

眼

解剖生理學

anatomy and Physiology of the Eye

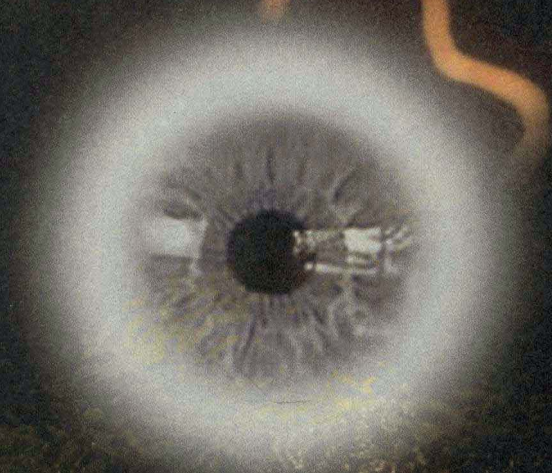
曾廣文 · 許淑芬 · 關宇翔 · 沈秉衡 編著



天
地
人
文
大
典

眼

解剖生理學



Anatomy and Physiology of the Eye

曾廣文 · 許淑芬 · 關宇翔 · 沈秉衡 編著

眼解剖生理學

Anatomy and Physiology of the Eye

發行所/Publishing House：華格那企業有限公司/Wagner Co. Ltd

作者/Author：曾廣文/Tseng, Kuang-Wen、許淑芬/Hsu, Shu-Fen

關宇翔/Kuan, Yu-Hsiang、沈秉衡/Shen, Bing-Herng

董事長/Founder：南山先生/Mr. Nanshan

發行人兼社長/Publisher & Managing Director：蔡小萍/Tsai, Hsiao-Ping

推廣部經理/Marketing Manager：吳為鈺/Wu, Wei-Yuh

推廣部副理/Marketing Vice-Manager：蔡健發/Tsai, Chien-Fa

推廣部主任/Marketing Supervisor：周東賢/Chou, Don-Hsien、賴君維/Lai, Chun-Wei

編輯組長/Editor Supervisor：紀巧屏/Chi, Chiao-Ping

執行編輯/Executive Editor：陳曉萍/Chen, Hsiao-Ping

企劃/Project Director：黃鈺凌/Huang, Yu-Ling

電腦排版/Typesetting：蘇綉雯/Su, Shiu-Wen

封面設計/Cover Designer：侯愛慈/Hou, Ai-Tzu

電腦顧問/Computer Consultant：大葉大學資管系副教授 吳為聖/Wu, Wei-Shen

地址/Add：台中市南區 402 仁義街 21 號

/No.21, Renyi St., South District, Taichung City, 402, Taiwan (R.O.C.)

電話/Tel：886-4-2285-7299

傳真/Fax：886-4-2285-9783

網址/Website：http://www.wagners.com.tw

電子信箱/E-mail：wagners@ms28.hinet.net

郵政劃撥帳號/Account Number：22183873

戶名/Account Name：華格那企業有限公司

出版日期/Publishing Date：2009 年 9 月初版

定價/Price：NT400 元

登記字號/Registration Number：局版臺省業字第 928 號

國家圖書館出版品預行編目資料

眼解剖生理學 = Anatomy and physiology of
the eye / 曾廣文等合著. -- 臺中市：華格
那企業, 2009. 09

冊：公分

ISBN 978-986-6680-94-6 (精裝)

1. 眼睛 2. 眼科 3. 局部解剖學

394.961

98012056

出版序

眼解剖生理學為視光科系學習基礎的重要學科之一，主要是探討眼球相關構造、功能，以及身體其他部分之關連性的一門學問，更為引領學生入門日後臨床視光科學的重要基礎課程。然而國內本土教材有限，多為翻譯外文書，未能確切符合國情及學生之需求，有鑑於此，本公司特邀從事此專業課程教學工作的學者，以條理清晰、深入淺出的內容，並配合精美、豐富的彩圖，以加強學生記憶及理解，期望使莘莘學子能達到事半功倍的學習效果。

本書能順利出版要特別感謝所有作者：曾廣文、許淑芬、關宇翔、沈秉衡老師的辛苦撰寫、反覆校閱及提供相關資源與全力協助，華格那公司暨全體同仁深表謝忱。本書雖經審慎編撰，然疏漏之處在所難免，尚祈各先進及讀者不吝指正、賜教，以供改正，使本書更臻完美。

華格那編輯部

陳曉萍 謹識

作者簡介

曾廣文

國立臺灣大學解剖學暨細胞生物學研究所博士

現任中山醫學大學視光學系專任助理教授

許淑芬

國立陽明大學生理學研究所博士

曾任財團法人義大醫院博士後研究員

義守大學健康管理系兼任助理教授

國立臺南護理專科學校護理科講師

現任樹人醫護管理專科學校物理治療科助理教授

關宇翔

中山醫學大學基礎醫學所理學博士

曾任樹人醫護管理專校視光學科助理教授

現任中山醫學大學醫學系藥理科助理教授

沈秉衡

高雄醫學大學醫學系學士

曾任台中榮民總醫院眼科部主治醫師

現任私立仁德醫護管理專科學校視光學科兼任講師

普愛眼科診所負責人

目 錄

第一章 胚胎學與眼球發育

曾廣文

- 第一節 胚胎學概述..... 1-3
- 第二節 眼球的發育與形成..... 1-11

第二章 眼窩的構造

曾廣文

- 第一節 骨質眼窩..... 2-3
- 第二節 眼窩的內容物..... 2-6

第三章 外眼部及眼部附屬構造

曾廣文

- 第一節 眼瞼..... 3-3
- 第二節 眼球外部的支持構造..... 3-8
- 第三節 睫毛..... 3-9
- 第四節 淚器..... 3-9

第四章 眼球壁

許淑芬

- 第一節 眼球..... 4-3
- 第二節 眼球壁構造..... 4-6

第五章 角膜

關宇翔

- 第一節 角膜的組織構造..... 5-3
- 第二節 角膜生理構造上的特徵..... 5-6

第六章 眼前段

許淑芬

- 第一節 眼前段組織..... 6-3
- 第二節 房水循環..... 6-22

第七章 眼後段

關宇翔

- 第一節 玻璃體..... 7-3
- 第二節 脈絡膜..... 7-6
- 第三節 視網膜..... 7-13

第八章 眼外肌及眼球運動

沈秉衡

第一節	眼球運動.....	8-3
第二節	眼外肌的解剖與生理.....	8-5
第三節	眼外肌個論及其作用.....	8-8
第四節	眼外肌的神經控制.....	8-14
第五節	眼外肌的功能評估.....	8-15

第九章 視神經傳導路徑

沈秉衡

第一節	概述.....	9-3
第二節	視神經傳導路徑之解剖.....	9-3
第三節	視野與視神經傳導路徑.....	9-8

索引	A-1
----------	-----

第一章

胚胎學與眼球發育

■ 曾廣文 編著

第一節 胚胎學概述

第二節 眼球的發育與形成

學習目標

～閱讀完本章，期望讀者能達到下列目標：

1. 了解人類胚胎的發育和形成。
2. 了解人類眼球以及相關構造的胚層來源。
3. 了解人類眼球以及相關構造的發育過程。

第一節

胚胎學概述

眼解剖生理學是探討眼球相關構造、功能，以及身體其他部分之關連性的一門科學。單就眼球本體來說包括以下三大結構：最外側的纖維層(fibrous tunic)、位於中間的血管層(vascular tunic)和內側的神經層(nervous tunic)。更進一步來看，視覺相關構造十分精密、複雜，除了眼球相關構造以及眼外肌，另外還包括連接到腦部的神經傳導路徑與神經系統。視覺系統中的細胞構造均已高度分化，再由視神經將訊息向後往腦部構造傳遞，經大腦整合處理，最後才產生視覺意識。而單就組織構造來看，連接左、右眼球的視神經內所含有的神經纖維，各約有1百多萬條，但在人體中，直徑最粗大的坐骨神經之神經束內，所包含的神經纖維卻只有區區5千多條，其數目比例之懸殊，由此可以看出，由眼球傳入大腦所產生視覺意識的複雜度有多高。因此，若要說到眼球及其周圍相關構造及衍生，當然就要先從人類胚胎發育的起源開始介紹。

胚胎學(embryology)的研究範圍一般是涵蓋胎兒產前的發展，包括身體各重要系統發育的來源與衍化的知識；而發育解剖學(development anatomy)則由形態學上的觀點，探索自懷孕開始到成體發育的過程中，人體結構、位置、大小和各結構間關聯的知識。換言之，胚胎學與發育解剖學這兩門知識息息相關，配合胚胎學的知識，可幫助闡述發育解剖學上相關構造的變化，並更深入了解身體構造的衍化過程，亦可明白造成構造異常的可能成因，說明如何產生不正常的發育，甚至可闡明日後成體有關眼球及附屬構造器官病變發生的關聯性與機制形成的原因。因為許多疾病的發生大都和身體構造的胚胎發育與形成過程緊密相關。舉例來說，臨床上眼睛疾病中常發生的視網膜剝離(retinal detachment)，其眼球組織剝離的組織病灶部位與發生的原因，就與眼球發育過程中視泡轉換成視杯，視網膜是源自色素上皮層與視經性視網膜，這兩層構造相互接合而成有所關連性。相關的知識於章節中會進一步闡述，現在所學基礎解剖生理學相關知識與日後臨床視光科學知識是息息相關，且密不可分。

壹、胚胎的發育和形成

構成人體的細胞種類有350種左右，總數目更是高達1百兆個，而這

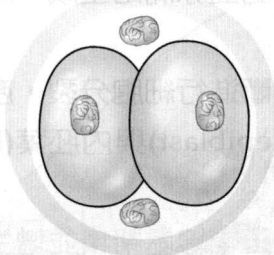
一大群細胞都是由單一個受精卵開始。從精子和卵子結合受精後至出生，大致上可區分為三個階段：(1)由受精卵著床到第 1 週的胚胎前期；(2)胚胎前期完後到第 9 週的胚胎期；(3)胚胎期結束後至出生的胎兒期。

一、胚胎前期

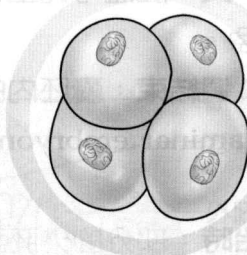
胚胎前期為受精卵至受精後的第 1 週，亦即指卵裂作用至囊胚著床這段期間。此時期重要特徵包括：受精作用、桑葚胚的形成、形成具空腔的囊胚以及囊胚的著床。

精子和卵子相遇結合後，經核融合作用形成合子(zygote)，接著會慢慢沿著輸卵管往子宮移動。在移動的過程中，同時不斷進行一連串的有絲分裂，此稱為卵裂(cleavage)作用。受精卵會持續分裂成 2 倍卵裂球、4 倍卵裂球、8 倍卵裂球。在分裂為 8 倍卵裂球之前，每一細胞都具有分化成完整胚胎的能力，所以在此期間，都有可能形成同卵多胞胎(monozygotic identical twins)。約在受精後的 2~3 天，會逐步衍生成 12~16 卵裂球組成的實心胚，隨之會進入子宮內，此實心胚即所謂桑葚胚(morula)。

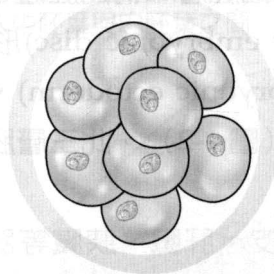
形成桑葚胚之後，原本聚集成實心狀的細胞會開始遷移，以及進行第一次的細胞分化，分為外層的滋養層細胞(trophoblast)與內層的内細胞團(inner cell mass)，並形成中間有液體空腔（即囊胚腔；blastocyst cavity）的囊胚(blastocyst)（圖 1-1）。滋養層細胞位於最外層，包圍囊胚腔與内細胞團，日後會分化形成胎盤，胎盤具有運輸養分與氧氣、新陳代謝與內分泌的三個主要機能；囊胚内層的内細胞團，則為未來形成胎兒本體的細胞團塊。再過 1~2 天的時間，最外層的透明帶(zona pellucida)會退化並逐漸消失。在透明帶消失後，囊胚外圍因為無特殊包圍的限制，囊胚於是更會有相當程度的體積增大。約第 5~6 天時，滋養層細胞可分泌特殊蛋白質分解酶，以破壞母體子宮內膜的上皮組織，且滋養層細胞的外壁具獨特蛋白分子，有黏附特性，因此滋養層細胞藉此特殊細胞特性，可侵入母體子宮內皮組織與其下的內膜基質，最後植入子宮(postimplantation)，或稱為著床(imbed)。在受精後第 1 週的末期，研究均指出囊胚此時已淺淺的植入母體子宮內膜中。



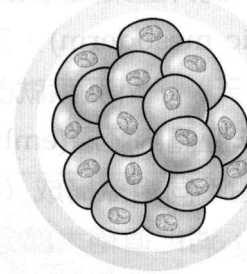
(a) 2 倍卵裂球



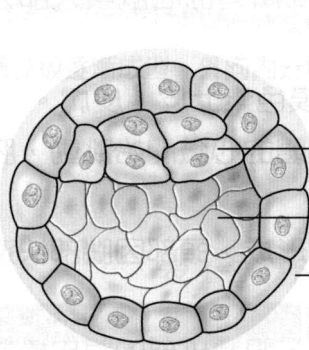
(b) 4 倍卵裂球



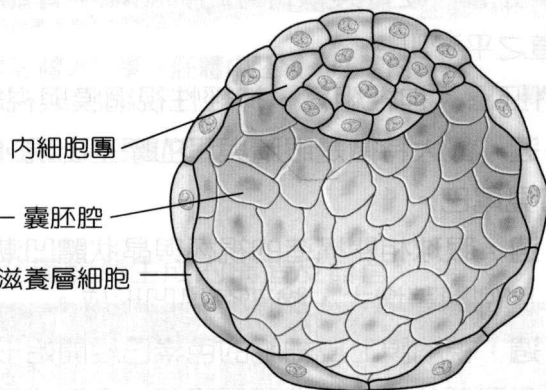
(c) 8 倍卵裂球



(d) 桑葚胚



(e) 早期囊胚



(f) 晚期囊胚

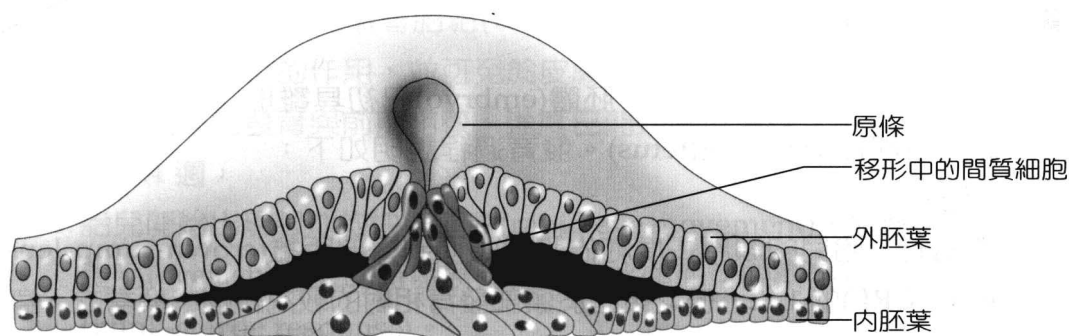
Wagner

圖 1-1 卵裂作用及囊胚之形成

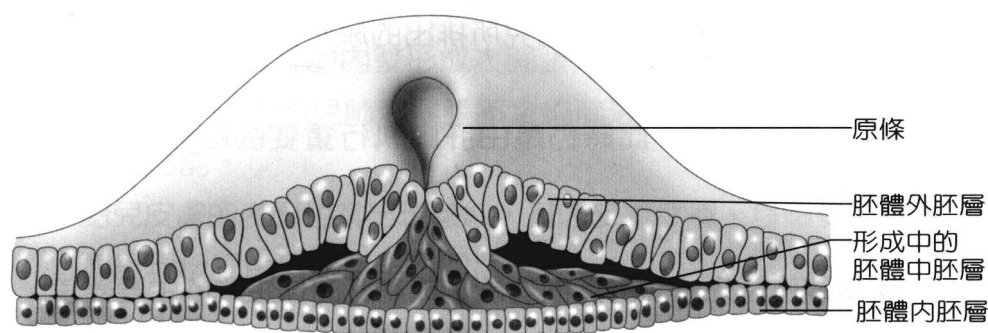
二、胚胎期

胚胎期又可稱為胚體發育，指囊胚著床至人體外觀雛形明顯且內部主要器官都已經出現的期間：約受精後第 2~9 週。發育過程說明如下：

- (一) **著床後約 3 天**：胚體可完全包埋到子宮內膜中，胎盤亦開始生成，意味母體已經懷孕。
- (二) **著床至第 2 週結束**：囊胚內的內細胞團會繼續不斷進行細胞分裂，產生雙層胚板(bilaminar embryonic disc)，即外胚葉(epiblast)與內胚葉(hypoblast)。
- (三) **第 3 週開始時**：部分的外胚葉細胞會於外胚葉的正中線處聚集並增生，形成原條(primitive streak)。原條內所形成的間質細胞(mesenchyme cells)會逐漸移入到外胚葉與內胚葉之間，並形成第三個胚層，稱為胚體中胚層(embryonic mesoderm)。三層胚板(trilaminar embryonic disc)形成後（約第 14 天），外胚葉就改稱胚體外胚層(embryonic ectoderm)，而內胚葉則稱作胚體內胚層(embryonic endoderm)（圖 1-2）。此三層胚板可分化為身體不同組織構成（表 1-1）：
1. 內胚層：消化道絕大部分、呼吸道的內襯上皮；肝臟、胰臟等器官上皮組織。
 2. 中胚層：硬骨與軟骨等結締組織；骨骼肌、所有的心肌與大部分消化道之平滑肌。
 3. 外胚層：神經組織、神經性視網膜與視網膜色素上皮、皮膚。
- (四) **第 4 週**：最大特徵是眼睛與耳的原基出現，胚體的心臟開始跳動，胚體隱約可見尾巴。
- (五) **第 5 週**：眼球相關構造的視杯與晶狀體凹漸漸形成，頭部因腦部快速的生長，比例顯著增大，臉部有鼻凹形成。
- (六) **第 6 週**：視網膜上皮細胞的色素已經開始形成，眼睛外部的眼皮構造也出現；外耳部的耳廓構造明顯隆起，會形成手指處的指線出現，口腔與鼻腔也於此時匯合，且頭部的比例較軀幹更大。
- (七) **第 7 週**：眼球外部眼瞼開始逐漸形成並可觀察到；鼻尖變為更加明顯；身軀處會增長且變得較直。
- (八) **第 8 週**：為胚體發育的最後一週，此週開始時眼睛原本看似張開，但到了末期時卻是閉著的，原因是上、下眼瞼處的上皮因為增長而相互癒合，導致胚體的眼睛看似緊閉。所有外部和內在構造的初始結構均已出現，此時手指增長，腳趾形成，四肢已明顯可見。



(a) 雙層胚板外胚葉部分中央處的細胞會增生並移形成間質細胞，進入中胚葉與內胚葉之間



(b) 三層胚板逐漸成型。外向內分別是胚體外胚層、胚體中胚層、胚體內胚層

Wagner

圖 1-2 三層胚板

表 1-1 不同胚層發育生成的構造及器官

胚層	內 胚 層	中 胚 層	外 胚 層
身體構造、器官	• 消化道及附屬腺體上皮（除開端的口腔及末端的肛門） • 膀胱、尿道；男性尿道球腺、前列腺；女性陰道、前庭腺等處上皮 • 呼吸道上皮 • 肝臟、胰臟、甲狀腺、副甲狀腺等內臟的上皮組織	• 控制眼球轉動與身軀運動的骨骼肌；大部分消化道之平滑肌；所有的心肌 • 包含硬骨與軟骨等結締組織 • 血管與淋巴管之內皮組織 • 血球與淋巴組織 • 皮膚構造之真皮層 • 腎臟之腎絲球、輸尿管等上皮組織 • 腎上腺皮質	• 神經組織 • 眼球的虹膜平滑肌部分 • 晶狀體、角膜上皮組織與視神經 • 色素細胞（包括視網膜色素上皮） • 皮膚構造之表皮層 • 消化道開端的口腔及末端的肛門處之上皮 • 腎上腺髓質

資料來源：Moore, K. L. (2008). *The Developing Human : Clinically Oriented Embryology* (8th ed.). W. B. : Saunders Company.

三、胎兒期

受精卵發育約第 3 個月，胚體(embryo)已初具雛形、且可辨識出人形，從此時期後稱為胎兒(fetus)。發育過程說明如下：

(一)第 9 週：

1. 開始時，胎兒的頭部長度約佔胎兒頭頂到臀部距離(crown-rump length: CRL)的 1/2，但之後由於頭部發育相對的較為緩慢，換言之，身軀則是快速生長，使得頭部所佔比例逐漸減少：此時，可以明顯看見眼睛所在位置，但並不是位於頭部前方，而是遠遠分離在頭部兩側。
2. 逐漸開始有少量的尿液產生，胎兒所排出的尿液會直接流入羊水中，再藉由胎盤排出。
3. 胎兒體內之造血功能，此時仍是由肝臟執行重要的紅血球生成(erythropoiesis)。

(二)第 12 週：

1. 開始由脾臟取代原先肝臟的造血功能，成為紅血球生成的主要器官。
2. 在 12 週後期，初級骨化中心(primary ossification center)則會集中在頭顱骨和身體的長骨位置。
3. 已可由男、女生殖器的外形稍微辨別出性別上的差異，但生殖器仍不完備。

(三)第 13 週：胎兒頭部的血管清楚可見。

(四)第 14 週：胎兒會開始稍有協調性的肢體運動，因為運動緩慢，孕婦本身無法明顯感受到胎兒運動，但可於例行性產前檢查時，婦產科醫師藉由超音波檢查，探測到微弱的胎動(quickening)。

(五)第 16 週：胎兒的眼睛不再如第 9 週時一般，遠遠的分離在頭部左、右兩側，而是面對正前方；而外耳所在位置也與成體時幾乎完全相近。因此，胎兒的外觀於此時已與一般人十分相近。

(六)第 17~20 週：

1. 眉毛(eyebrow)與頭髮均已長出且明顯可見。
2. 母親可清楚感受到胎動。
3. 男嬰原本位於腹腔腎臟下緣附近的睪丸，此時開始往下降，不過依舊存在於後腹腔中，和成年女性卵巢的位置極為相似，尚未下降到達正常存在的陰囊位置。