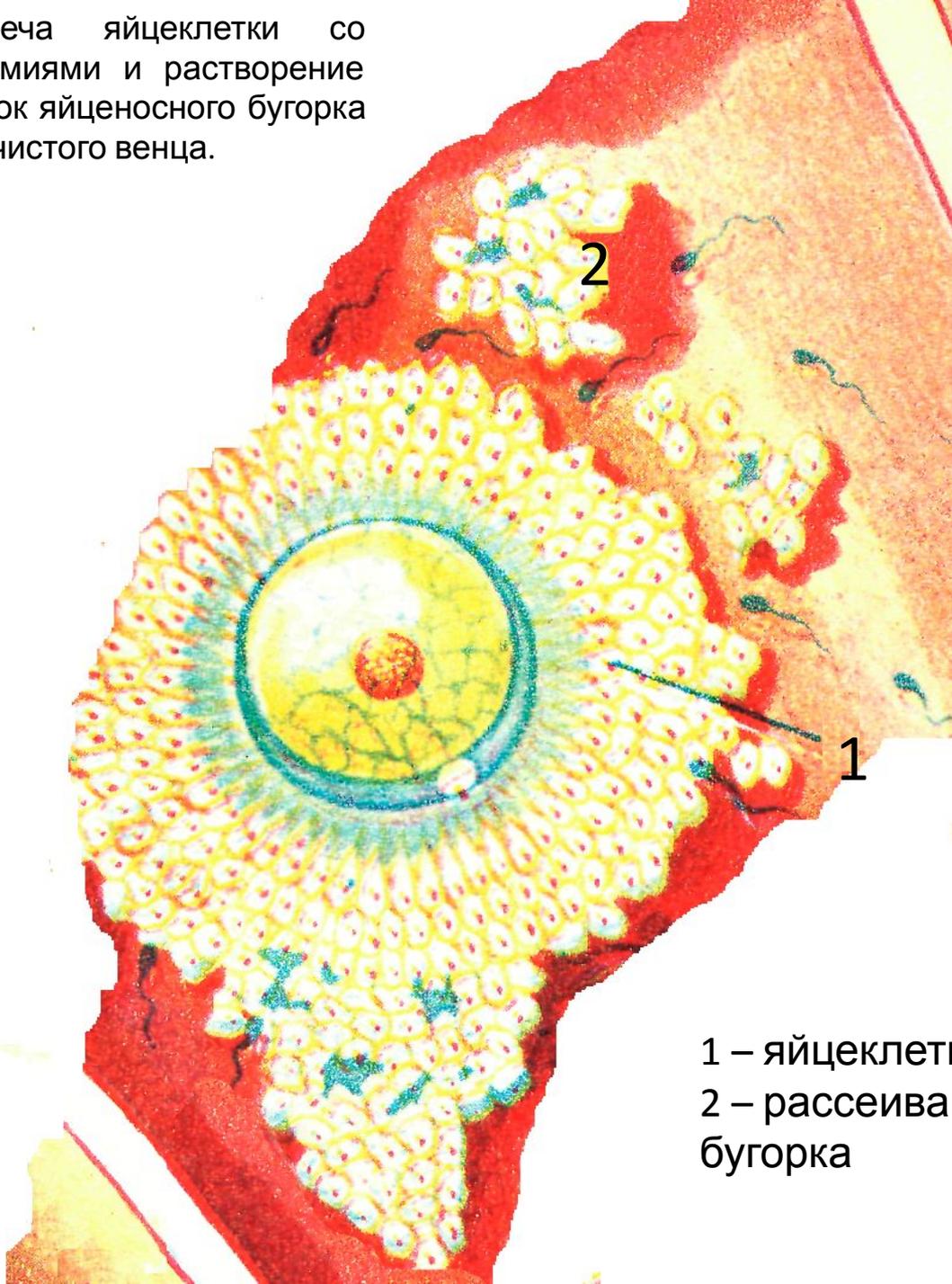
Свиньи – 8-12 часов

Кошки – 24 часа

Собаки – 2-3 суток

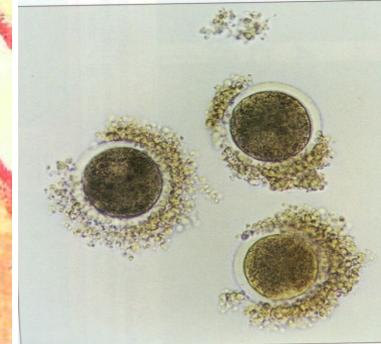
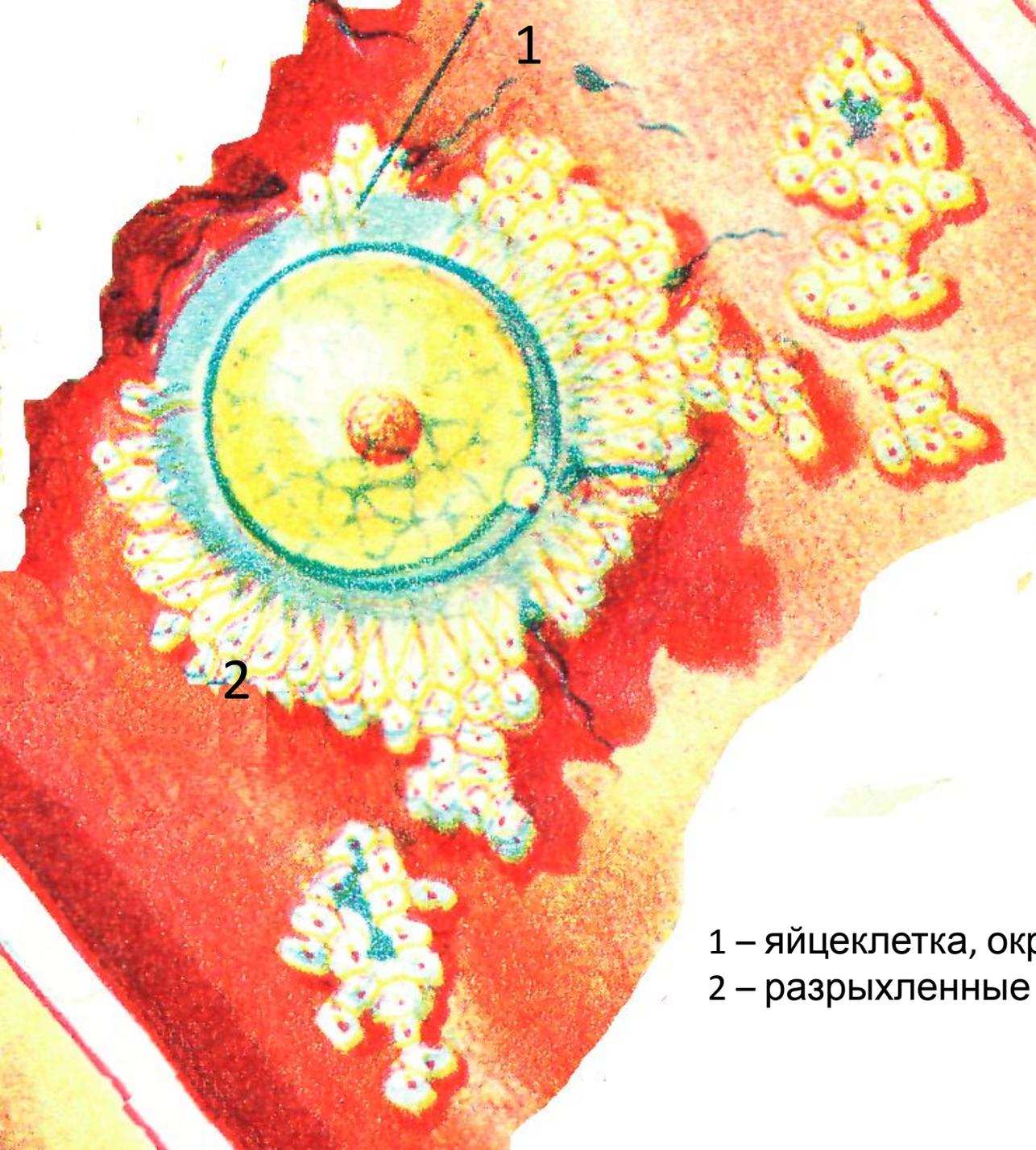
Крольчихи – 6-8 часов

Встреча яйцеклетки со спермиями и растворение клеток яйценосного бугорка и лучистого венца.



Растворение клеток, окружающих ооцит происходит благодаря ферменту, выделяемому спермиями - гиалуронидазе

1 – яйцеклетка, окруженная спермиями
2 – рассеивающиеся клетки яйценосного бугорка



- 1 – яйцеклетка, окруженная спермиями
2 – разрыхленные клетки лучистого венца

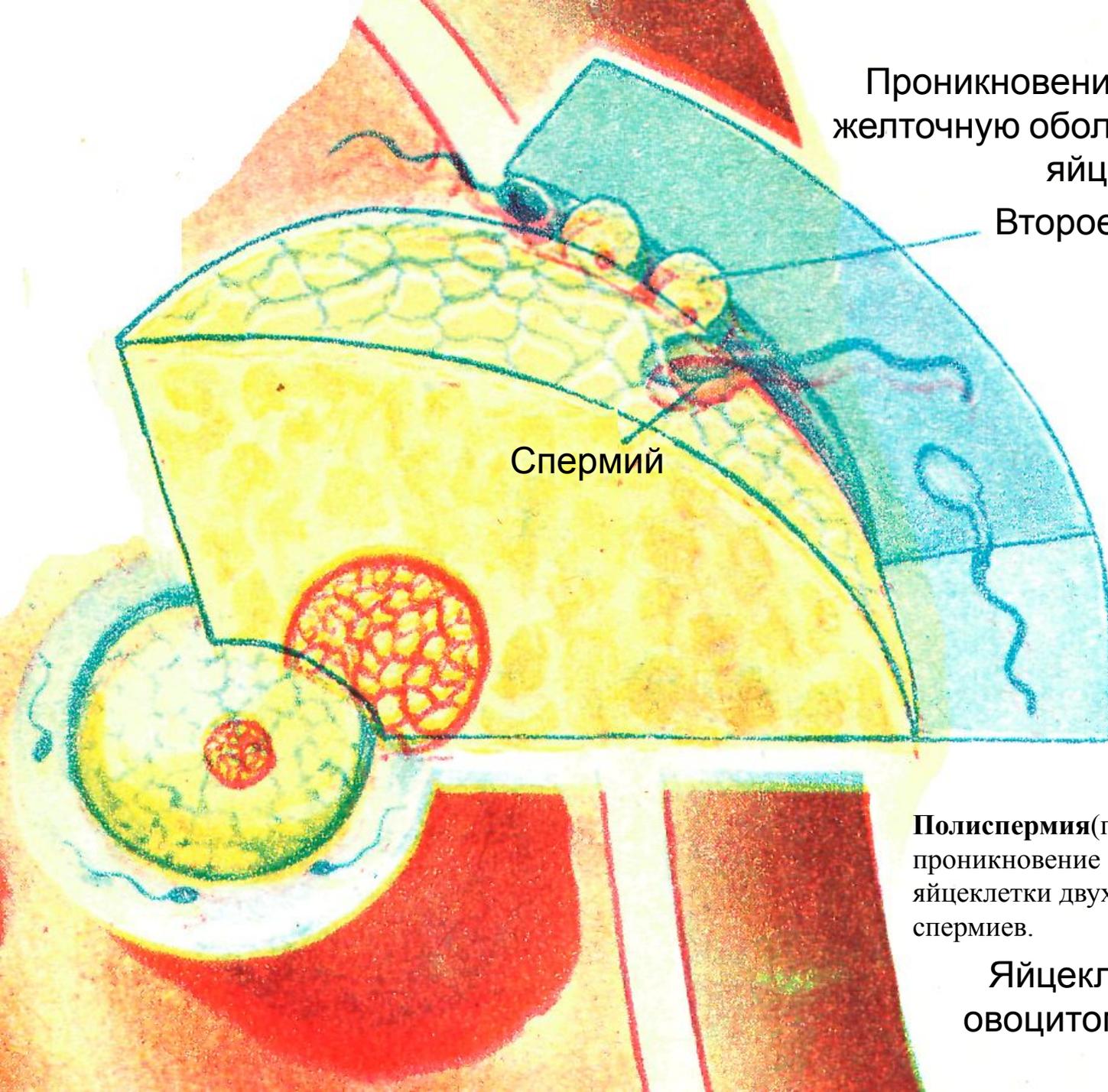
Проникновение спермиев сквозь прозрачную оболочку яйцеклетки.



Облегчается действием гиалуронидазы, но обусловлено и другими, более сложными белковыми реакциями

Сквозь прозрачную оболочку проникает несколько десятков спермиев.

Проявляется отчетливо выраженная избирательность яйцеклеток – не всякий спермий, даже того же вида способен проникнуть через прозрачную оболочку яйцеклетки



Проникновение спермиев через
желточную оболочку в протоплазму
яйцеклетки

Второе полярное тело

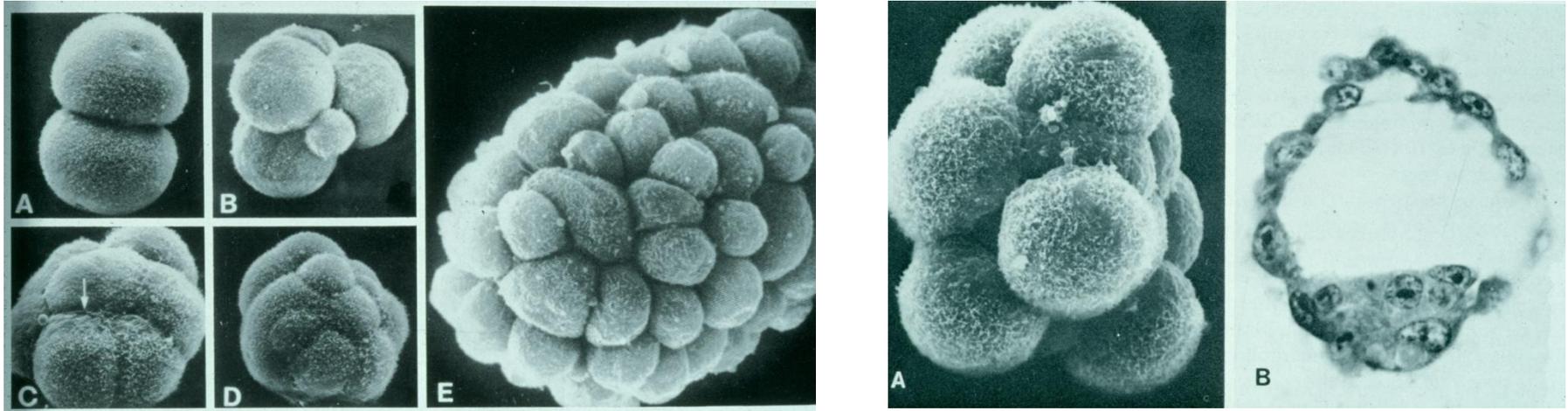
Спермий

**Избирательная
способность** еще
более обострена.
В протоплазму как
правило проникает
один спермий.
После его
проникновения
яйцеклетка
выделяет второе
полярное тело

Полиспермия(переоплодотворение)
проникновение в протоплазму
яйцеклетки двух или даже нескольких
спермиев.

Яйцеклетка становится
овоцитом второго порядка

РАННЕЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА



Зигота → Морула → Блaстоциста

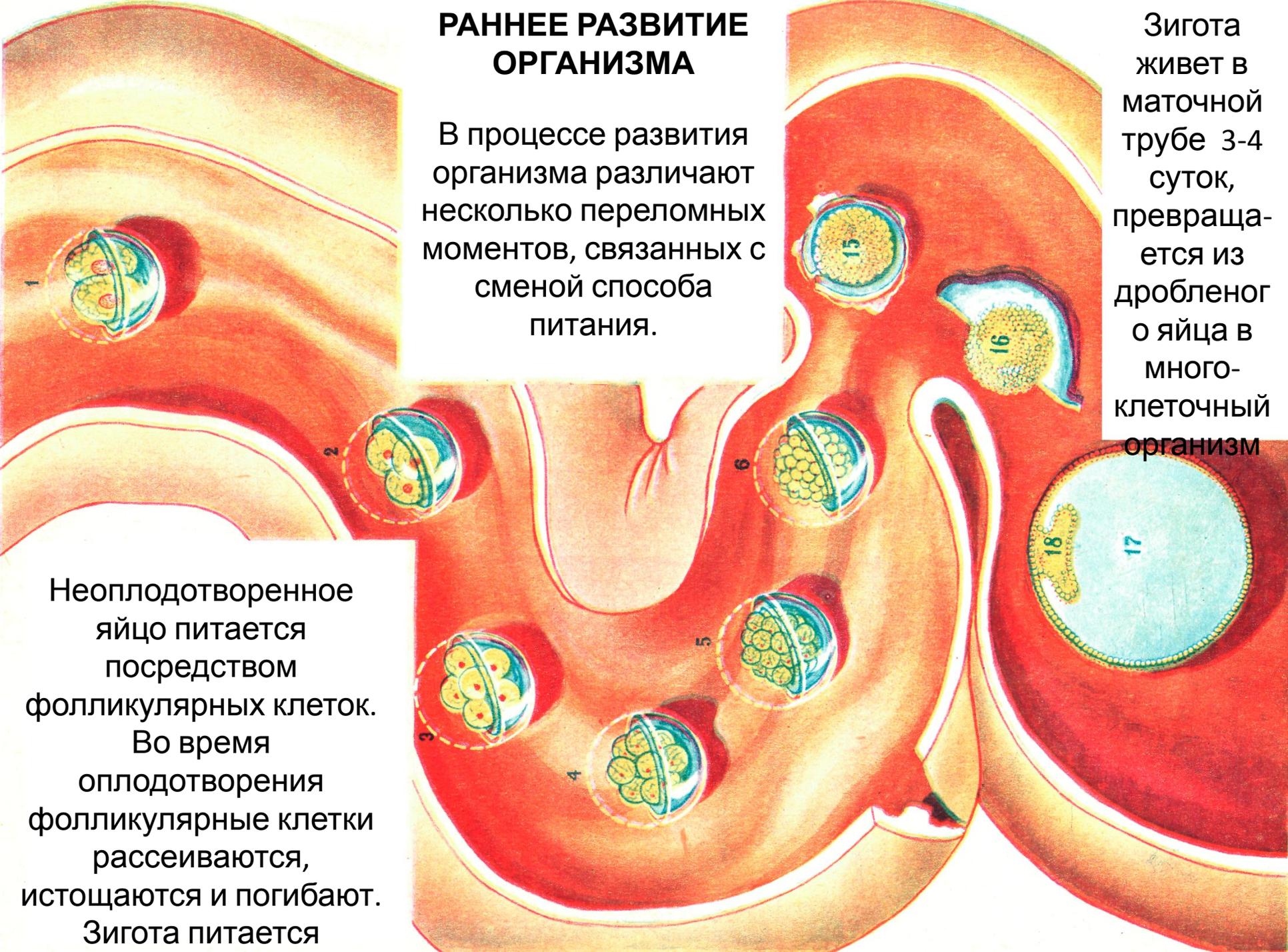
РАННЕЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА

В процессе развития организма различают несколько переломных моментов, связанных с сменой способа питания.

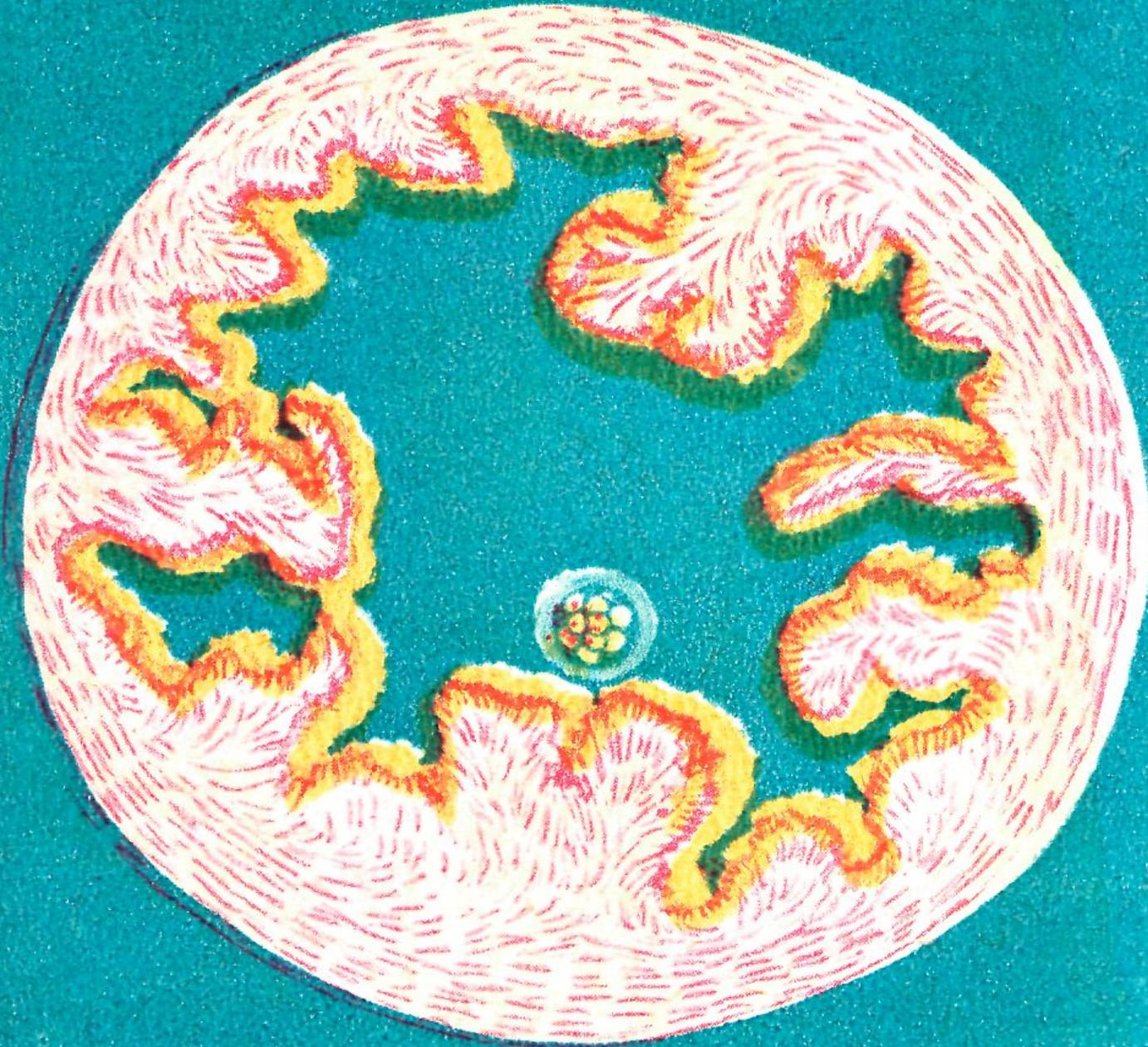
Зигота живет в маточной трубе 3-4 суток, превращается из дробленого яйца в многоклеточный организм

Неоплодотворенное яйцо питается посредством фолликулярных клеток.

Во время оплодотворения фолликулярные клетки рассеиваются, истощаются и погибают. Зигота питается

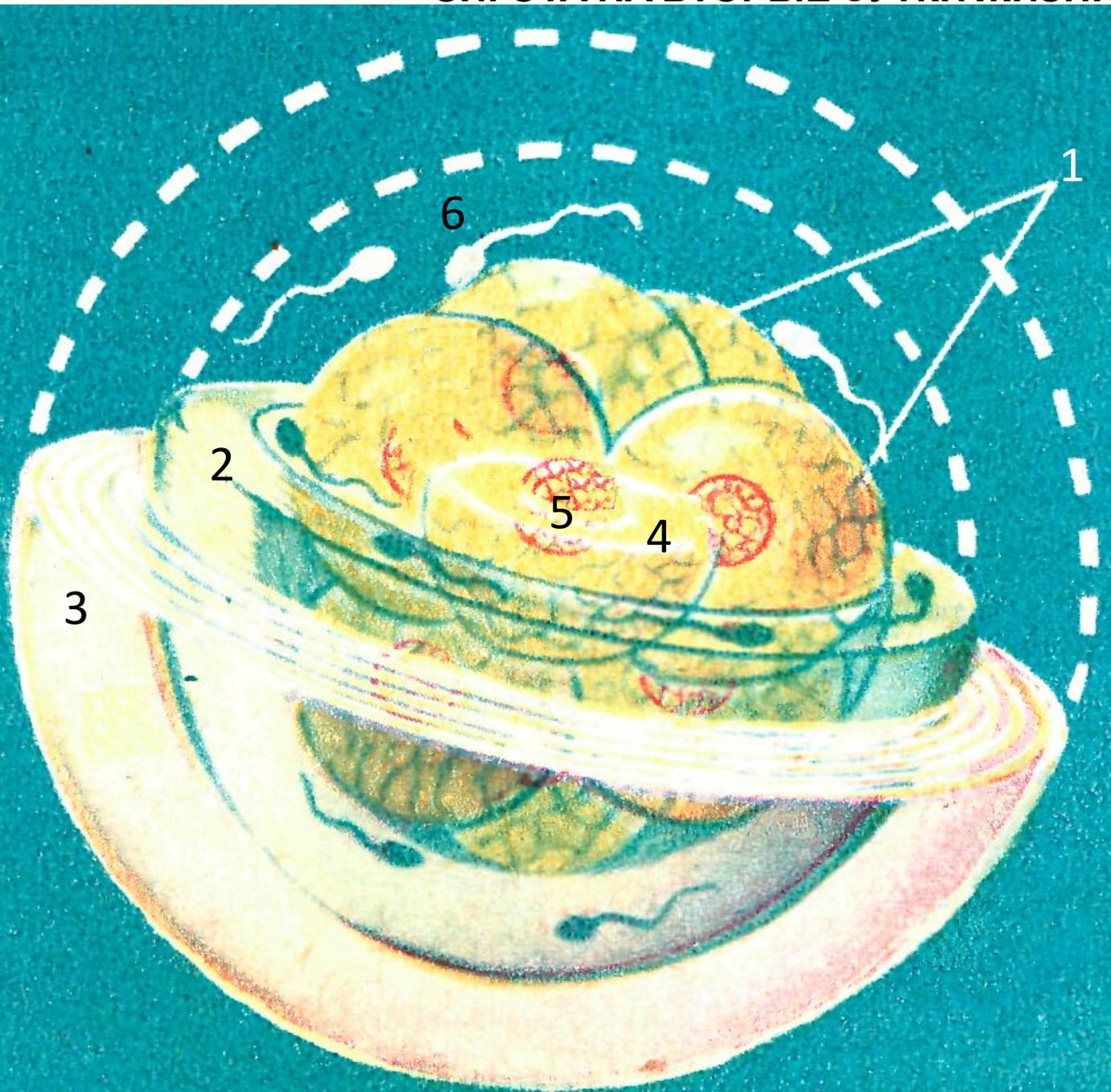


ПРОДВИЖЕНИЕ ЗИГОТЫ ПО МАТОЧНОЙ ТРУБЕ



Зигота пассивно передвигается по маточной трубе к матке по гребням складок слизистой оболочки. Этому способствуют сокращения маточной трубы.

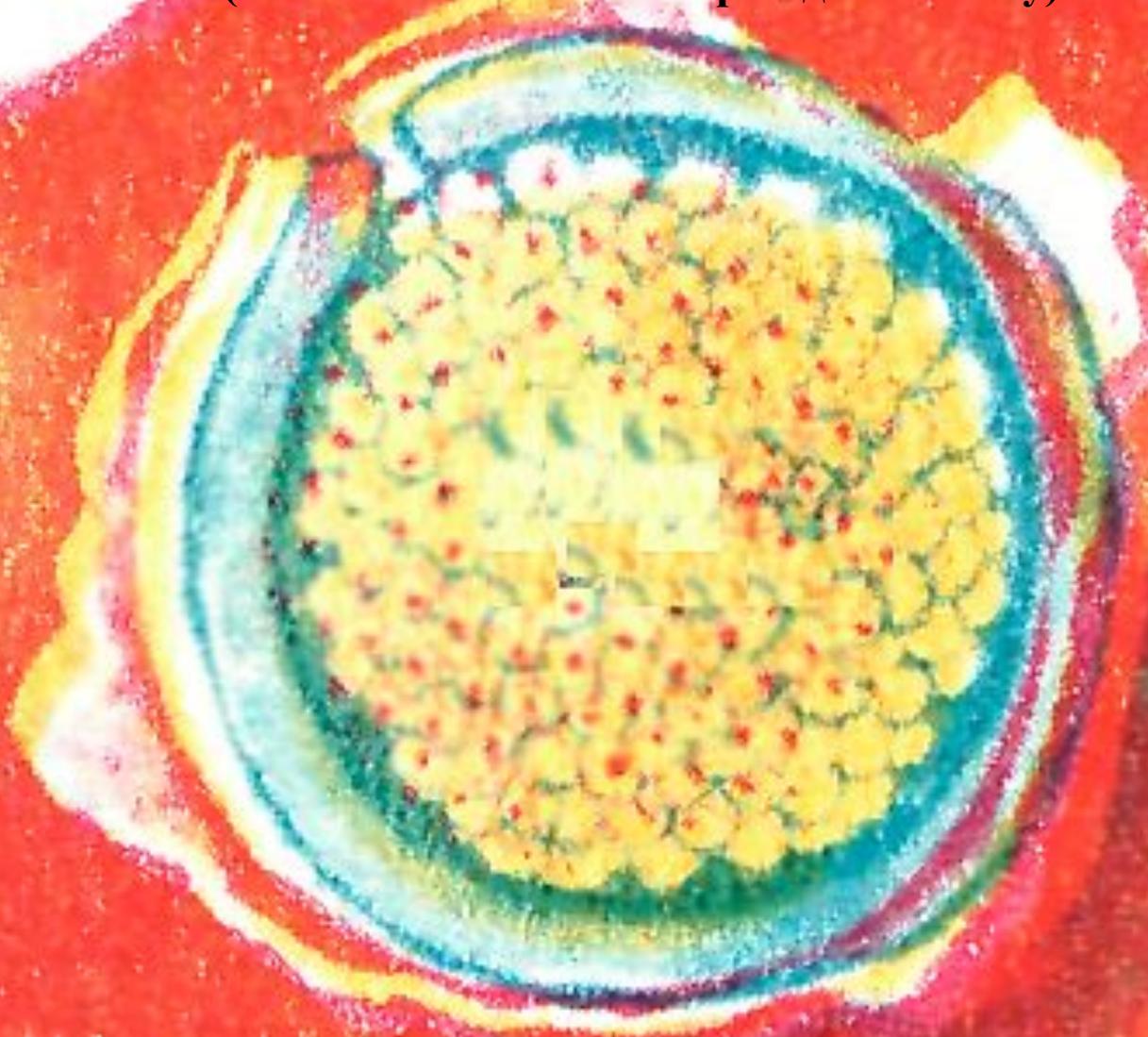
ЗИГОТА НА ВТОРЫЕ СУТКИ ЖИЗНИ



- 1 – шар дробления
- 2 – прозрачная оболочка зиготы
- 3 – муциновая оболочка (у некоторых видов животных)
- 4 – протоплазма шара дробления
- 5 – ядро
- 6 – дополнительные спермии
рассасываются к
концу вторых суток

РАССАСЫВАНИЕ МУЦИНОВОЙ ОБОЛОЧКИ

(на этом этапе зигота переходит в матку)



Образованию полости также способствует недостаток кислорода, который испытывают внутренние шары дробления и в результате подвергаются стерильному распаду с выделением клеточной жидкости

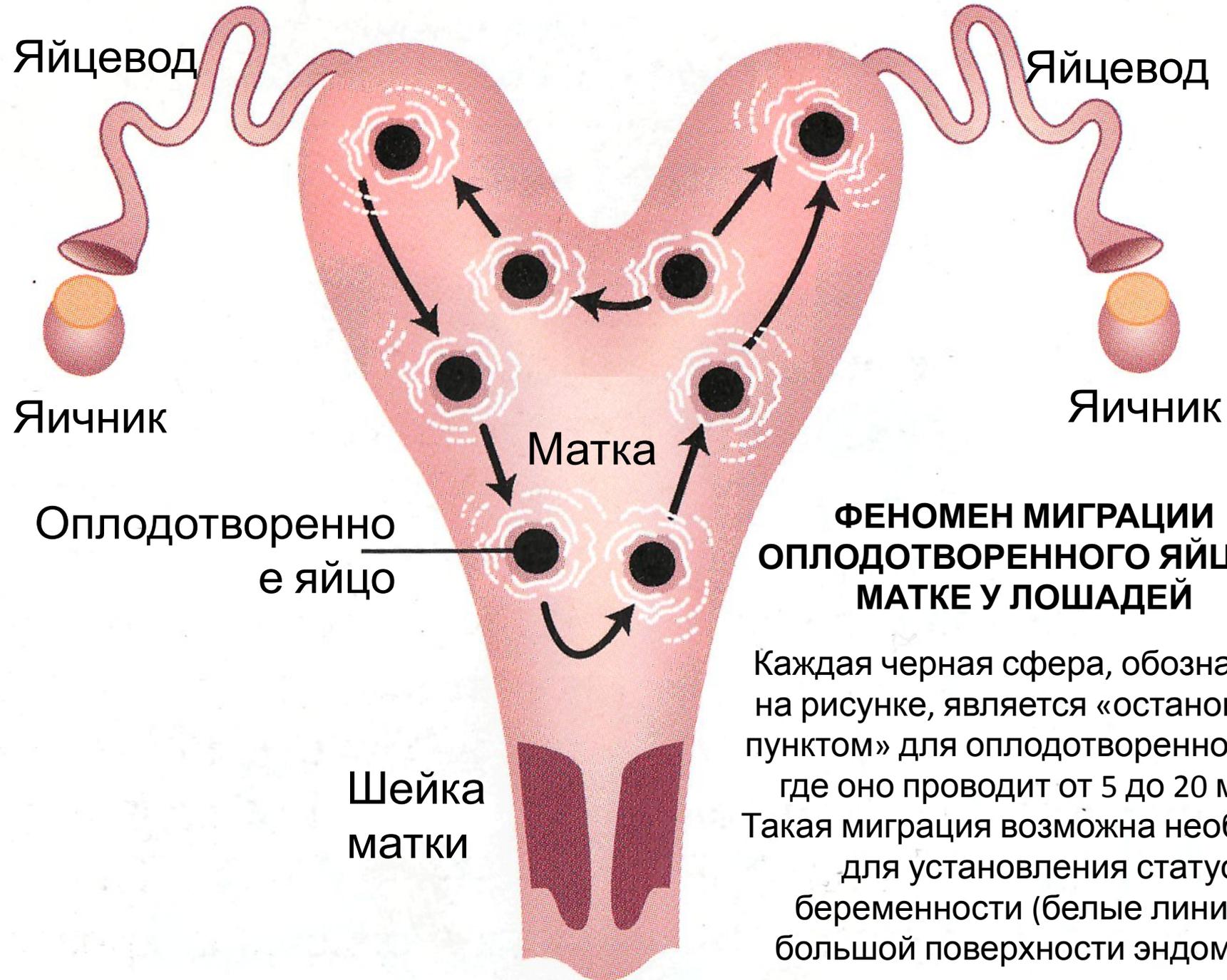
РАННЯЯ БЛАСТОЦИСТА



Эмбриональный
зачаток

Бластоцеле

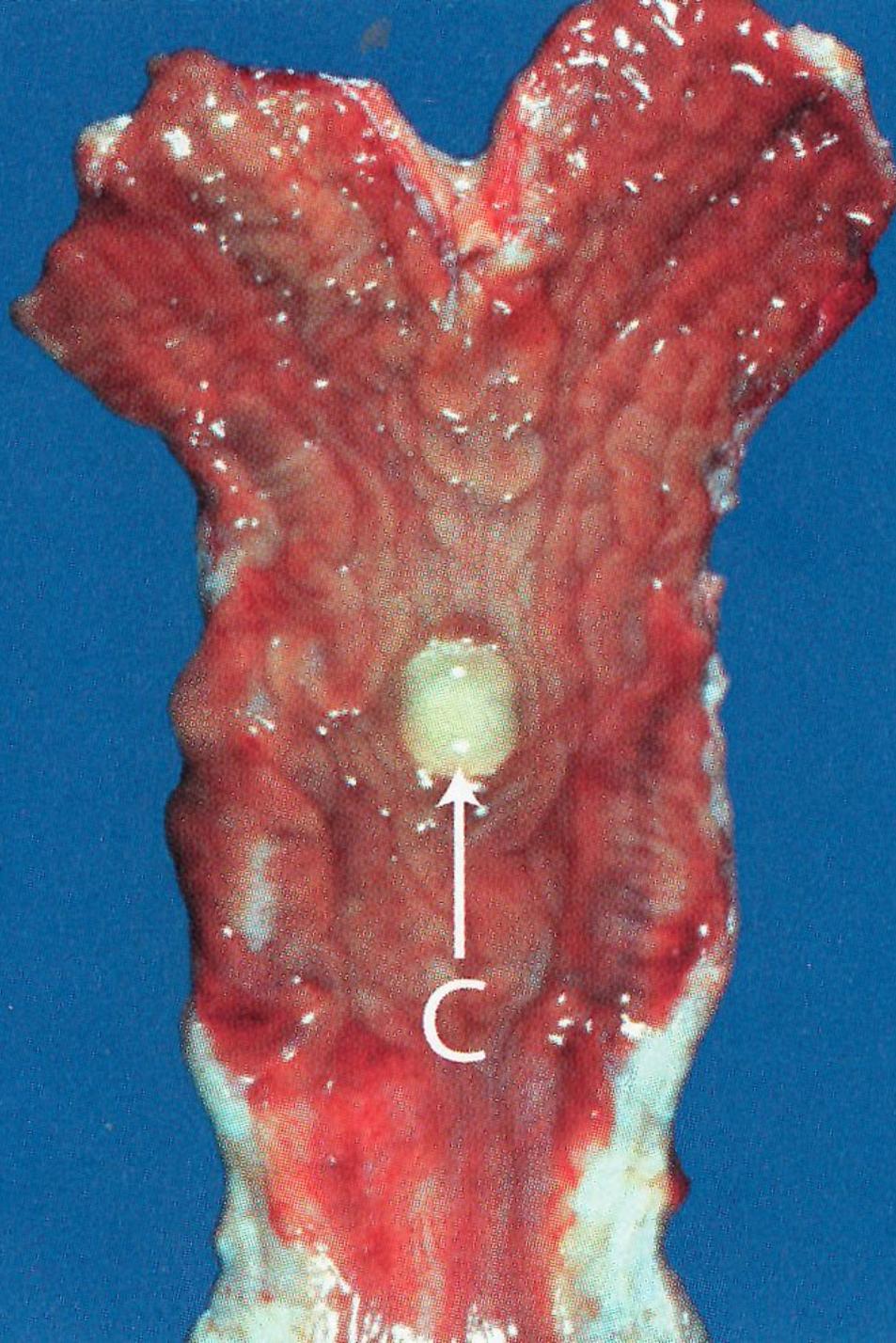
В это время меняется способ питания. Запасы питательных веществ исчерпаны, и плодовой пузырь начинает питаться осмотическим путем всей поверхностью



ОТПРЕПАРИРОВАННАЯ МАТКА ЛОШАДИ НА 14-Й ДЕНЬ БЕРЕМЕННОСТИ

Матка вскрыта с дорсальной поверхности так, чтобы было видно округлое оплодотворенное яйцо (С). Здесь отображено яйцо на 14-й день – последний день наблюдения феномена миграции оплодотворенного яйца в матке у лошадей.

С – оплодотворенное яйцо



Процесс внутриутробного(эмбрионального) развития животного условно подразделяют на три периода.

- **Первый период** – предимплантационный(период яйца, зародышевый) начинается с момента оплодотворения яйцеклетки (образования зиготы) и продолжается до внедрения бластоцисты в эндометрий. Он же является первым критическим периодом для эмбриона.
- **Второй период** – органогенеза и плацентации (предплодный) начинается с имплантации на 35-по 60 день. В этот период происходит закладка органов и тканей плода. Возникновение врожденных уродств в основном связано с этим периодом.
- **Третий период** – плодный, или фетальный, -начинается после завершения процессов органогенеза и плацентации и продолжается до конца беременности у коров с 61 по 285 день.

ВРЕМЯ ПРЕДИМПЛАНТАЦИОННОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА ПОСЛЕ ОВУЛЯЦИИ У САМОК РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ.

Светлым обозначены процессы происходящие в маточной трубе, темным – в матке.

Вид животного	2-клеточный	4-клеточный	8-клеточный	Морула	Ранняя бластоциста	Зрелая бластоциста
Корова	24 часа	1,5 дня	3 дня	4-7 дней	7-12 дней	9-11 дней
Овцы, козы	24 часа	1,3 дня	2,5 дня	3-4 дня	4-10 дней	7-8 дней
Кобыла	24 часа	1,5 дня	3 дня	1-5 дней	6-8 дней	7-8 дней
Свинья	14-16 часов	1,0 день	2 дня	3,5 дня	4-5 дней	6 дней
Сука	3-7 дней	---	---	---	---	13-15 дней
Кошка	---	---	---	5 дней	8 дней	10-12 дней

Время имплантации

(ИМПЛАНТАЦИЯ - прикрепление эмбриона к слизистой оболочке матки с установлением плацентарного кровообращения)

Вид животного	Время имплантации (дней после овуляции)
Корова	18-22
Овца, коза	15-18
Кобыла	36-38
Свинья	14-18

Факторы способствующие оплодотворению

- Биологическая полноценность гамет
(возраст животного, условия кормления содержания)
- Сроки переживания гамет в половых путях самок
- Скорость продвижения спермиев в половых путях самок

Условия необходимые для оплодотворения:

- Концентрация сперматозоидов в эякуляте
- Пройодимость женских половых путей
- Нормальная температура тела
- рН среды в половых путях самки

Эмбриональная смертность –гибель эмбрионов в первые недели беременности, когда эмбрионы и их оболочки очень малы и могут рассосаться в матке, так что аборта не наступает.

Причины эмбриональной смертности:

- 1) Специфические заболевания
- 2) Несвоевременное покрытие (спаривание после овуляции)
- 3) Спаривание в чрезмерно ранние сроки после родов (следует учитывать, что в ответ на раннее введение спермы в матку с незаконченным процессом обновления эндометрия организм вырабатывает антитела против спермиев, так называемые спермоагглютинины и спермотоксины).
- 4) Отрицательное влияние на развитие эмбриогенеза является слишком низкое и ли слишком высокое энергетическое питание.

Спасибо за внимание!!!

