

大學叢書

脊椎動物胚胎學實驗教程

鄭作新編著

商務印書館出版

大學叢書
脊椎動物胚胎學
實驗教程

鄭作新編著

商務印書館出版

實 驗 用 具

一 由學系備整配發者：

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. 解剖刀一柄 | 9. 載片半打 |
| 2. 解剖剪：大小各一 | 10. 蓋片半打(直徑為16毫米) |
| 3. 鑷子一副 | 11. 複顯微鏡 |
| 4. 解剖針二支 | 12. 解剖顯微鏡 |
| 5. 鑲面玻皿：大小各一 | 13. 放大鏡 |
| 6. 滴管一支 | 14. 畫鏡(camera lucida) |
| 7. 燒杯大小各一 | 15. 晶片紙一束 |
| 8. 蠟盤或解剖盤一副 | 16. 抹布一方 |

二 由學生自備者：

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. 實驗簿封面 | 4. 硬鉛筆 |
| 2. 繪圖紙50張 | 5. 紅、藍、黃三種色筆 |
| 3. 尺(兩側分度, 80厘米) | 6. 硬橡皮 |

目 錄

第 一 課	細胞的間接分裂	1
第 二 課	精子發生	3
第 三 課	卵子發生	7
第 四 課	成熟的精子與卵子	11
第 五 課	海星的胚期發育	15
第 六 課	蛙的發生 (1)	17
第 七 課	蛙的發生 (2)	22
第 八 課	蛙的發生 (3)	26
第 九 課	蛙的發生 (4)	30
第 十 課	雞的發生 (1)	33
第十一課	雞的發生 (2)	36
第十二課	雞的發生 (3)	43
第十三課	雞的發生 (4)	46
第十四課	雞的發生 (5)	52
第十五課	雞的發生 (6)	57
第十六課	豬的發生	59
第十七課	子宮的研究	66

脊椎動物胚胎學實驗教程

第一課

細胞的間接分裂

用具：複顯微鏡。

材料：蝌蚪體皮及蛔蟲子宮切片標本。

試取蝌蚪體皮的切片標本，而行鏡檢。見有細胞否？呈何狀態？胞核位於細胞體中的何處？外呈何狀？其中見有染色質網(chromatin network)及染色質粒(chromatin granule)否？胞核恆含有眞核仁(plasmosome)。見之否？試檢尋之。

▲圖案：細胞的靜止狀態。

細胞的間接分裂，可分爲四期；茲順序檢察如次。

1. 初期(prophase)胞核內含的染色質，先形成細長迂曲的染色質紐(spireme)，隨漸縮短變粗，而成為染色體(chromosome)。見之否？數目若干？此時細核膜與核仁均已消失不見，而中心體則分裂爲二，且漸相分離，終達於胞核相對的二極。二者間見有紡錘體(spindle)的構造否？若不得見，試取蛔蟲子宮的切片標本，而鏡檢正在分裂中

的受精卵。見有紡錘體否？

▲圖案：細胞間接分裂的初期。至少須繪二圖，示明此期中先後所見的變化。

2. 中期 (metaphase) 此時染色體悉聚列於紡錘體的中央，形成赤道板 (equatorial plate)，而且各自縱裂為絕對均勻的二新染色體。試從紡錘體任一極的位置，鏡檢赤道板的構造；再就細胞體的側面而鏡察之。染色體的數目計有若干？各染色體呈何形狀？見有染色體牽絲 (chromosomal fiber) 否？其與紡錘體所由成的中心體連絲 (centrosomal fiber)，有何不同？

▲圖案：細胞間接分裂中期的極面與側面觀。

3. 後期 (anaphase) 此期染色體既經分裂，乃相分離，而向紡錘體的兩極趨行。互相離開的二染色體間，有細絲為之維繫，是即中間絲 (interzonal fiber)。試檢尋之。染色體既達紡錘體的兩極後，乃圍着二中心體，而形成雙星狀。圍着各極的染色體，其數目計有若干？與前期有否不同？此時細胞體的大小與形態，與前期相較，有何不同否？

▲圖案：細胞分裂的後期。

4. 末期 (telophase) 此期染色體有何變化？細胞中見有新成的二胞核否？二新胞核間見有隔膜否？中心體及紡錘體仍見存在否？新成的二子細胞與未經分裂的細胞，彼此有何區別？

▲圖案：由間接分裂所成的子細胞，示明其中所見各種構造。

第 二 課

精 子 發 生

(Spermatogenesis)

用具：複顯微鏡。

材料：蛙及蝗蟲睪丸的切片標本。

試取蝗蟲睪丸的切片標本，而用低度鏡檢視之。此種昆蟲的睪丸，係由多數精細管(testicular tubule)所成。各管中含有多數胞囊(cyst)，內貯無數生殖細胞。同一胞囊中所含的生殖細胞，其發生時期輒皆相同。精細管與輸精管相連的一端，其中胞囊所含的生殖細胞，非已成熟，即皆幾將成熟；而於相對的一端，所含者則概止於初期發達的狀態。至二端間所見的生殖細胞，悉在各期發育之中；茲可順次檢察其發生的程序。

1. 初級精原細胞(primary spermatogonium) 此種細胞形大而着色特淺。其胞核恆呈不規則狀態，尤足識別，是稱多形核(polymorphic nucleus)，為此種細胞之一種顯著的特徵。

2. 次級精原細胞(secondary spermatogonium) 形較初級精原細胞為小；其核為形圓大，幾佔細胞體的全部。胞核中的染色質網特

形顯著；胞質與胞膜染色均甚淺，幾不可辨。見有正在分裂中的精原細胞否？試鏡尋之，並檢視其細胞體中所含的染色體究有若干？

3. 初級精母細胞(primary spermatocyte) 此種細胞形漸變大，而其胞核中所含的染色質，亦同時發生複雜的變化；茲順序鏡檢如次：

①細線期(leptotene stage) 核中所含的染色質粒，初相癒合而形成細鬆的紐線(spireme thread)，稱為細線(leptotene thread)，蜿蜒於胞核中。見有核網結(net knot)否？具核仁(plasmosome)否？染色質核仁(chromatin nucleolus)否？試一一檢尋之。

②聯會期(synaptic stage) 細線既經形成，隨乃兩兩配合成對，是稱聯會(synapsis)。試檢察正在聯會中的紐線。

③粗線期(pachytene stage) 紐線既經聯會後，漸乃縮短變粗，形成粗線(pachytene thread)，仍相纏繞於胞核中。此時見有核仁否？細胞體的大小，與前期相較如何？

④雙線期(diplotene stage) 此時紐線各呈二裂狀，而稱為雙線(diplotene thread)。胞核中的其他構造，有何變化否？

⑤終變期(diakinesis) 紐線經上述種種變化後，乃漸凝縮而形成所謂四分體(tetrad)。四分體的數目究有若干？試檢算之。其形態彼此是否相同？試鏡檢之。

四分體既經形成，乃悉排置於紡錘體的赤道上，各行縱裂而成爲二分體(dyad)，分配於正在形成的二子細胞中。

4. 次級精母細胞(secondary spermatocyte) 初級精母細胞既經分裂，乃形成次級精母細胞。二者如何識別？次級精母細胞中所含的二分體，究呈何狀？計有若干？試鏡檢次級精母細胞的分裂。

5. 精子細胞 (spermatid) 精子細胞外呈何狀？其所含的染色體，係由二分體分裂而成，稱單分體 (monad)。其數目究有若干？與二分體相較，是否相同？其形態與二分體如何識別？

綜上所述，得知由初級精母細胞發育為精子細胞，須經二次成熟分裂。初級精母細胞中所含的染色體，先成四分體，旋經第一成熟分裂，而變為二分體；嗣更經第二成熟分裂，而形成單分體。單分體的數目，適為原有染色體數目的一半，因而稱前者數目為單倍數 (haploid number)，而後者為二倍數 (diploid number)。染色體數目的減半作用，往往見於第一成熟分裂中，是以此種分裂常稱為減數分裂 (reduction division)。

6. 精子 (spermatozoon) 由精子細胞變形而成。精子究呈何狀？其構造可分為頭、頸、尾三部。試慎察之。三部長短比例如何？何者最長？何者最短？頭部着色特濃，因其內含有胞核之故。

▲圖案：蝗蟲的精子發生。繪示上述的各種生殖細胞，並詳為註明。

試取蛙睪丸的切片標本，而鏡檢之。其中見有圓圈狀的構造否？是即精細管的橫斷面。管內含有無數生殖細胞。初期發育的生殖細胞，悉列於管的邊緣位置；而行將成熟者，則位近於管腔的中央。試依次鏡檢各種生殖細胞的構造。

1. 初期精原細胞 形大而着色特淺，其內亦含有多形核。此種細胞輒散處於精細管的界膜上，不易察見。試慎檢之。

2. 次級精原細胞 試以之與蝗蟲睪丸中所見者，互作比較。見有正在分裂中的精原細胞否？試檢算其染色體的數目。

3. 精母細胞 試按前述精母細胞的各期變化，而檢察之。蛙的

初級精母細胞，其紐線當行聯會時，大都凝集於胞核的一隅，是稱凝線作用 (synizesis)。紐線經凝集後，間尚有少數散線由凝集塊伸出，而彌漫於胞核中，全形酷似一束花球，故此期又稱為花束期 (bouquet stage)。

蛙的初級與次級精母細胞，究係如何而得識別？試鏡檢其彼此的不同。見有四分體否？數計若干？其形態與蝗蟲精母細胞中所含者，有何不同否？次級精母細胞所含的二分體，其數目與四分體，有否不同？

4. 精子細胞 此種細胞與精母細胞如何識別？其中所含的染色體究呈何狀？數計若干？

5. 精子 蛙的精子呈何形狀？見有尾部否？尾部的位置，係向精細管的內方，抑向其周圍？試鏡察之。

▲圖案：蛙的精子發生。

第三課

卵子發生

(Oogenesis)

用具：複顯微鏡。

材料：蛔蟲子宮縱切片，蛙的卵巢切片。

1. 蛔蟲的卵子發生

雌性生殖細胞的發生，與前課所述精子發生的情形，大抵相同。

試取蛔蟲子宮的縱切片，置於鏡下檢察之。

蛔蟲的初級與次級卵原細胞 (oogonium) 悉生於卵巢中。卵原細胞經數度分裂後，其子細胞乃漸移入於子宮中，而開始成熟作用，終乃變為成熟的卵子；茲順序檢察其發育歷程如次。

1. 初級卵母細胞 (primary oocyte) 形頗大。見有胞核否？試鏡檢其中所含的四分體。每個四分體，係由幾個染色體配對而成？此時卵中所含染色體，計有若干？卵中見有着色深濃的塊狀體否？是即精子的頭部。蛔蟲的精子於卵子發生的初期，即行侵入卵中。卵既經精子侵入後，遂於其表面形成一顯著的卵膜 (egg membrane)，

被覆於卵的全部。此膜因係由受精作用而得形成，故亦稱為受精膜 (fertilization membrane)。其形成之初，係緊貼於卵子的周圍表面，旋漸分離，而二者間遂竟形成一腔，稱圍卵腔 (perivitelline space)。試鏡檢具有受精膜的卵子；其構造與未具此膜者，究有若何不同否？

2. 次級卵母細胞 (secondary oocyte) 初級卵母細胞旋經第一成熟分裂，而形成兩個大小不等的子細胞；其大者稱為次級卵母細胞，而小者則稱第一極細胞 (polarocyte)，附着於大者的外側。試鏡尋之。此極細胞外呈何狀？其中所含者究為何物？

次級卵母細胞中所含的染色體，悉呈二裂狀，稱二分體，是皆由四分體分裂而成。其數目究有多少？卵中見有紡錘體否？試檢視精子在卵內有何變化否？

3. 卵子細胞 (ootid) 次級卵母細胞既經形成，復行第二成熟分裂。所成的二子細胞，又為一大一小：大者為卵子細胞，而小者稱第二極細胞。試檢視二分體之分裂為單分體。每一單分體，係代表單一染色體。卵細胞中所含的染色體，計有多少？與初級卵母細胞所含者相較，是否相同？卵子中尚見有精子的頭部否？此種構造與其初侵入於卵子時相較，曾否發生若何變化？

卵的減數作用，大都亦係在第一成熟分裂時行之。既經減數分裂的卵，其中僅含單倍數的染色體。如斯結果與雄性情形，恰相符合。

試檢尋第一與第二極細胞。二者究能識別否？其位置彼此相近否？第一極細胞時或更經分裂為二子細胞，稱第三與第四極細胞。見之否？此等極細胞概無所用，終則皆遭消失。

4. 成熟卵 (mature ovum) 卵子細胞所含的染色體，嗣經變化

而形成染色質網，外圍以核膜，而復呈靜止的狀態，是稱雌原核 (female pronucleus)。此時精子的頭部，亦已發育為雄原核 (male pronucleus)。此二原核究能鑑別否？試於卵子的表面，檢尋極細胞。見有幾個？

▲圖案：蛔蟲卵子發生的程序。

▲報告：所檢察的卵子發生，與前述的精子發生有何異同？試比較之。

精卵既經成熟，旋即併合而成為合子 (zygote)，或稱受精卵 (fertilized ovum)，是為受精作用 (fertilization)。前述的蛔蟲，其精子雖早已侵入卵內，惟雌雄二原核的結合，則仍俟卵子完全成熟之後。精卵中所含的染色體，其數目如前所述，悉經半減而為單倍數。至受精時精卵相配，而其中所含的單倍數染色體遂乃併合，而復成為原有的二倍數。以是之故，染色體的數目，得能維持其有定的數目於後代。

2. 蛙的卵子發生

蛙卵巢中所含的生殖細胞，原亦係初級卵原細胞，隨變為次級卵原細胞，不斷分裂增殖，終乃形成為初級卵母細胞。其細胞體與胞核積漸增大，而其胞核中的染色質亦同時發生種種變化，先成為細線，嗣乃變為粗線以至於雙線。斯時粗線却漸疏解為粒狀，而呈為靜止狀態。至細胞體則仍繼續增大不已，直至排出卵巢為止。卵母細胞的第一與第二成熟分裂，迨遭排出後始得完成，是與雄性的情形判然有別。

試取蛙的卵巢切片，而行鏡檢。見有形大似卵的細胞否？是即

正在長成增大中的初級卵母細胞。試於卵巢的邊緣部，鏡尋卵原細胞及初期發育的卵母細胞。此等細胞大多以發育程度相同者，互相結合成羣，因而尤易識別。

▲圖案：蛙的卵原細胞，及所見發育程度不同的初級卵母細胞。

第四課

成熟的精子與卵子

用具：複顯微鏡、解剖顯微鏡、解剖刀、解剖剪、解剖針、鑷子、載片、蓋片。

材料：活蛙(或鼠)、人、鼠、鴿、蛙等的精子塗片標本，文昌魚、魚、蛙等的卵子液浸標本，昆蟲、雞、與哺乳動物(貓、鼠、犬)等的卵巢切片標本。

藥品：生理食鹽水[製法：以0.75克氯化鈉 NaCl，溶解於100立方釐米的蒸餾水中]，美綠染液[製法：以美綠染料(methyl green)一克，與冰醋酸約一立方釐米，同混於100立方釐米蒸餾水中]。

1. 精子

脊椎動物的成熟精子，其構造可分為三部如次：

1. 頭部 幾全為卵核所充佔，先端略尖，稱為頂體(acrosome)。
2. 頸部 為球狀的小結節，位居頭部的後方，內含中心體，通常由此伸出軸絲(axial filament)，縱貫尾部。
3. 尾部 形似鞭毛，中貫以由頭部伸出的軸絲。絲軸外被薄鞘，惟其末端則恆缺鞘而裸出。

三部中以頸部最小而不顯著，甚或付缺。至於頭部，則形態各殊。今將所製備的裝片標本，取置鏡下而檢察之。試比較各種精子

的大小及其形態的不同。

▲圖案：所見各種精子。

試由殺死之蛙或鼠的體中，剖取其睪丸，而撕破之。用針取精液一滴，塗於載片上，注些生理食鹽水，而行鏡檢。見有生動的精子否？試染以美綠染液，而再檢察之。

▲圖案：蛙(或鼠)的生鮮精子。

2. 卵子

卵子通常作圓形或橢圓形，性靜止而不具任何運動構造。卵內恆具有略相同形的胞核；其胞質中輒更含有供營養用的卵黃。卵因所含卵黃的多寡，及其在卵中分布情形的不同，可別為下列三種。

1. 均黃卵(homolecithal egg or isolecithal egg) 卵黃極少，而勻布於卵質(ooplasm)中。

2. 端黃卵(telolecithal egg) 卵黃豐富而積集於卵體的一端，是為營養極，或稱植物性極(vegetative pole)；至於胞核與胞質的大部則悉集於相對的一端，是為發育極，或稱動物性極(animal pole)。卵黃較卵質為重，故卵在自然位置時，植物性極恆居下方，而動物性極則浮向上方。

3. 中黃卵(centrolecithal egg) 卵黃豐富且悉集於卵的中部，而胞質則大都環繞於其周圍，胞核及附着於其四周的薄層胞質，初係位於卵的中央處；嗣經分裂而形成多數的胚胎(blastomere)，乃漸移聚於卵體的表面。

試取所備的卵子液浸標本，而用解剖顯微鏡檢察之，並比較其彼此的異同。卵的外面見有卵膜(egg membrane)否？計有幾層？卵內

見有胚核(germinal vesicle)否？是即卵的胞核，而其中更具有核仁，稱胚仁(germinal spot)。試鏡檢之。

▲圖案：所見的卵子。各圖的放大倍數務求劃一，且圖中應用細點，以綴示卵中各部的分化情形。

試鏡檢昆蟲的卵巢。見有業經成熟或正在成熟作用中的卵子否？注意其所含卵黃的分布情形，及其胞核與胞質的所在。見有卵膜否？

▲圖案：昆蟲的卵子。

將雞的卵巢切片，取置鏡下檢之。見有大小不等的卵子充填其間否？最大者的直徑，究為若干？試測計之。卵中具有卵黃及核否？卵黃染為何色？胞核若何？卵的周圍具一胞膜，稱為卵黃膜(vitelline membrane)，其外更具有一層包卵細胞(follicular cell)所組成的卵包膜(follicular membrane)。卵黃膜恆可稱為第一卵膜(primary egg membrane)，而卵包膜則稱第二卵膜(secondary egg membrane)。

▲圖案：雞卵巢中的卵子。

再取哺乳動物的卵巢切片標本，而行鏡檢。哺乳類的卵係生於囊狀的構造中。此種囊狀構造，初形甚小，稱為初級卵包(primary ovarian follicle)，由單層包卵細胞圍繞卵子而成。初級卵包隨漸發育擴大，而變成Graaf氏卵包(Graafian follicle)。各卵包外圍以卵包膜(theca folliculi)。此膜更分為內外二層，稱卵內包膜(theca interna)與卵外包膜(theca externa)。卵內包膜的內側為顆粒膜(membrana granulosa)。卵包的中央具有一腔，稱卵包竇(antrum folliculi)，內含卵包液(liquor folliculi)。顆粒膜的一部特形增厚，而突出於竇中，稱卵丘(cumulus oophorus)，內含卵子。卵子外具卵黃