

《发育生物学》

Developmental Biology

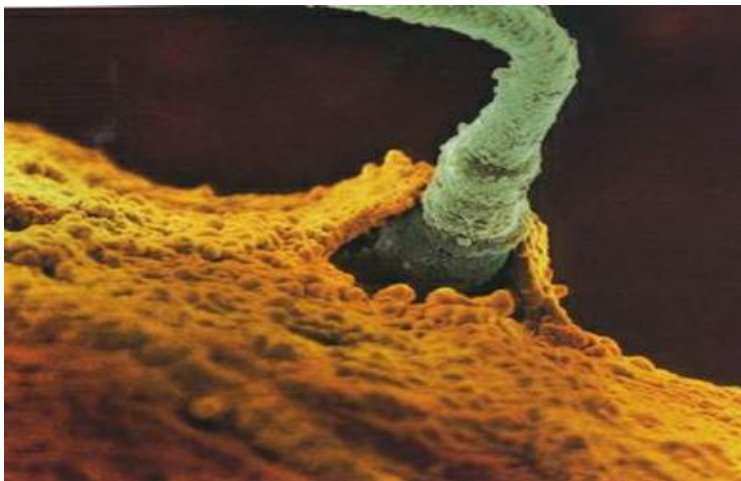
湖南师范大学生命科学学院

发育生物学教研组

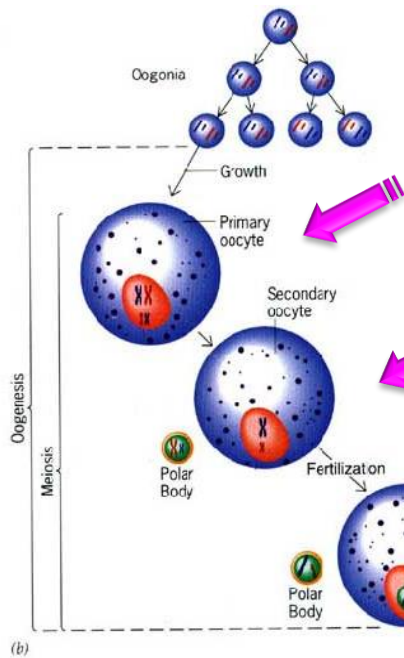
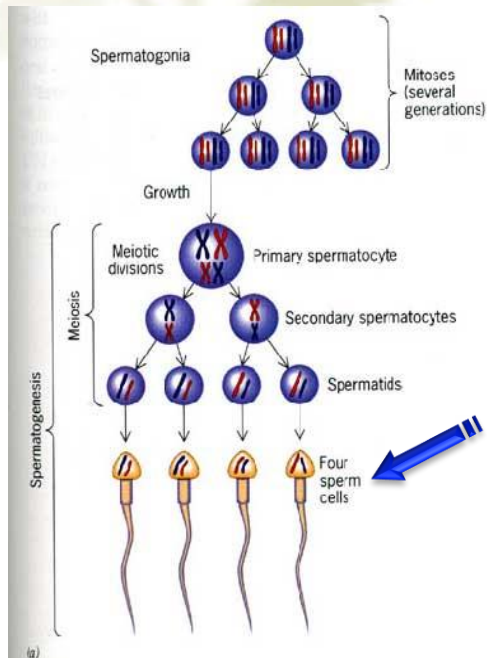
2020年3月

第三章 受精 (Fertilization)

受精是指两性生殖细胞结合形成具备双亲遗传潜能的受精卵的过程，是新生命的开端。



受精时雌、雄性生殖细胞发育状况



减裂 I 前期：蛔虫；

减裂 I 中期：贻贝、海鞘；

减裂 II 中期：脊椎动物、文昌鱼；

两次减裂完成：海胆、腔肠动物。



海胆的受精



海胆

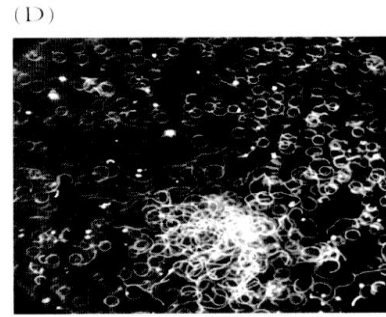
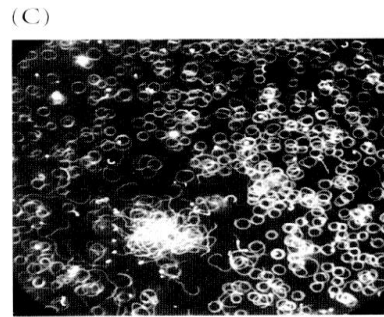
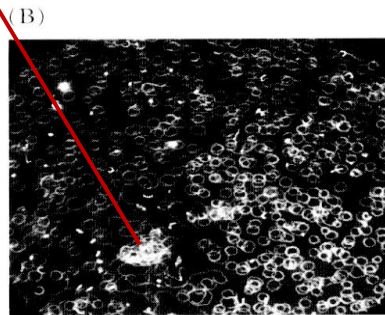
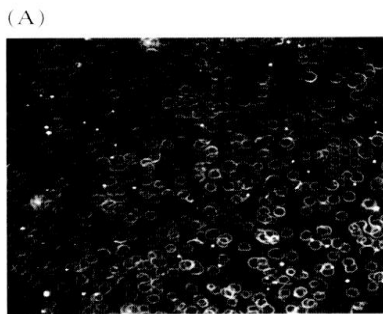
- 可以大量获得精、卵子
- 卵子小（直径约0.1mm）、卵子透明
- 胚胎发育完全同步
- 胚胎发育持续时间短（1~2天）
- 世代周期长，实验室中很难使幼虫通过变态期

(一) 精子与卵子的接触与识别

1. 物种特异性精子吸引 (Species-specific attraction of sperm)

精子激活肽 Resact

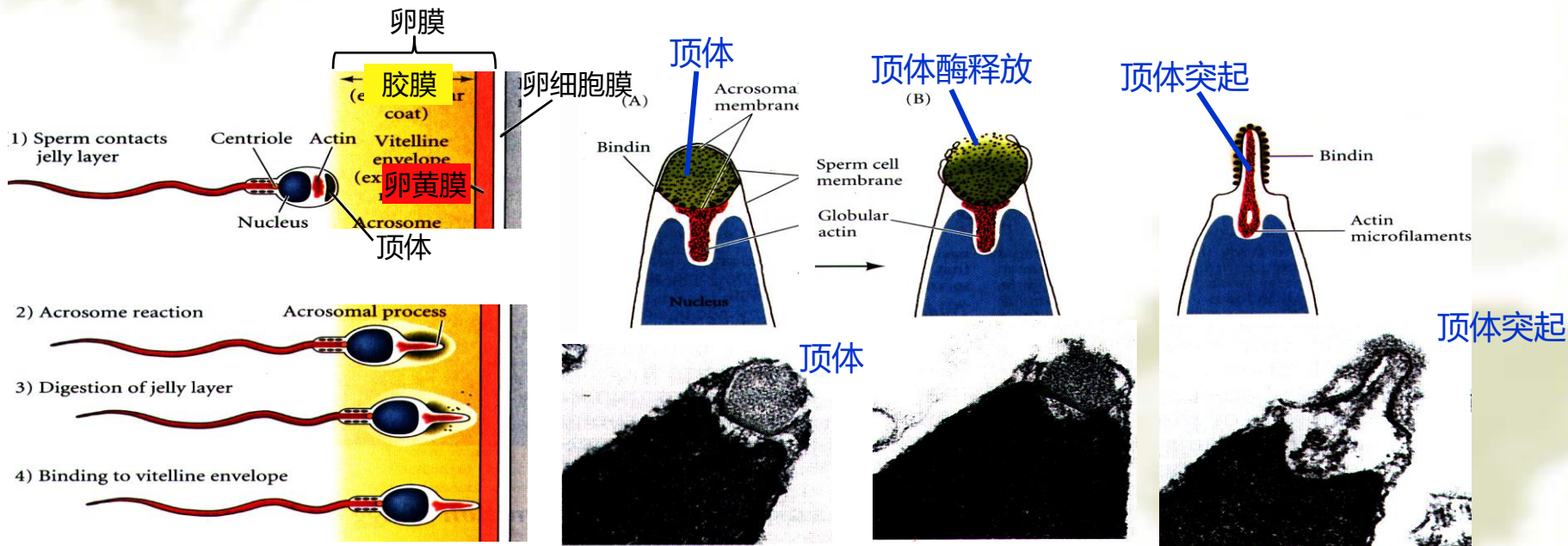
(14个氨基酸残基的特异性趋化因子)



加入精子激活肽后海胆精子聚集的观察结果

2、顶体反应 (Acrosomal reaction)

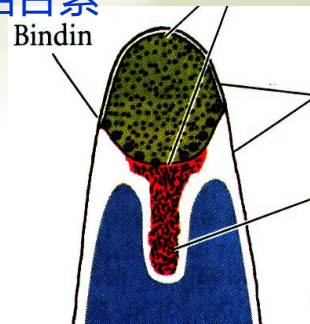
精子与卵外胶膜接触，引起精子顶体发生胞吐作用，释放的蛋白水解酶和产生的顶体突起共同作用，从而使精子穿过卵外胶膜与卵黄膜直接结合。



3、精子附着——物种特异性结合

结合素

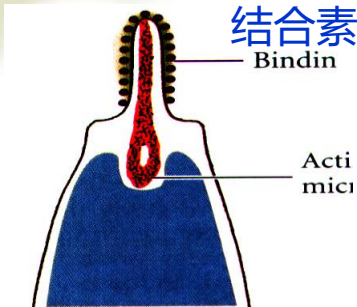
Bindin



结合素

Bindin

Acti
micl

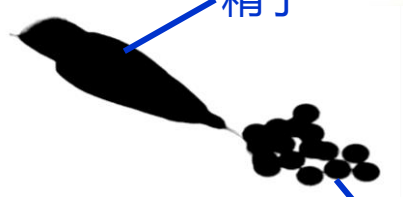


- 精子顶体中存在物种特异性的结合素 (Bindin)
- 卵膜上存在物种特异性的结合素受体

结合素

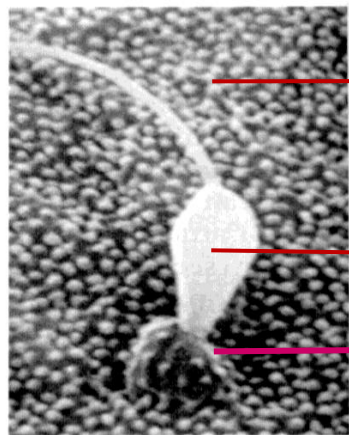
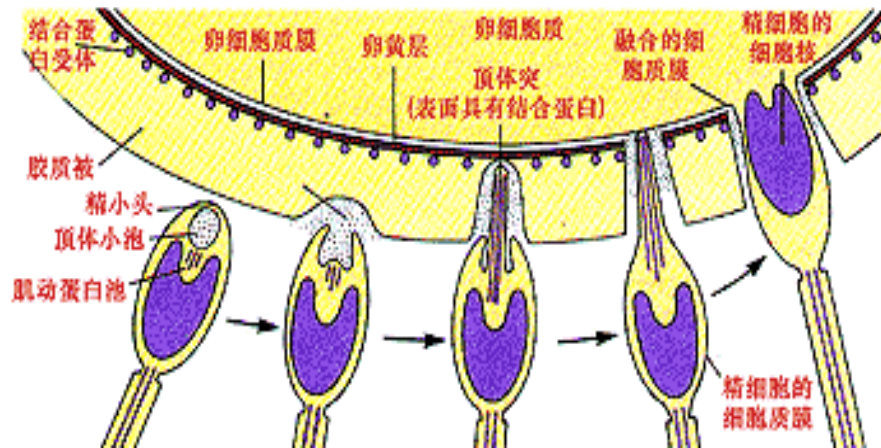


精子



Bindin受体复合体

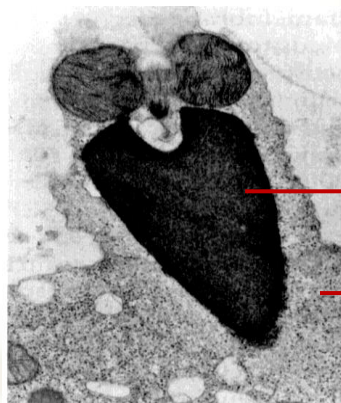
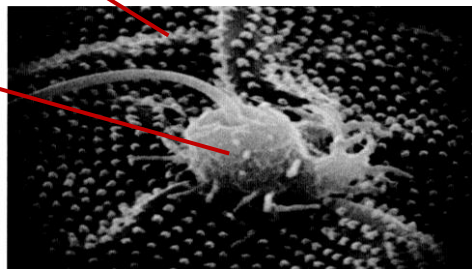
(二) 精子与卵子的融合



卵子

精子

受精锥



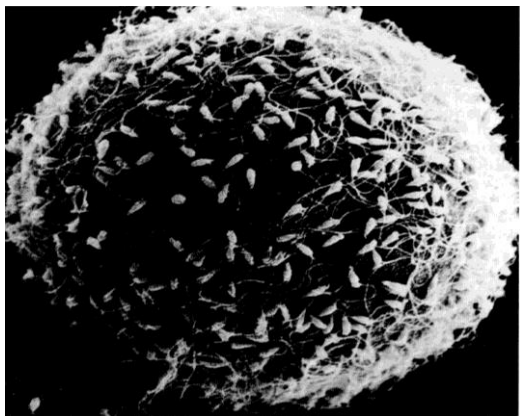
精子细胞核

卵细胞质

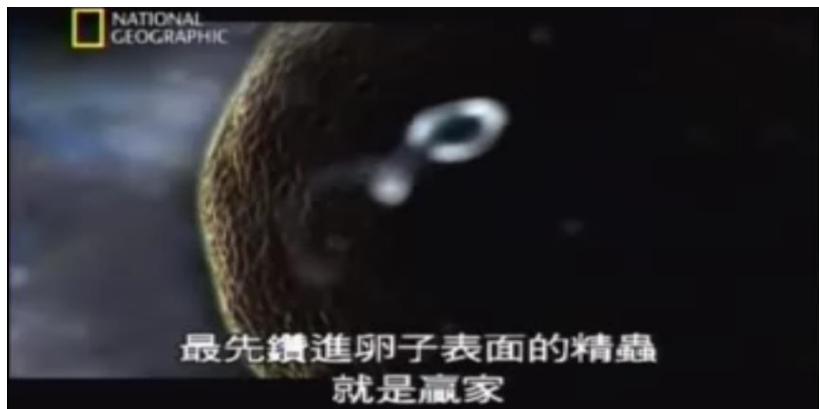
海胆精子入卵的过程

(三) 卵的激活 (Activation)

成熟的卵母细胞代谢活动处于休眠状态，经精子刺激后，卵进入活动状态，启动发育。



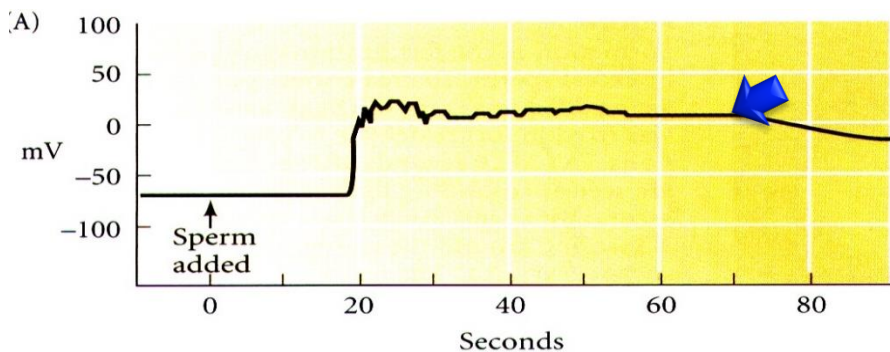
海胆精子饱和卵子实验



如何防止多精受精?

★ 海胆防止多精受精的两套机制

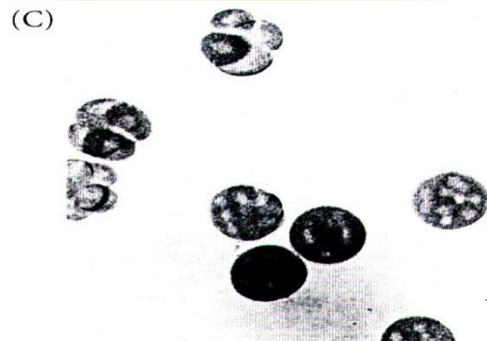
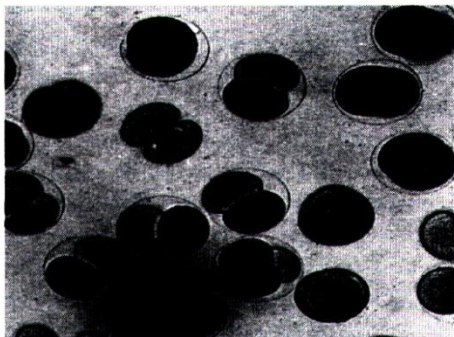
❖ 快速阻止多精受精：
通过卵细胞膜上电位
变化实现



海胆卵受精前后的膜电位变化

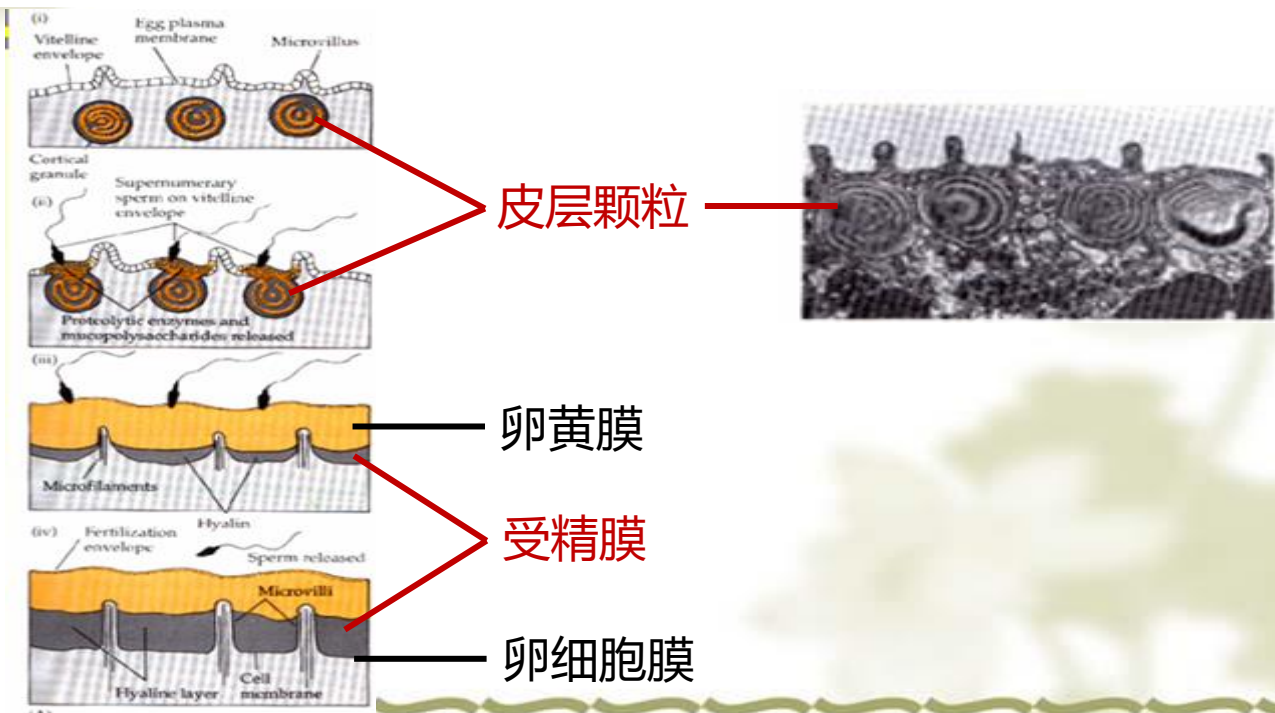
Na ⁺ (mM)	Percentage of polyspermic eggs
490	22
360	26
120	97
50	100

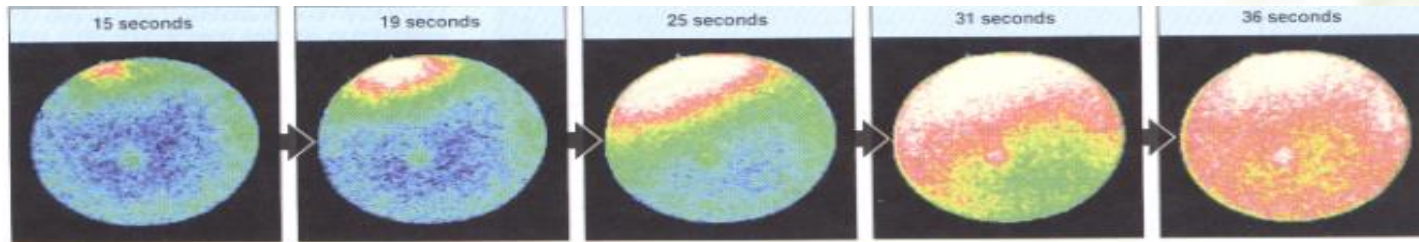
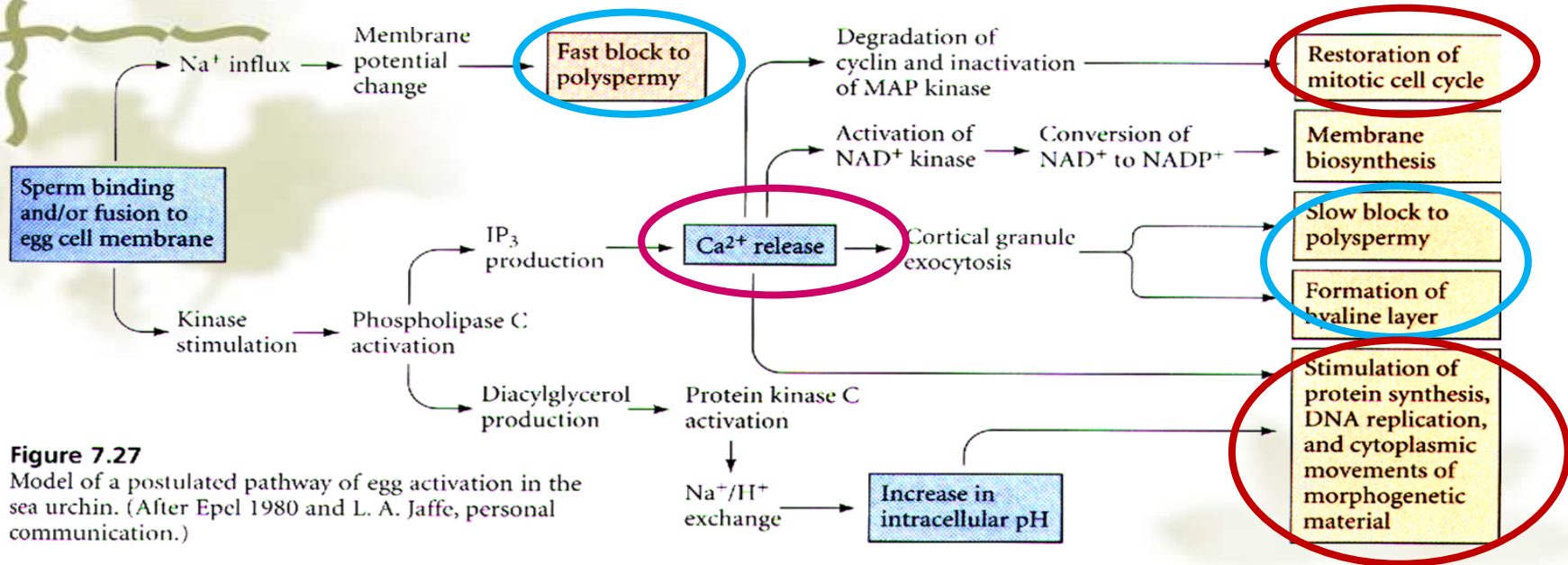
降低卵外Na⁺浓度导致多精受精比率升高



❖ 慢速阻止多精受精：通过皮层反应实现

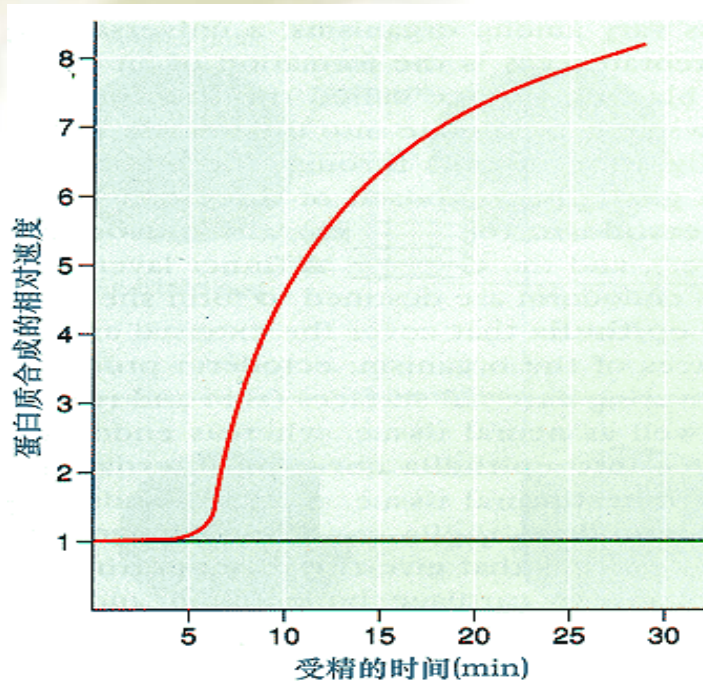
皮层反应 (Cortical granule reaction): 精子入卵后，卵细胞将皮层颗粒释放到卵细胞膜与卵黄膜之间空隙中，阻止其它精子再次进入。





Ca²⁺对启动胚胎发育是必需的

蛋白质合成的激活



受精后迅速合成大量的蛋白质

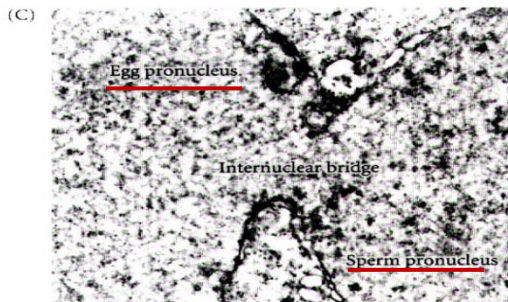
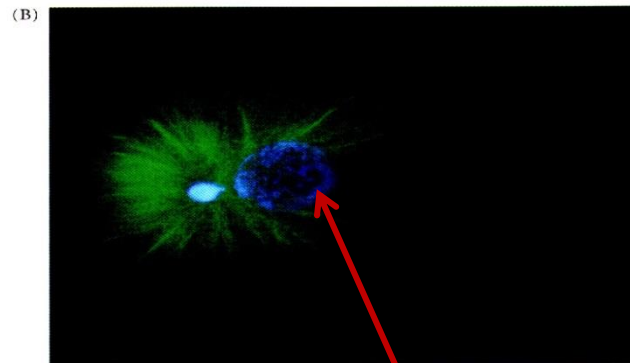
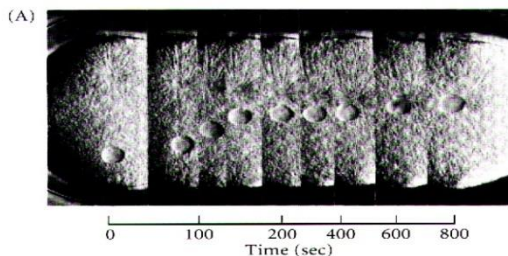
卵细胞受精后加入RNA合成的抑制
剂不会影响蛋白质合成。



主要利用卵细胞质中储存的mRNA。

(四) 精卵遗传物质的融合

- ❖ 精子细胞核进入卵细胞质后，去致密形成**雄性原核**(Male pronucleus)；卵细胞核形成**雌性原核**(Female pronucleus)。
- ❖ **原核融合**(Pronuclei fusion):
雄性原核向雌性原核移动，
当两个原核相互接触时，通常会发生融合形成合子核。



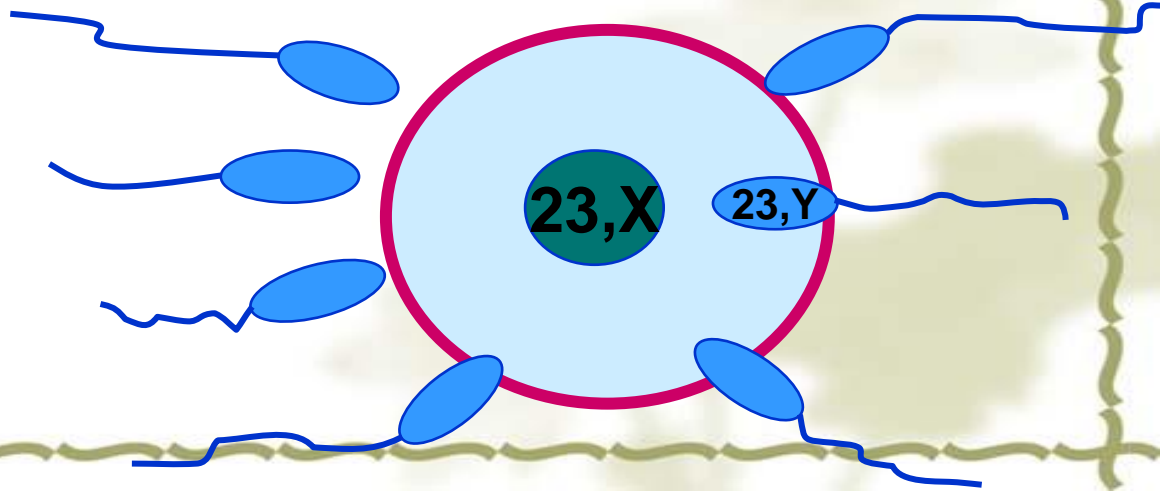
合子核

受精过程

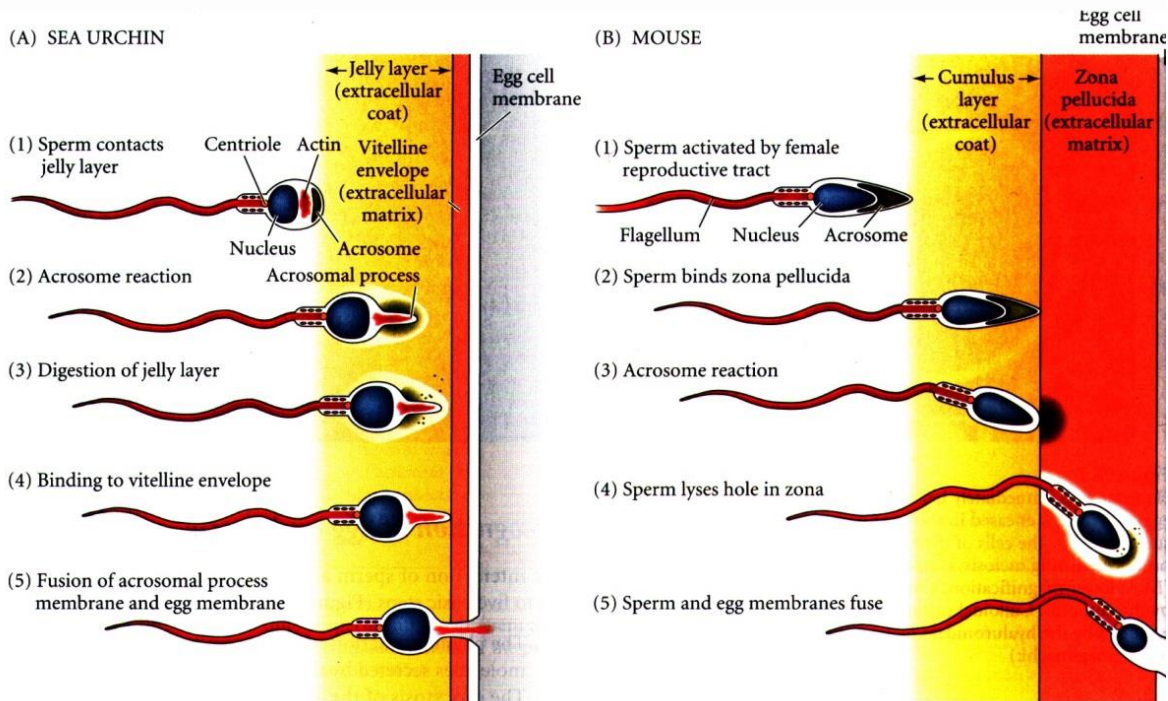
- ❖ 精子与卵子的接触与识别;
- ❖ 精子与卵子的融合;
- ❖ 卵的激活;
- ❖ 精卵遗传物质的融合。

受精的任务

1. 将父母的基因传递到后代;
2. 激活卵子，启动个体发育。



本章专题作业1:



在学习了“海胆受精过程”的基础上，自主查阅资料比较学习“哺乳动物受精”；在重点关注“顶体反应”、“皮层反应”、“阻止多精受精机制”等受精事件的同时，绘制“**Summary of fertilization in mammals**”思维导图。

本章专题作业2:

现代发育生物学研究主要集中于几种模式生物，包括线虫 *Caenorhabditis elegans* 、果蝇 *Drosophila melanogaster* 、斑马鱼 *Danio rerio* 、非洲爪蟾 *Xenopus laevis* 和小鼠 *Mus musculus* 等。另外，还有一些传统的发育生物学模式生物，如海胆 *Strongylocentrotus purpuratus* 。请查阅资料，从取材、胚胎操作性、遗传学研究基础、及适应于特定研究的特点等，列表比较它们入选模式生物的优点和缺点。