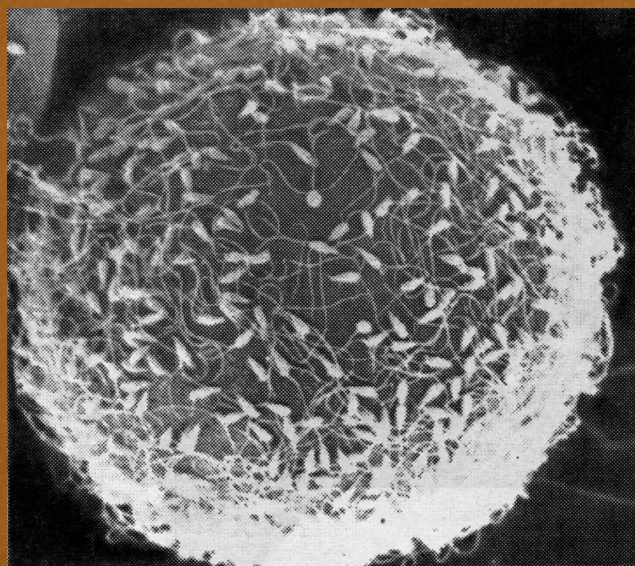


# ОПЛОДОТВОРЕНИ

Е

Э

---



# Что такое оплодотворение



- Побуждение яйца к развитию
- Восстановление диплоидности
- Первый этап создания новой жизни
- Оплодотворение состоит из трех периодов
  - Дистантное взаимодействие
  - Контактное взаимодействие – активация сперматозоида и яйцеклетки.
  - Сингамия – объединение ядер

# Дистантное взаимодействие



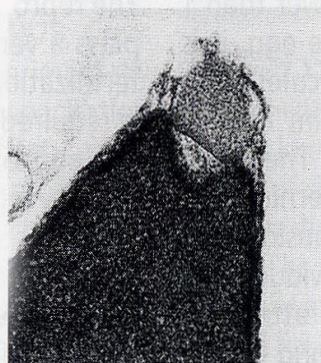
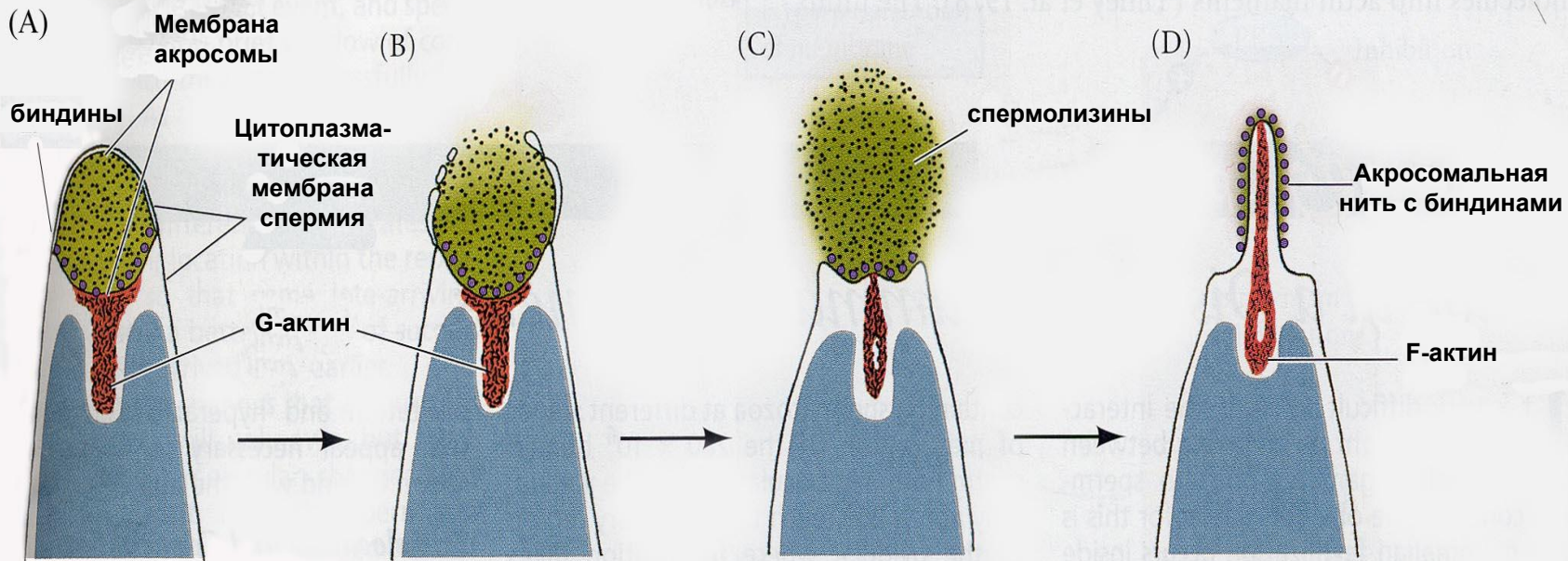
1. **Хемотаксис** – яйцеклетка выделяет специфические аттрактанты (например, пептиды *резакт* и *сперакт* у иглокожих)
2. **Реотаксис** – спермии способны двигаться против встречного течения жидкости в маточных трубах (у млекопитающих)

# Контактное взаимодействие

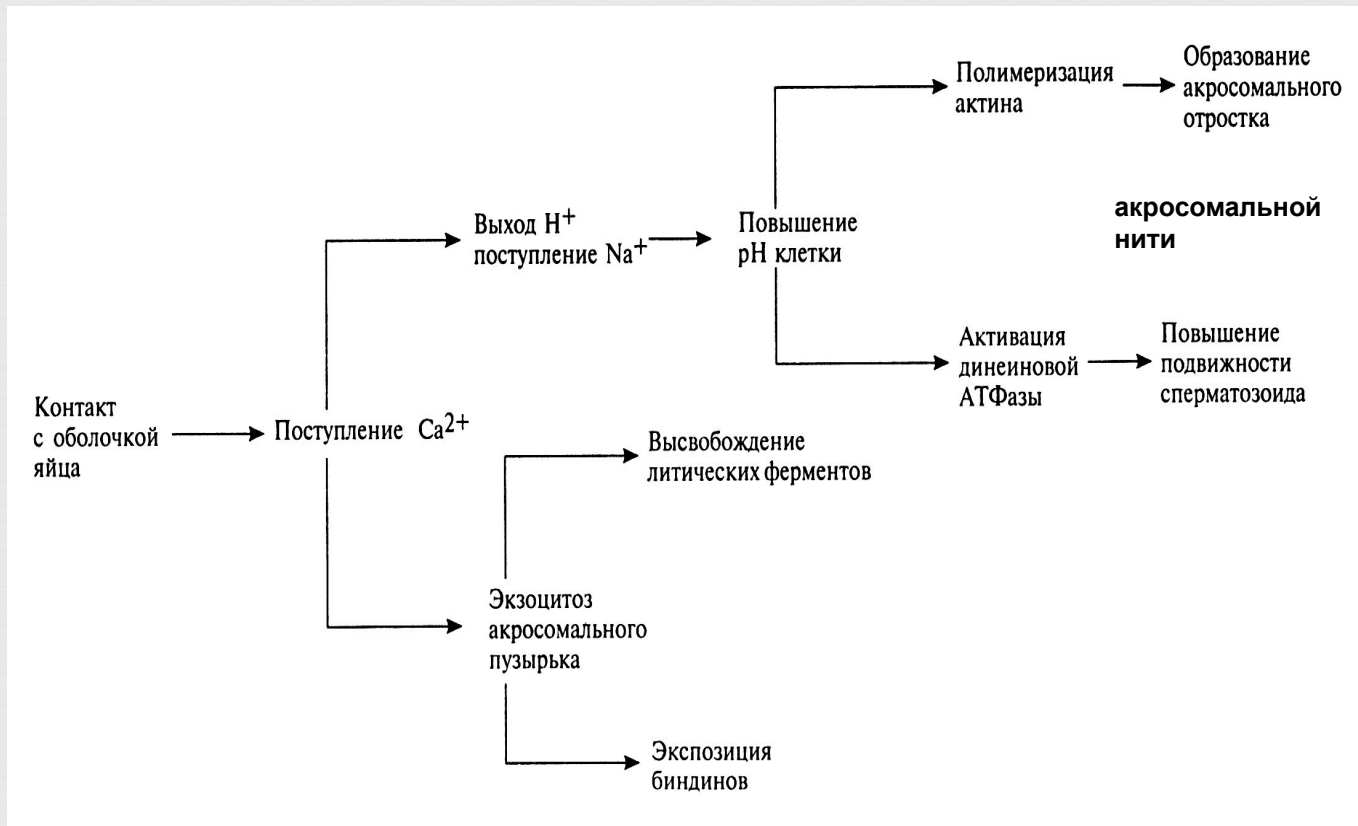


- Активация сперматозоида за счет соприкосновения с третичной оболочкой яйцеклетки (фолликулярными клетками или блестящей оболочкой).
- Акросомная реакция – выход литических ферментов сперматозоида, которые растворяют оболочки яйцеклетки.
- Образование акросомного выроста и слияние его с мембраной яйцеклетки. По нему движется мужской пронуклеус в цитоплазму яйцеклетки.
- Быстрый блок полиспермии яйцеклетки за счет изменения электрического потенциала
- Медленный блок полиспермии за счет выхода содержимого кортикальных гранул и формирования оболочки оплодотворения.

# АКРОСОМНАЯ РЕАКЦИЯ

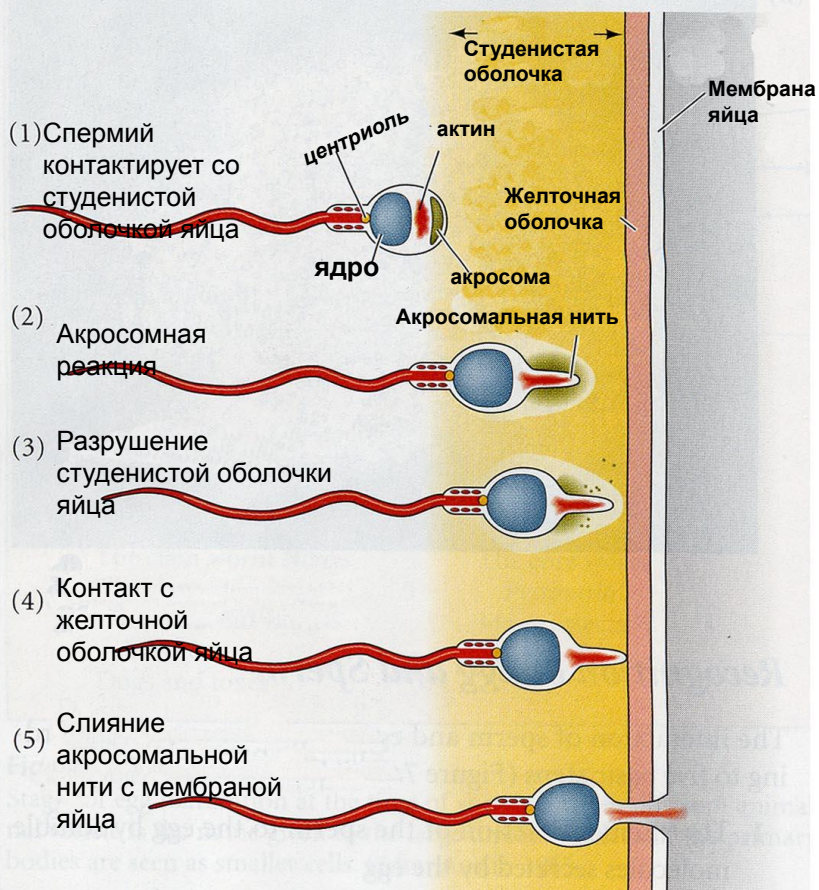


# РЕАКЦИЯ АКТИВАЦИИ СПЕРМАТОЗОИДА

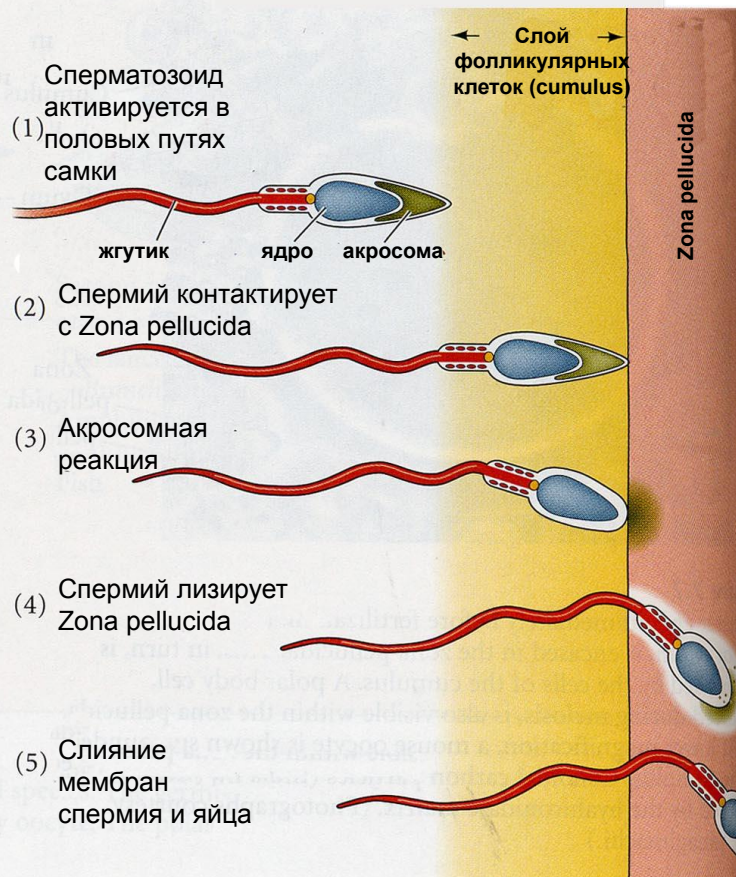


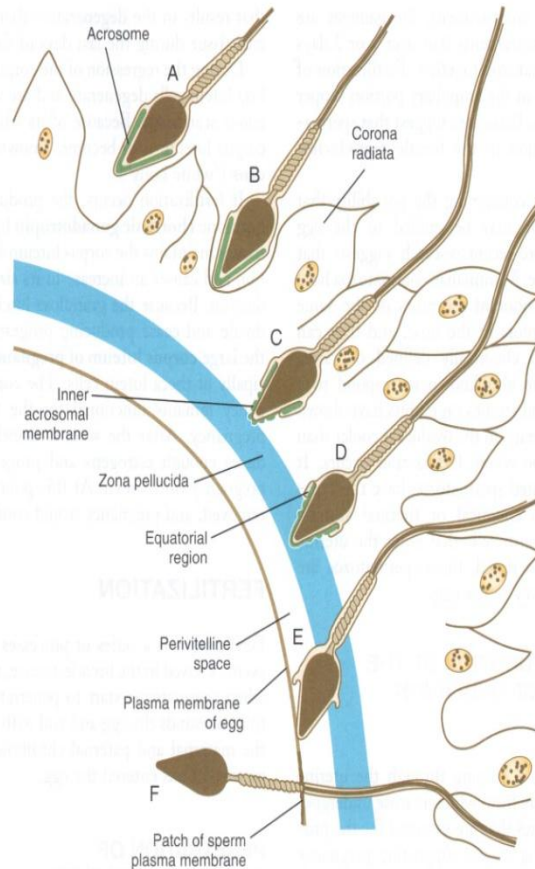
# РАЗЛИЧИЯ В ПРОЦЕССЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ У МОРСКОГО ЕЖА И МЫШИ

## (А) Морской еж



## (В) Мышь

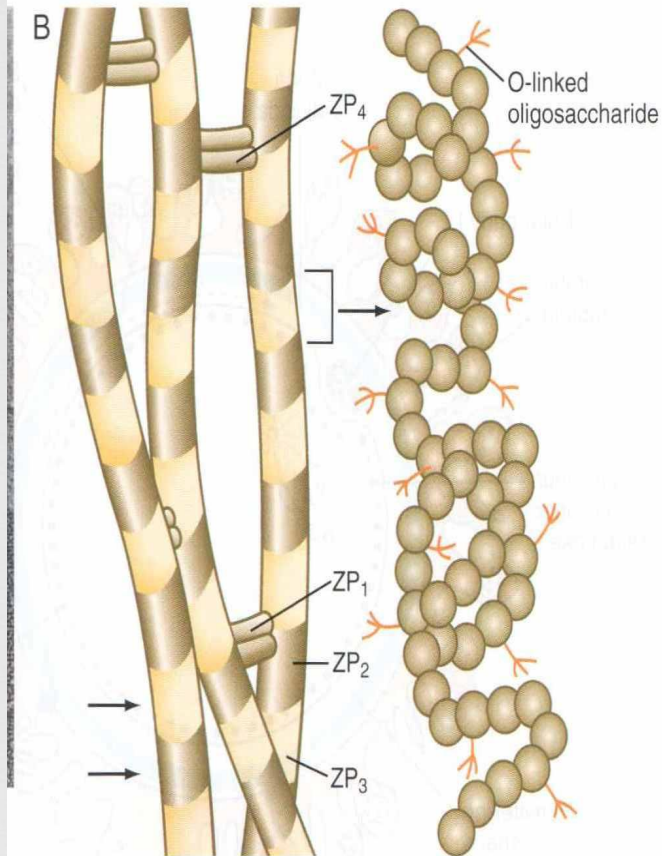




**FIGURE 2-4.** The sequence of events in penetration of the coverings and plasma membrane of the egg. **A and B,** Penetration of the corona radiata. **C and D,** Attachment to the zona pellucida and acrosomal reaction. **E and F,** Binding to plasma membrane and entry into the egg.

этапы проникновения спермия в яйцеклетку  
у млекопитающих





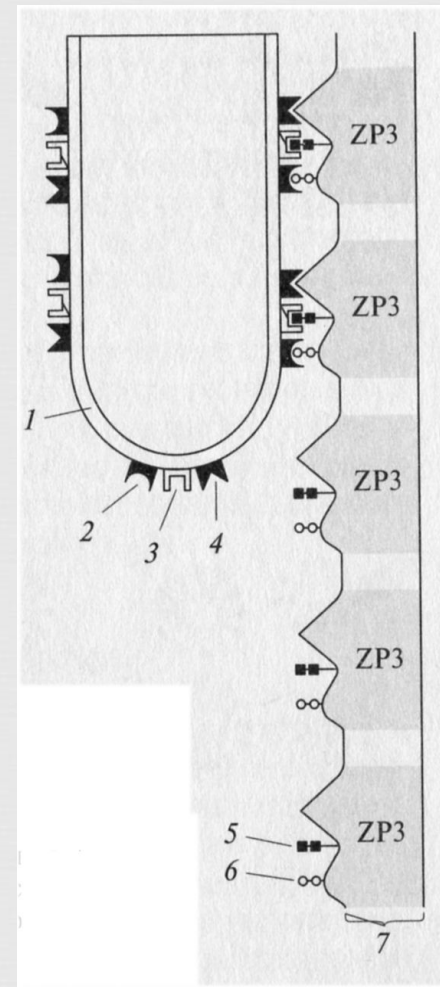
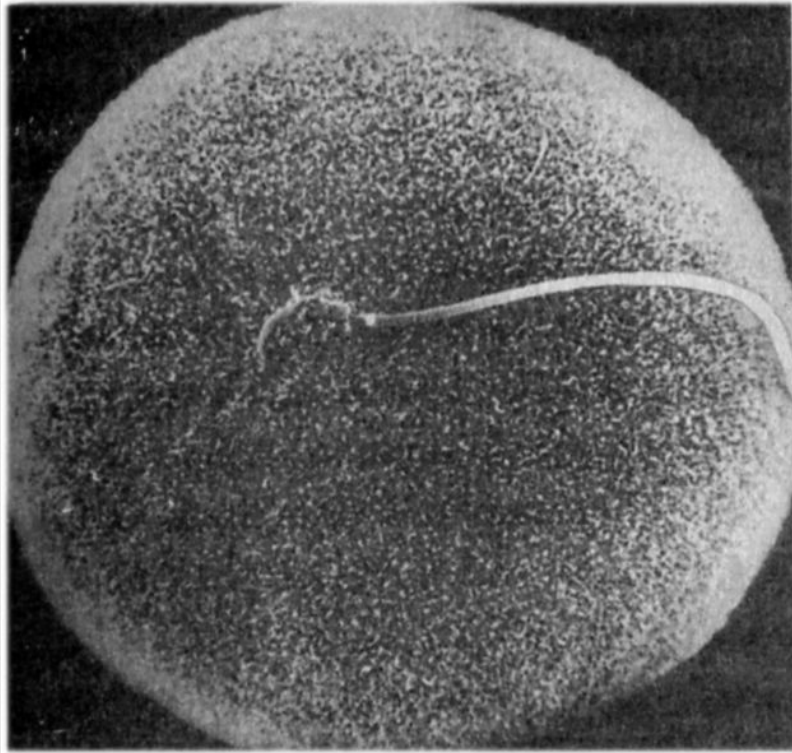
B, Molecular organization of the filaments in the zona pellucida. Far right, Structure of  
1988. Copyright Neil O. Hardy.

# молекулярная организация зоны

# ферменты акросомы человека

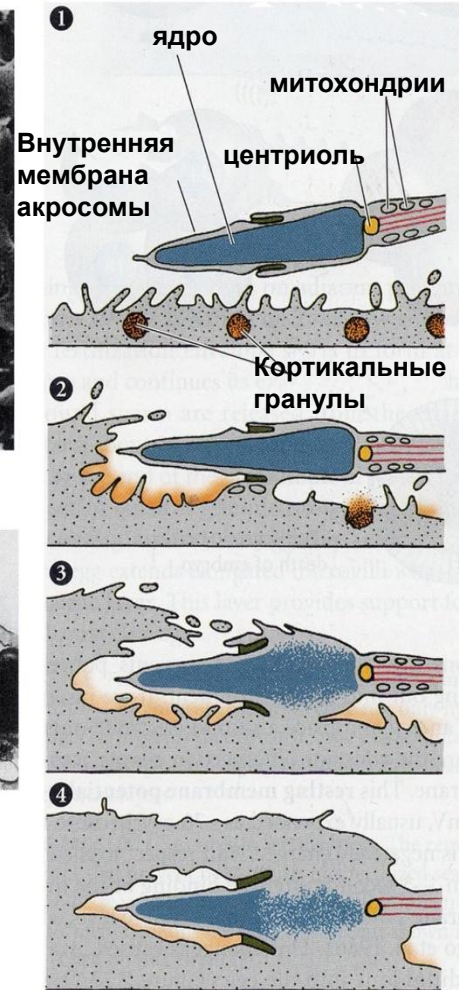
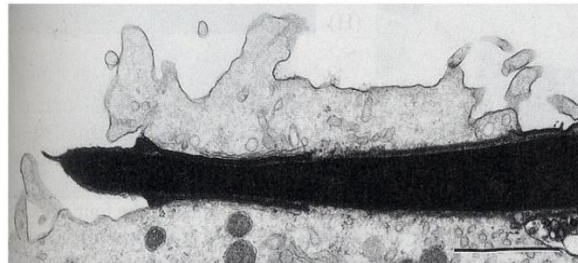
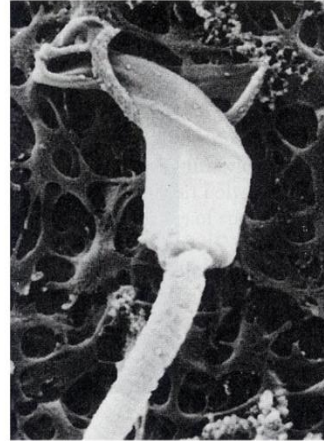
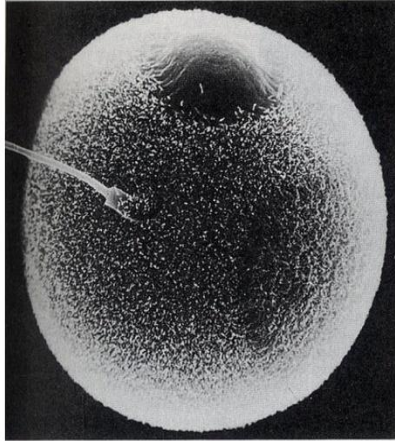
- Acid proteinase
- Acrosin
- Arylamidase
- Arylsulfatase
- Collagenase
- Esterase
- $\beta$ -Galactosidase
- $\beta$ -Glucuronidase
- Hyaluronidase
- Neuraminidase
- Phospholipase C
- Proacrosin

# Контакт спермия с оболочкой яйцеклетки у млекопитающих



*1* — мембрана сперматозоида; *2* — рецептор галактозы; *3* — рецептор N-ацетилглюкозамина (галактозилтрансфераза); *4* — протеаза; *5* — N-ацетилглюкозамин; *6* — галактоза; *7* — zona pellucida (блестящая оболочка)

# ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ



# БЫСТРЫЙ БЛОК ПОЛИСПЕРМИИ

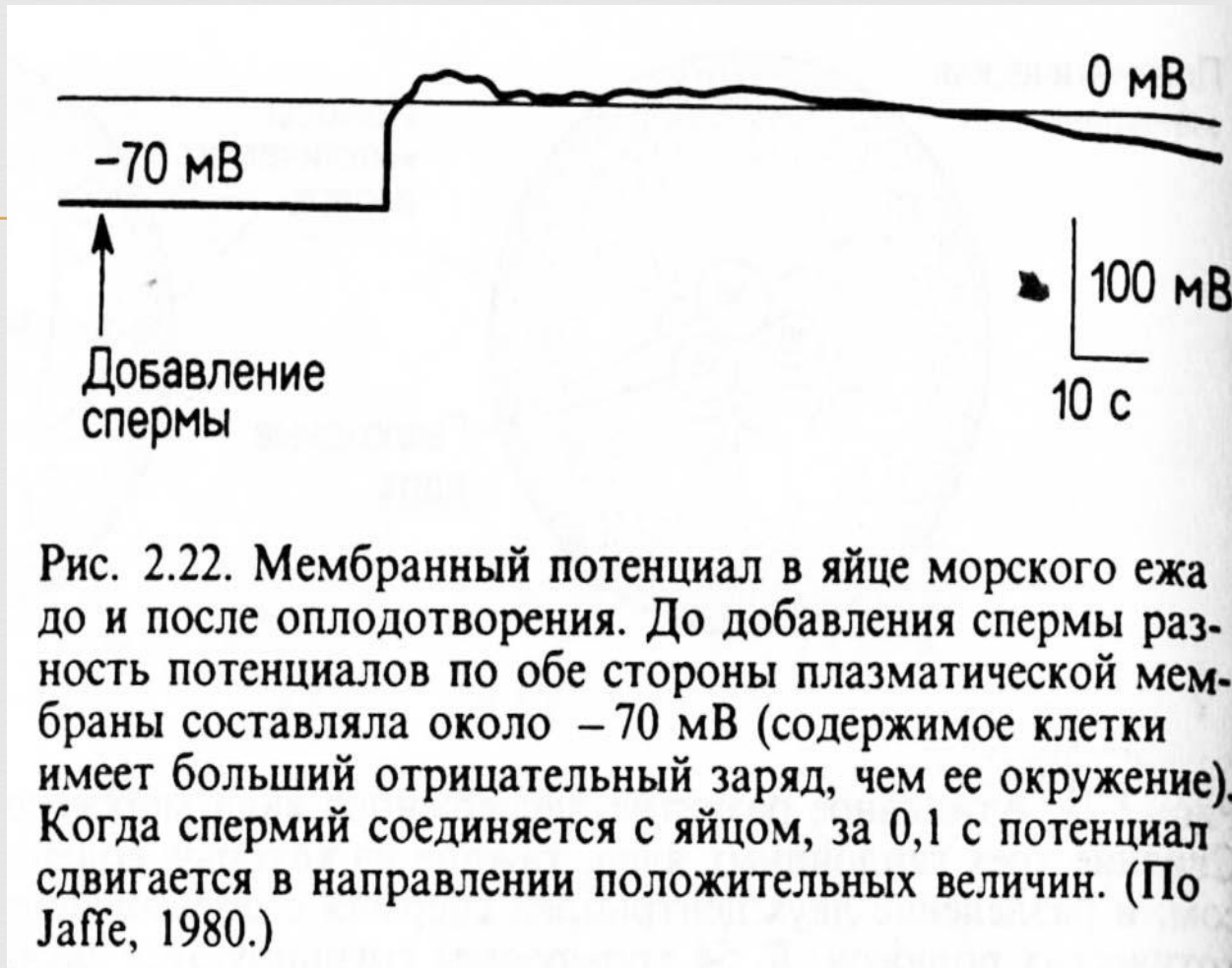
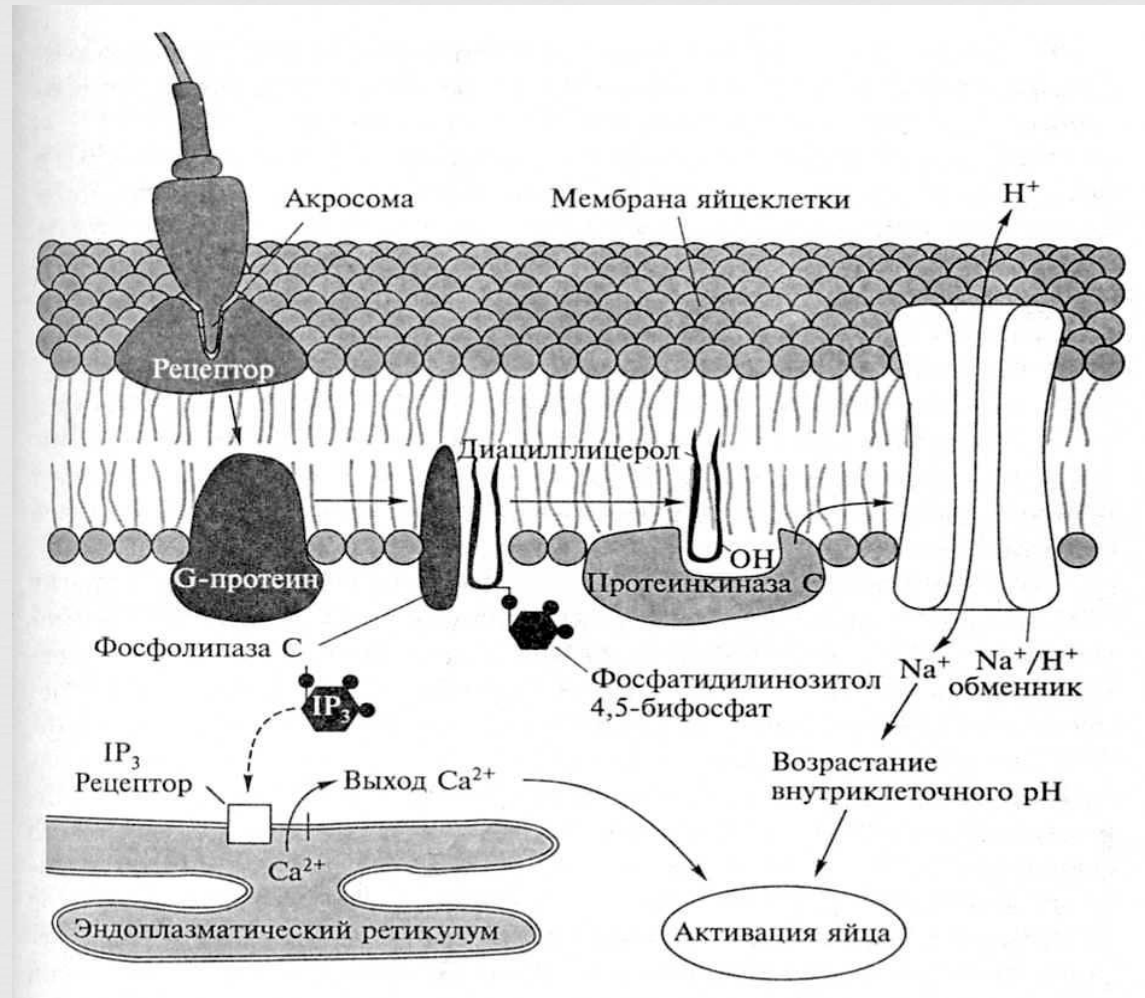
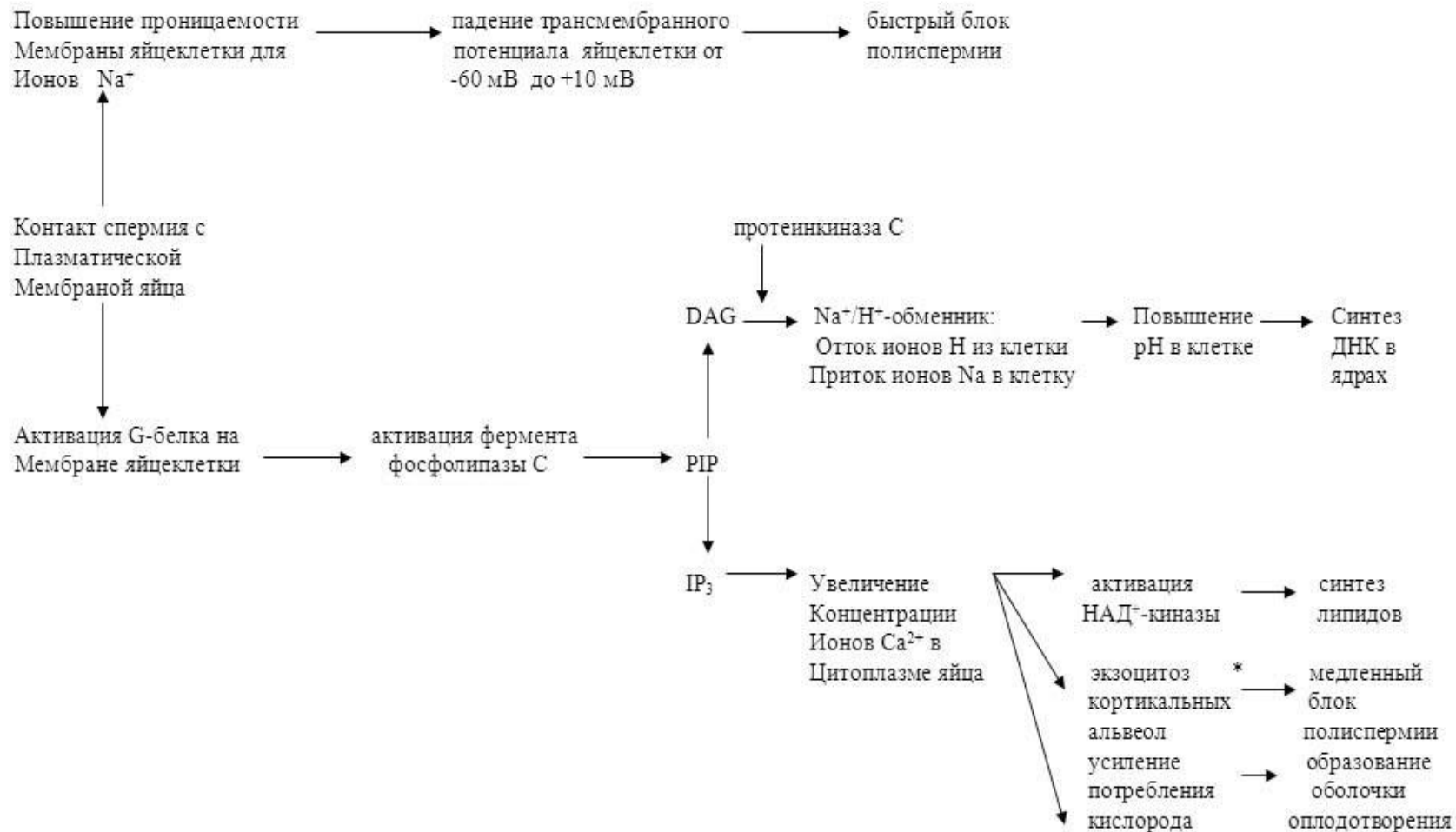


Рис. 2.22. Мембранный потенциал в яйце морского ежа до и после оплодотворения. До добавления спермы разность потенциалов по обе стороны плазматической мембраны составляла около  $-70$  мВ (содержимое клетки имеет больший отрицательный заряд, чем ее окружение). Когда спермий соединяется с яйцом, за  $0,1$  с потенциал сдвигается в направлении положительных величин. (По Jaffe, 1980.)

# РЕАКЦИИ АКТИВАЦИИ ЯЙЦЕКЛЕТКИ



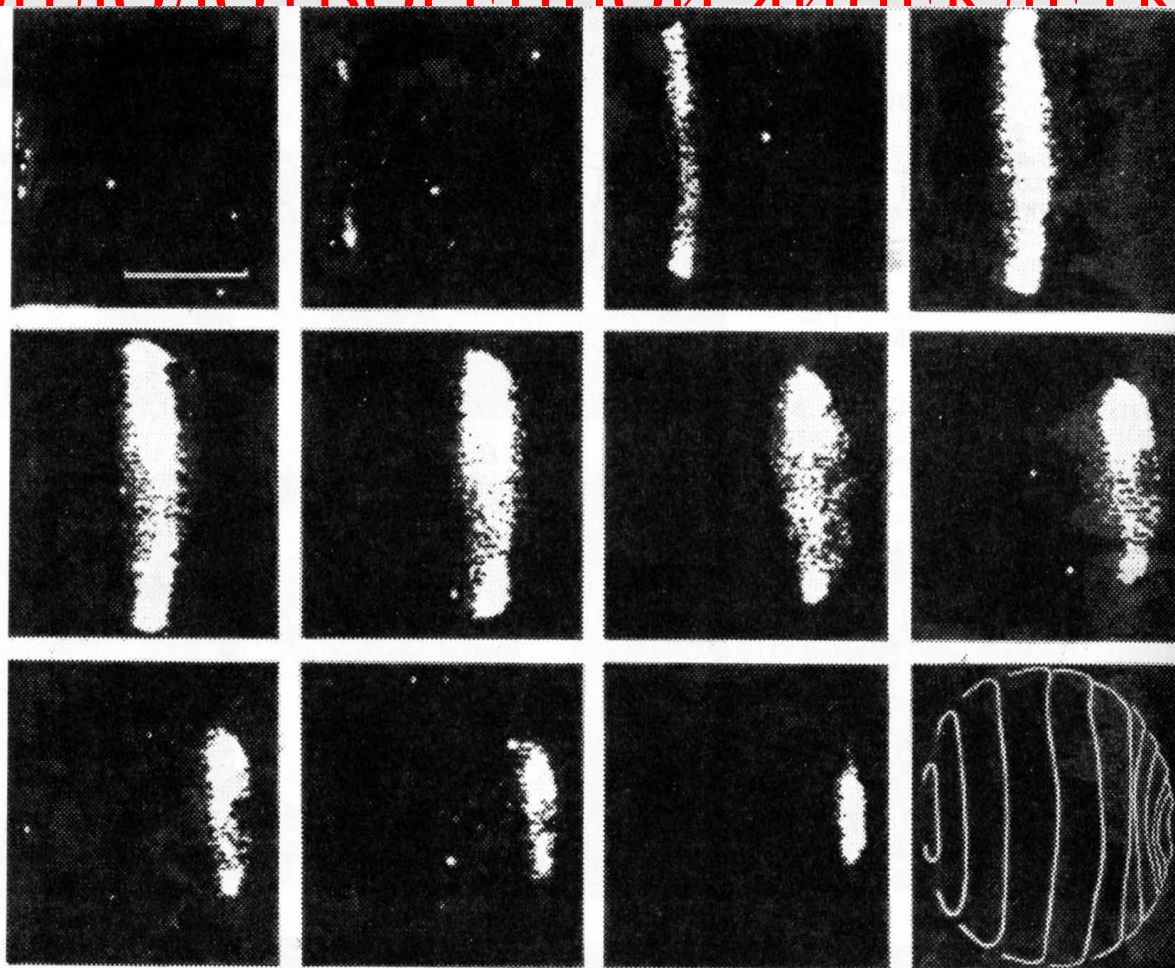
# РЕАКЦИИ АКТИВАЦИИ ЯЙЦЕКЛЕТКИ



PIP=фосфатидилинозитол-4,5-дифосфат; DAG=диацилглицерол; IP<sub>3</sub>=инозитолтрифосфат

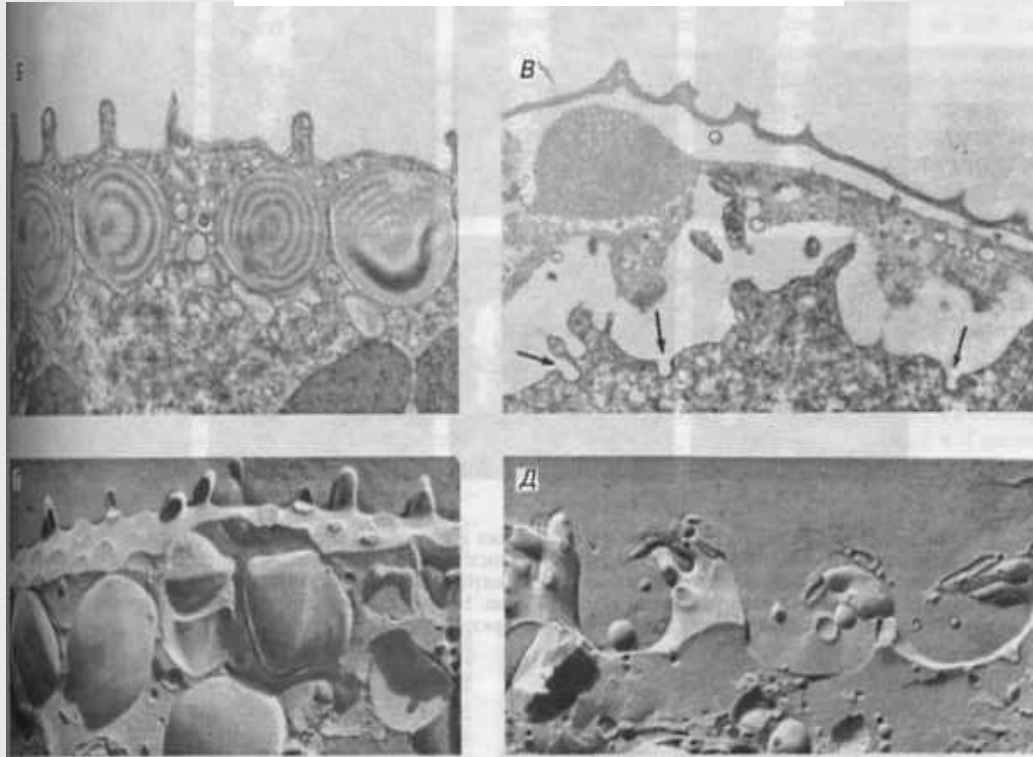
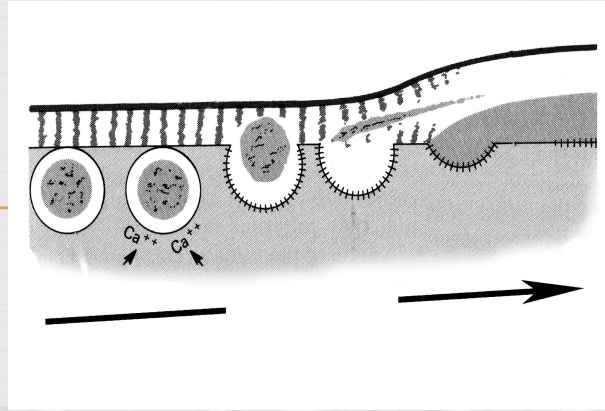
# РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛНЫ ИОНОВ $\text{Ca}^{2+}$ В ОПЛОДОТВОРЕННОЙ ЯЙЦЕКЛЕТКЕ

Микропиле



Фронт волны

# КОРТИКАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ





# СОДЕРЖИМОЕ КОРТИКАЛЬНЫХ ГРАНУЛ

- ВИТЕЛЛИНОВАЯ ДЕЛАМИНАЗА
- СПЕРМОРЕЦЕПТОРНАЯ ГИДРОЛАЗА
- ГЛИКОПРОТЕИД
- ФАКТОР, СПОСОБСТВУЮЩИЙ  
ОТВЕРДЕНИЮ ОБОЛОЧКИ  
ОПЛОДОТВОРЕНИЯ
- СТРУКТУРНЫЙ БЕЛОК ГИАЛИН  
(ИГЛОКОЖИЕ)

# ОТХОЖДЕНИЕ ОБОЛОЧКИ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ И МЕДЛЕННЫЙ БЛОК ПОДКОЖЕЖИ

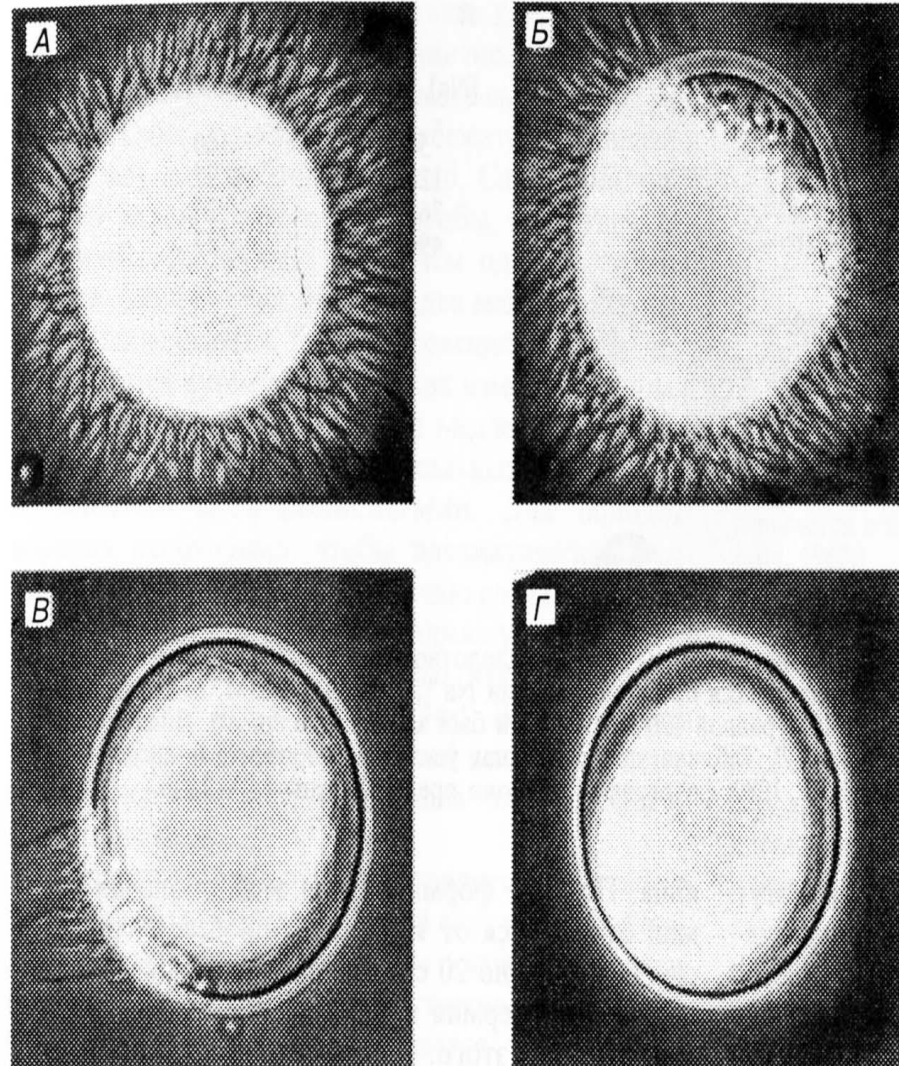


Рис. 2.24. Образование оболочки оплодотворения и удаление избыточных спермиев. Суспензию яиц морского ежа, к которой была добавлена сперма, фиксировали формальдегидом, чтобы исключить дальнейшее взаимодействие между гаметами. А. Через 10 с после добавления спермы. Видны спермии, окружающие яйцо. Б, В. Через 25 и 35 с после осеменения; вокруг яйца, начиная с места проникновения спермия, образуется оболочка оплодотворения. Г. Образование оболочки оплодотворения завершено, избыточные спермии удалены. (Из Vacquier, Payne, 1973; фотографии с любезного разрешения V. D. Vacquier.)

# БЛОК МЕЙОЗА

Ооцит первого  
порядка в начале  
периода роста

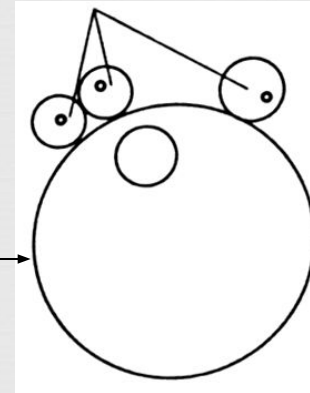
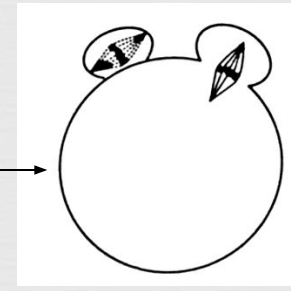
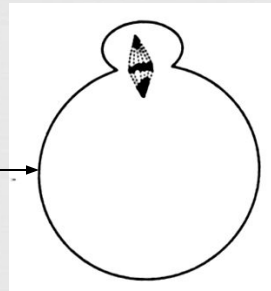
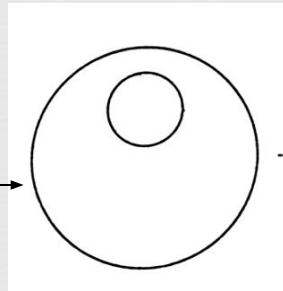
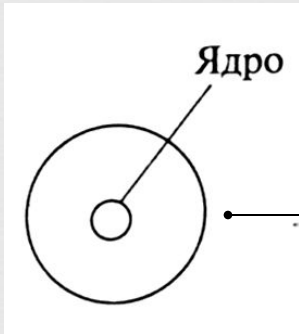
Ооцит первого  
порядка  
дефинитивного  
размера

Метафаза I

Метафаза II

Женский пронуклеус

Полярные тельца



Кольчатые черви  
*Dinophilus*  
Многочетинковый  
червь *Histriobdella*  
Плоский червь  
*Otomesostoma*  
Онихофора  
*Peripatopsis*

Круглый червь *Ascaris*  
Представитель  
*Mesozoa Dicyema*  
Губка *Granita*  
Многочетинковые  
черви *Myzostoma, Nereis*  
Двустворчатый моллюск  
*Spicula*  
Эхиурида *Thalassema*  
Собаки и лисицы

Немертина  
*Cerebratulus*  
Многочетинковые  
черви *Chaetopterus,*  
*Pectinaria*  
Моллюск *Dentalium*  
Многие насекомые

Ланцетник  
*Branchiostoma*  
Амфибии  
Большинство  
млекопитающих

Кишечнополостные  
(например, актинии)  
Морские ежи

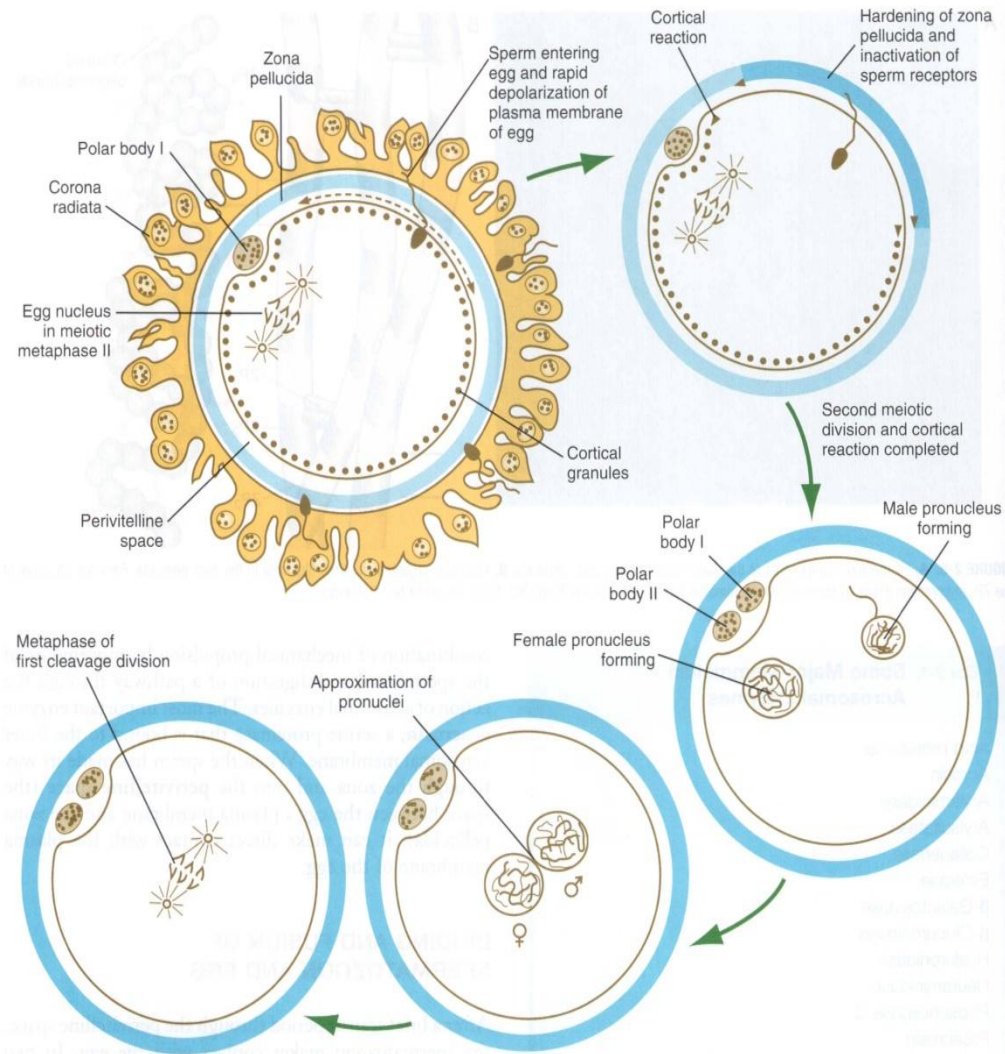


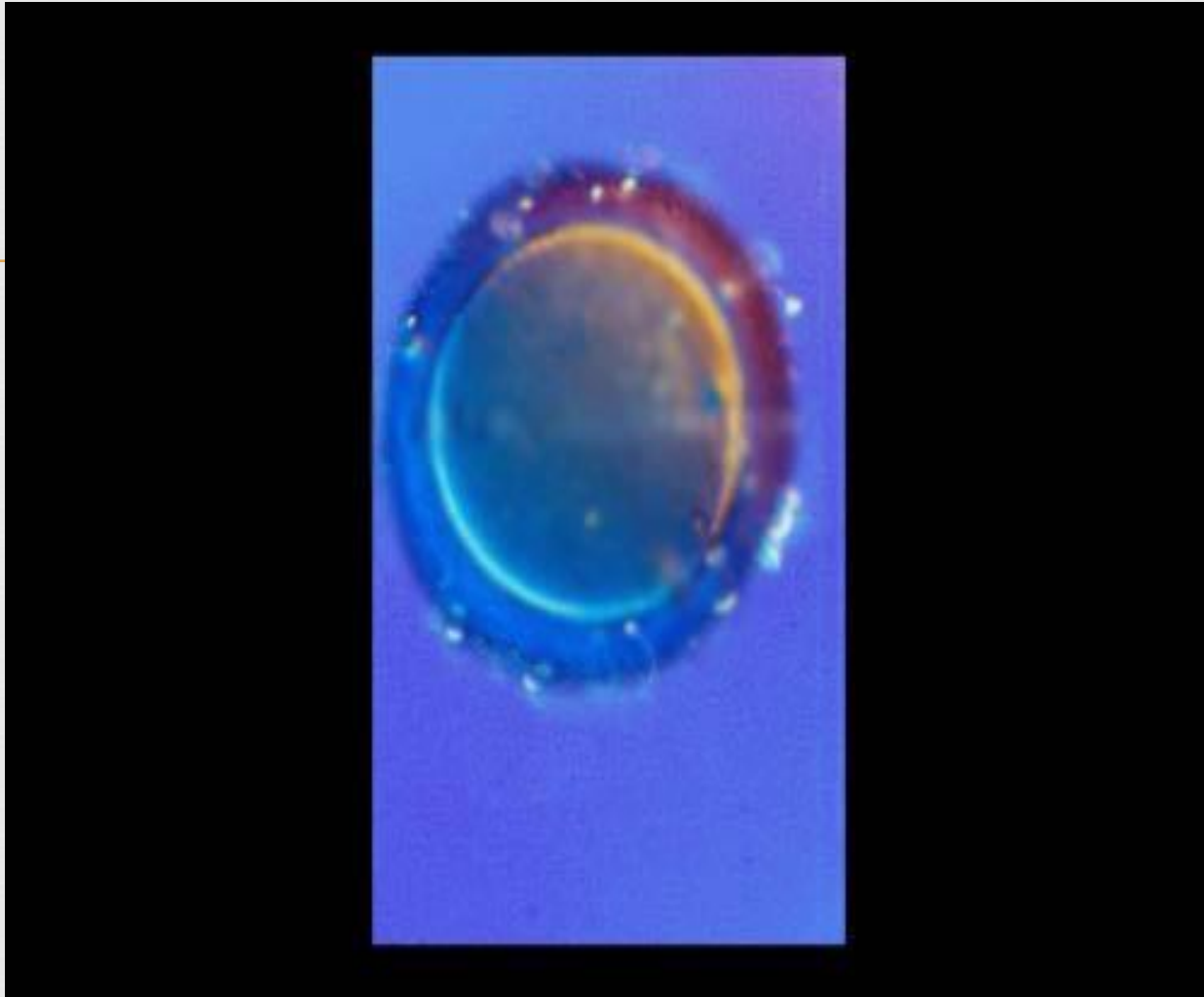
FIGURE 2-6. Summary of the main events involved in fertilization.

**схема оплодотворения у человека**



сперматозоид в складках матки

иллюстрации Леннарта Нильсона



яйцеклетка



яйцеклетка и сперматозоид



стенка фаллопиевой трубы





два сперматозоида



внедрение сперматозоида



продольный разрез  
сперматозоида

# Сингамия



- Слияние мужского и женского пронуклеуса.
- Деспирилизация хроматина, репликация.
- Образование пронуклеусов и проядрышек.
- Выстраивание диплоидного набора хромосом на метафазной пластинке первого деления дробления.

# ВОПРОСЫ



1. ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ФУНКЦИИ БИНДИНОВ.
2. КАКИЕ КОМПОНЕНТЫ КОРТИКАЛЬНЫХ ГРАНУЛ СПОСОБСТВУЮТ ОТХОЖДЕНИЮ ОБОЛОЧКИ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ?