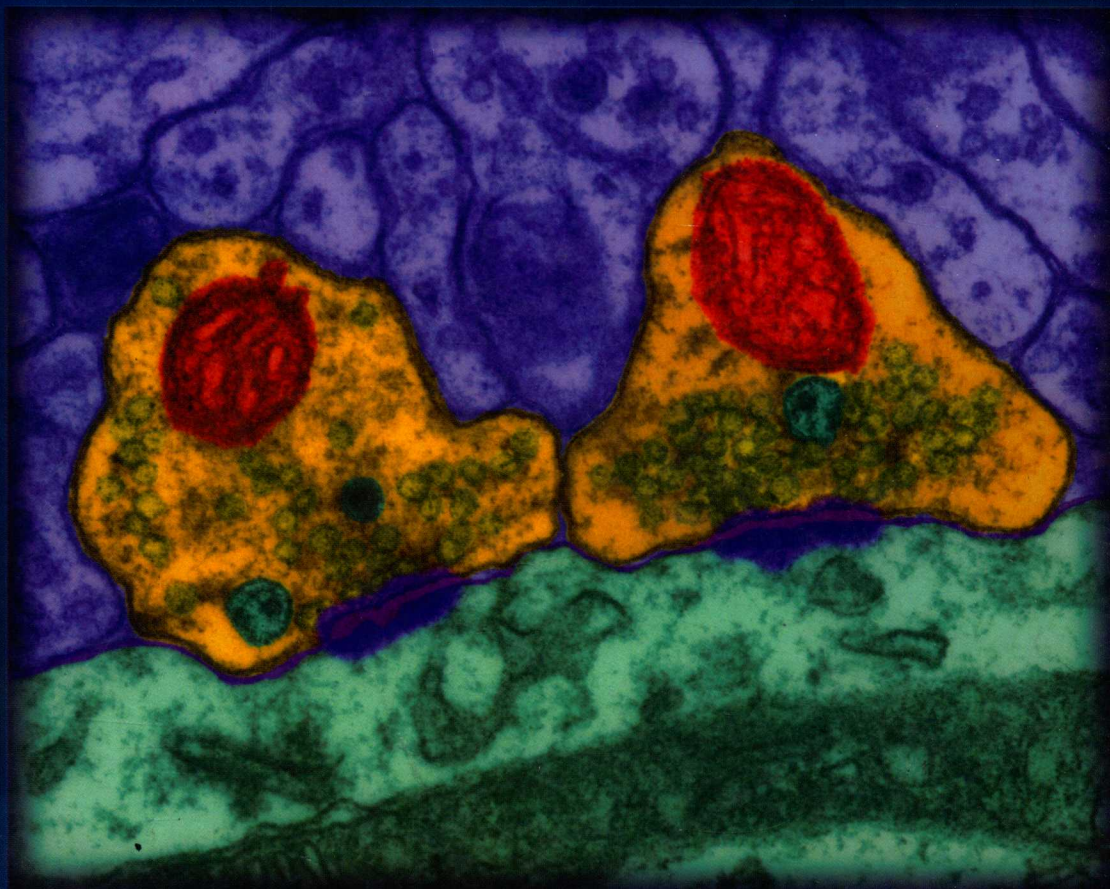


Vander, Sherman, & Luciano's

人體生理學

Human Physiology

The Mechanisms of Body Function 9/e



原著

ERIC P. WIDMAIER, HERSEL RAFF
KEVIN T. STRANG, ERIC WIDMAIER

前國立陽明大學生理研究所教授兼所長
美國韋恩州立大學醫工系及奧克蘭大學生物系兼任生理學教授
潘震澤 總編譯

編譯群

國立陽明大學生理學研究所

楊志剛 教授 高毓儒 教授
黃娟娟 教授 袁宗凡 博士

慈濟大學神經科學研究所
謝坤叡 副教授



美商麥格羅·希爾
醫學系列叢書



合記圖書出版社 發行

人體生理學

© 2005 年，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司台灣分公司版權所有。
本書所有內容，未經本公司事前書面授權，不得以任何方式（包括儲存於資料庫或任何存取系統內）作全部或局部之翻印、仿製或轉載。

Original: Human Physiology: The Mechanisms of Body Function, 9e
By Eric P. Widmaier, Hershel Raff, Kevin T. Strang, Eric Widmaier
ISBN: 0-07-288074-0
Copyright © 2003 by McGraw-Hill, Inc.
All rights reserved.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 Y C 2 1 0 9 8 7 6 5

作 者 Eric P. Widmaier, Hershel Raff, Kevin T. Strang, Eric Widmaier

譯 者 潘震澤 楊志剛 高毓儒 黃娟娟 袁宗凡 謝坤叡

執行編輯 程穎千

發行人 吳富章

合作出版 合記圖書出版社

暨發行所 台北市內湖區 114 安康路 322-2 號

TEL: (02) 2794-0168 FAX: (02) 2792-4702

網址: www.hochi.com.tw

美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司

台北市 100 中正區博愛路 53 號 7 樓

TEL: (02) 2311-3000 FAX: (02) 2388-8822

總經銷 合記書局

北醫店 台北市 110 信義區吳興街 249 號

TEL: (02) 2723-9404 FAX: (02) 2723-0997

台大店 台北市 100 中正區羅斯福路四段 12 巷 7 號

TEL: (02) 2365-1544, 2367-1444 FAX: (02) 2367-1266

榮總店 台北市 112 北投區石牌路二段 120 號

TEL: (02) 2826-5375 FAX: (02) 2823-9604

台中店 台中市 404 北區育德路 24 號

TEL: (04) 2203-0795 FAX: (04) 2202-5093

高雄店 高雄市 807 三民區北平一街 1 號

TEL: (07) 322-6177 FAX: (07) 323-5118

花蓮店 花蓮市 970 中山路 632 號

TEL: (03) 846-3459 FAX: (03) 846-3424

郵政劃撥 帳號: 19197512 戶名: 合記書局有限公司

出版日期 西元 2005 年 2 月 三版.

行政院新聞局出版事業登記證/局版北市業字第 323 號

印 刷 宏陽電腦排版(印刷)有限公司

ISBN : 986-157-079-9

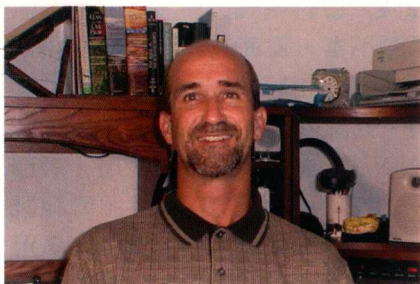
新作者介紹 (MEET THE NEW AUTHORS)



威德邁爾 (Eric P. Widmaier) 於加州大學舊金山校區取得內分泌學的博士學位 (1984)。他的博士後研究在麻州渥斯特實驗生物基金會及加州沙克研究院完成，以內分泌學及生理學為主。他的研究專注於哺乳動物身體質量及代謝的控制、激素作用的機制，以及成熟腎上腺功能在出生後的發育等。目前他是波斯頓大學生物系教授，他講授的系統生理學、比較生理學及一般內分泌學課程，曾獲該校傑出教學獎。他所發表的研究論文及一般寫作數量甚豐，並包括一本寫給大眾閱讀的生理學相關著作。他與妻子及兩個小孩住在波斯頓市郊。



拉夫 (Hershel Raff) 於約翰霍普金斯大學取得環境生理學博士學位 (1981)，並於加州大學舊金山校區接受內分泌學的博士後訓練。目前他是威斯康辛醫學院醫學系（內分泌科）及生理系的教授，兼聖路加醫學中心內分泌研究室主任。他在威斯康辛醫學院為醫學生及研究生講授系統生理學及神經內分泌學。他是「教學學者學會」的發起會員，最近並獲威斯康辛醫學院高年級生基礎科學教學獎及研究生協會傑出教師獎。他同時也是馬凱大學的兼任教授，及威斯康辛大學密爾瓦基校區的臨床教授。他的基礎研究專注於低氧（缺氧）在個體、細胞及分子層次的作用；其臨床興趣則專注於發展新方法，以檢驗腦下腺及腎上腺疾病，特別是庫興氏症候群。他的嗜好是彈奏各種樂器，包括鋼琴、吉他及低音提琴。他與妻子及兒子住在密爾瓦基市郊。



史川 (Kevin T. Strang) 於威斯康辛大學麥迪遜校區取得動物學碩士 (1988) 及生理學博士 (1994)。他的研究領域是調節心肌收縮的細胞機制。他於威斯康辛大學麥迪遜校區講授大學部的系統生理學，及醫學院一年級的醫學生理學。他曾獲選為威斯康辛大學麥迪遜校區教學協會成員，並擔任生物教育中心的執行委員。他最近的得獎紀錄包括：威斯康辛大學醫學院校友協會頒發的基礎科學傑出教學獎，及威斯康辛大學的傑出教學獎。他對教學科技感到興趣，曾創作「心臟病發作詳解」的互動式教學光碟，並製作好些動畫，用來講授複雜的生理過程。他與妻子及兩個小孩現住麥迪遜，工作之餘並擔任足球及少棒教練。

作者序 (PREFACE)

接下凡德、薛爾曼及陸琪安諾三人所著《人體生理學》這本實至名歸的教科書的作者一職，是我們三位新作者的榮幸與驕傲。我們謹守這本教科書的主要方針：將生理學的主題做詳細的介紹，以適合修習科學的所有學子閱讀。凡德等人編寫的這本教科書有諸多長處，其中之一就是詳盡且清晰的解說。雖說新版的文字反映了我們三位的寫作風格，但我們致力於保留之前的傳統：以直接、不模稜兩可的方式，呈現每一章的內容，再配以一目了然的插圖及流程圖。

第八版的《人體生理學》曾經全美各地的同行廣泛審閱，從中得出許多的建議，讓我們得以更進一步提升這本教科書的教學價值。本書的長期使用者將注意到某些章節經過重組，有的內容得到增添，有的則縮減。同時，大部分章節還添加了為數不算少的臨床應用範例；不過，我們卻沒有使用一般教科書常用、散佈在課文當中帶有顏色的「圖文框」，以免分散讀者的注意力。這些新添的臨床特色，有許多就直接融入課文裡，有些更深入的討論則附在每個章節後頭，構成「臨床範例補充」這個新單元。我們認為這些額外的臨床重點，對於有志從事醫療照護這一行中任何領域的學生而言，都會感到興趣，不論他們選擇的專業是護理、醫技、物治、醫學、牙醫、醫工，還是任何其他相關的訓練。

第九版當中的許多特色，對於使用過這本教科書前幾版的人而言，當不陌生。譬如：課文中出現的關鍵詞及臨床名詞，都以**楷體**強調。這些名詞以及簡潔的摘要、復習題、思考題等，都列於每個章節後頭。列於附錄的「名詞解釋」是同類型中最佳者之一，也增添了超過400條之多。書中插圖則承續傳統，使用標示清晰且仔細的示意圖及流程圖。不過，新版還加了一些臨床病症患者的相片，是新的特色。

此次改版的目標，是讓這本卓越的教科書更上層樓；譬如書中某些材料出現的順序經過重新排列，使其更符合許多人體生理學課程的講授順序。雖然我們保存了原書寫作的風格及品味，同時我們也仔細審閱了書中的每個句子，務使行文更流暢好讀，以適合新一代的學子。

「……看來第九版穩當地承續了該書先前各版的卓越表現，並將持續在人體生理學教科書的市場中，維持其最熱門選擇的地位。」

北卡羅來納大學列普利 (John J. Lepri)

第九版重要的改動部份 (Revision Highlights For Ninth Edition)

恆定觀念的整合 (Consolidation of Homeostasis)

新版主要的一個特色，是將之前分散在第一章及第七章的恆定主題，加以整合。如今新版開頭的第一章，是針對恆定及迴饋這兩個主題的加長版詳細介紹。這種做法提供學子一個參考架構，可讓他們體認到：生理學裡一以貫之的原理，就是「恆定」這個觀念。這項改動也反映了一個現實：許多生理學的講授者，一開始都會對恆定的原理做詳細的介紹。

入門章節的精簡 (Streamlined Introductory Chapters)

原先的第二章予以保留並更新，但三至五章則整合成一章。原本第二及第三章的內容，以合乎邏輯的順序呈現：從細胞化學及細胞構造開始，然後是蛋白質的生化特性、蛋白質的合成與分解，最後則是蛋白質的作用（包括酵素在內）。之前一些關於細胞週期的遺傳學及複製等材料遭到刪除，使得這些入門章節更著重於蛋白質的構造與功能，以及它們與生理的關聯。精簡這些材料，讓我們在系統生理學中得以增添某些特別感興趣的部分，而不至於增加全書的篇幅。

「我喜歡把更多時間花在器官系統的想法……把內分泌系統的各章節集中在一起，也是個好主意。」

楊百翰大學波特 (James Porter)

新的內分泌章節 (New Endocrinology Chapter)

第三個組織上主要的改變，是將之前分散在各章的甲狀腺功能、生長以及壓力反應的內分泌控制等主題，合併成內分泌生理一章。在談及不同器官系統的課文中，仍會提及參與這些過程的激素，但新版針對甲狀腺激素、生長激素以及皮質醇的主要介紹，都出現在第十一章的不同分節中。這項更動緣自許多教授的要求，希望我們擴充內分泌這個單元，使其變得更完整。在增訂完成的版本中，我們仍保留了原先第一節對內分泌學一般原理的精采介紹。

增進神經系統的內容 (Improved Nervous System Coverage)

有關神經系統章節的更新處甚多，最主要的一些包括神經遞質的作用、學習與記憶，以

及感覺的轉換等。關於細胞電性活動的討論，也有所增添及重組；例如原本列於附錄的能斯特公式 (Nernst equation)，以及該公式在了解膜電位生成及離子流動的重要性介紹，已直接併入課文當中。

臨床部分的加強 (Enhanced Clinical Coverage)

最後，課文中添加了數十則新的臨床特寫，讓學生更容易將所學的知識與實際生活扯上關係。全書出現的所有臨床名詞，並獨立列於附錄F中，可讓讀者很快就可以找到某個失調或疾病的介紹，在書中出現之處。

「對我而言，臨床範例是最有力的賣點……讓學生覺得所學內容更切身，也更容易學習。」

德州農工大學赫爾曼 (James D. Herman)

我們相信，這些改變將使得這本了不起的教科書變得更好，更適合授課，同時也讓學生在學習了正常生理機制之外，更深入病理生理學的領域。

譯者序 (PREFACE)

生理學是研習醫學以及生命科學的學子不可或缺的一門學問；無論你研究的是細菌還是病毒，不管你使用的是藥物還是手術，到頭來都要問同一個問題：「那對於人體的正常生理有什麼作用與影響？」生理學的重要性由此可見一斑。從西方醫學的發展來看，解剖與生理一直是兩塊基石，現代醫學的摩天大樓因此得以興建。

正因為生理學是具有悠久歷史的「古典」學門，累積了許多不可不知的內容，所以教科書動不動就是一大本，又厚又重，壓得學子喘不過氣來。再來生理學又不斷地以各種面貌分化出許多較為「摩登」的科學分支，像生化、藥理、免疫、分生、神經科學等，使得生理學在教材的選擇上更多樣化，教學上也變得更具挑戰性。

個人自大學時代修習生理學起，二十多年來也「讀」過不下十來本的生理學教科書，內容深淺各有不同，也各擅勝場；其中這本密西根大學 Vander 教授等人所著的《人體生理學》，不單是我精讀過的少數幾本之一，同時個人對它還有一分特殊的情感。我與它的第一次接觸是民國六十七年在台大動物系任生理學助教的時候，那是從圖書館借來的 1975 年第二版。一讀之下，馬上為其深入淺出、毫不裝腔作勢的寫法所吸引。記憶尤其深刻的是，困擾我多年的細胞膜電位形成原理，就是讀了 Vander 一書的講解才豁然貫通。

多年來國內醫學系的生理學教學用書，一向使用 Ganong 及 Guyton 兩位編寫的書為主，其餘各系則較不一致。筆者任教多年的陽明大學護理、醫技、物治及醫工等系所，多年來則都使用 Vander 這本教科書。個人同意由於訓練的要求不同，同一學門可有深淺不同的教材；但我並不認為因為學分數少、必須縮減內容，就可以容許有不完整、甚或有錯誤的教材存在。事實上以觀念的清楚及表達的方式上，個

人以為生理學的教科書裡很少有勝過 Vander 這本的。因此之故，我也經常推薦本書給醫學系的學生、甚至研究生閱讀，相信他們必能從中獲益。

多年來我們的大學生使用的都是外文的教科書，從沒版權的盜版、到有版權的翻版、再到原版，算是有很大進步；但是中文版的教科書卻一直沒有受到大學教師的重視。其中原因很多：一方面翻譯是辛苦的工作，需要長時間的投入；再者翻譯不是創作，對於大專院校的教師來說，除了少許的翻譯費之外，幾乎沒有任何好處可言（不能作為「研究」成果，申請升等及獎助）。因此之故，坊間許多生理學教科書的中譯本常是由一些醫學生或研究生集體完成，其中舛誤、不通之處，比比皆是；一般老師也都不會向學生推薦。

個人於 1996 年起開始投入科普書的譯介工作，試圖在教學研究之外，將本行知識傳遞給更多人知道；其中尤以中文編寫教科書，為最大心願。教科書著重知識的完整與正確，也講求圖文並茂，讓初學者樂於接近，絕對不是件一蹴可及的工作；因此，翻譯國外有歷史及口碑的教科書，當可收事半功倍之效。1997 年個人應合記圖書出版社吳貴宗先生之邀，接下本書第七版的翻譯工作，就是抱著這樣的想法；但因工程浩大，還商請了一些同事及學生協助，包括楊志剛教授、高毓儒教授、黃娟娟教授、謝坤叡博士及袁宗凡博士等，前後花了一年以上的時間，才大功告成。

由於國外教科書市場競爭激烈，因此改版的速度也逐漸增快；像這本教科書的前五版是五年改版一次，後來則縮成四年；從第八版起，更縮短至三年。至於中譯本則跳過了第八版，直接進入目前的第九版。

這本新版的教科書是近年來改版幅度最大的一次，甚至換了三位新的作者；原始的三位作者 Vander、Sherman 及 Luciano 經過三十年

後，終於功成身退，但大名仍掛在書名前方，改版工作則由 Widmaier、Raff 及 Strang 三位接手。

大體上新版仍維持原書的樣式與精神，但大大小小的增添、刪減、重組以及改寫，不計其數；因此，譯者也只有一字一句地對照翻譯、修改，務求與新版一致。同時，也趁此機會，將舊版的錯誤一一改正，儘量朝信、雅、達的目標邁進。此次新版的改譯工作，完全由筆者一人完成，有任何錯誤，當然是個人的疏失，還請讀者不吝告知，以便再刷時請出版

社改正。在此，還要向參與第七版翻譯的朋友致謝！

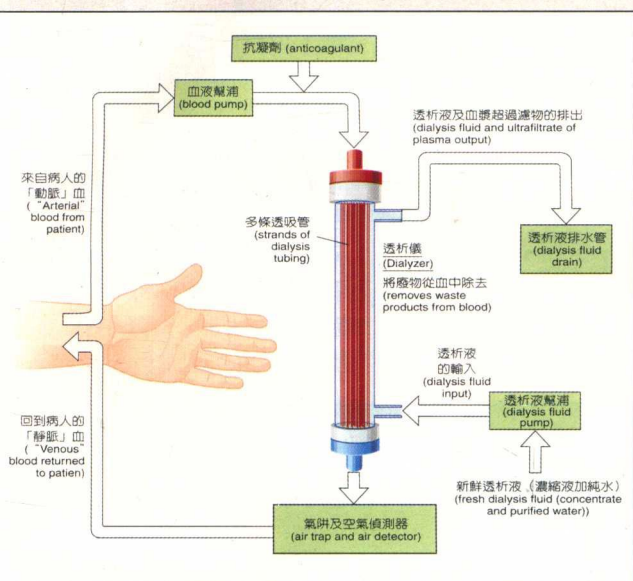
個人最大的希望是這本中譯本可以像當年啓發本人的原文書一樣，給更多對生理學有興趣的人士於增長知識之餘，還帶來閱讀的喜悅；這樣譯者的辛苦也就有代價了。

潘震澤 識於

美國密西根州特洛伊市

教科書導遊

(TEXTBOOK TOUR)



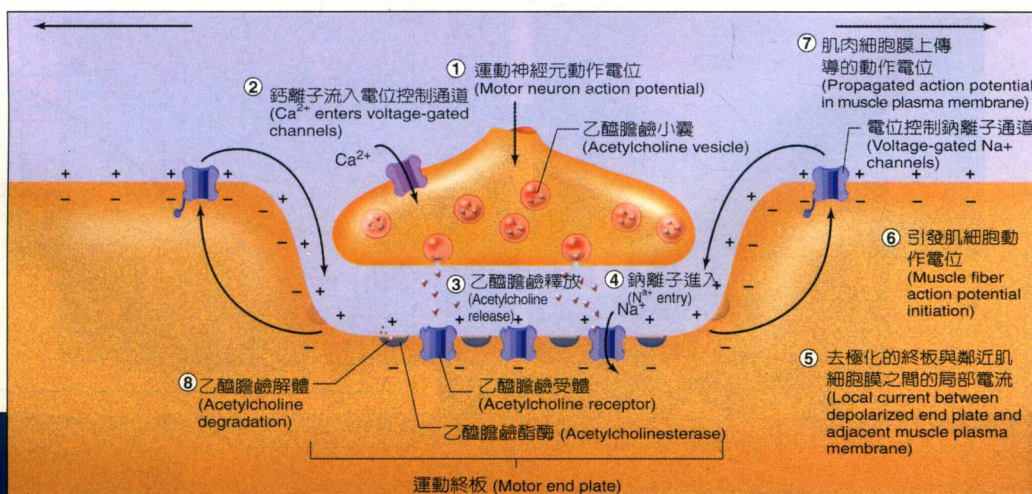
「插圖是這本教科書的前幾版最出色的地方之一，第九版也承續了這個傳統。」

肯塔基大學李察森 (Daniel Richardson)

製作優美的全彩插圖

(Beautifully Rendered Full-Color Art)

本版幾乎所有的插圖都經過重新製作，從全部重繪到單純的標示更動等都有。許多圖形加入了生動的三維透視圖，使得圖形所要傳達的觀念，更為清楚及好懂。



流程圖 (Flow Diagram)

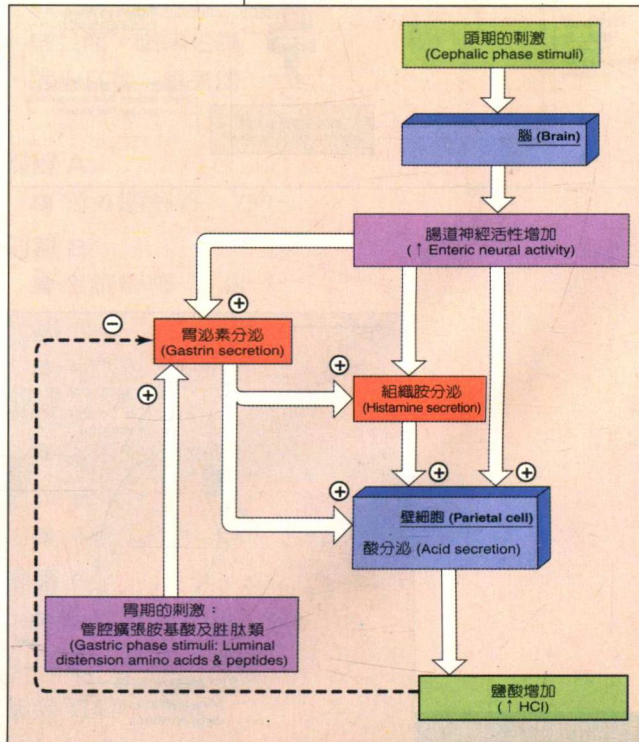
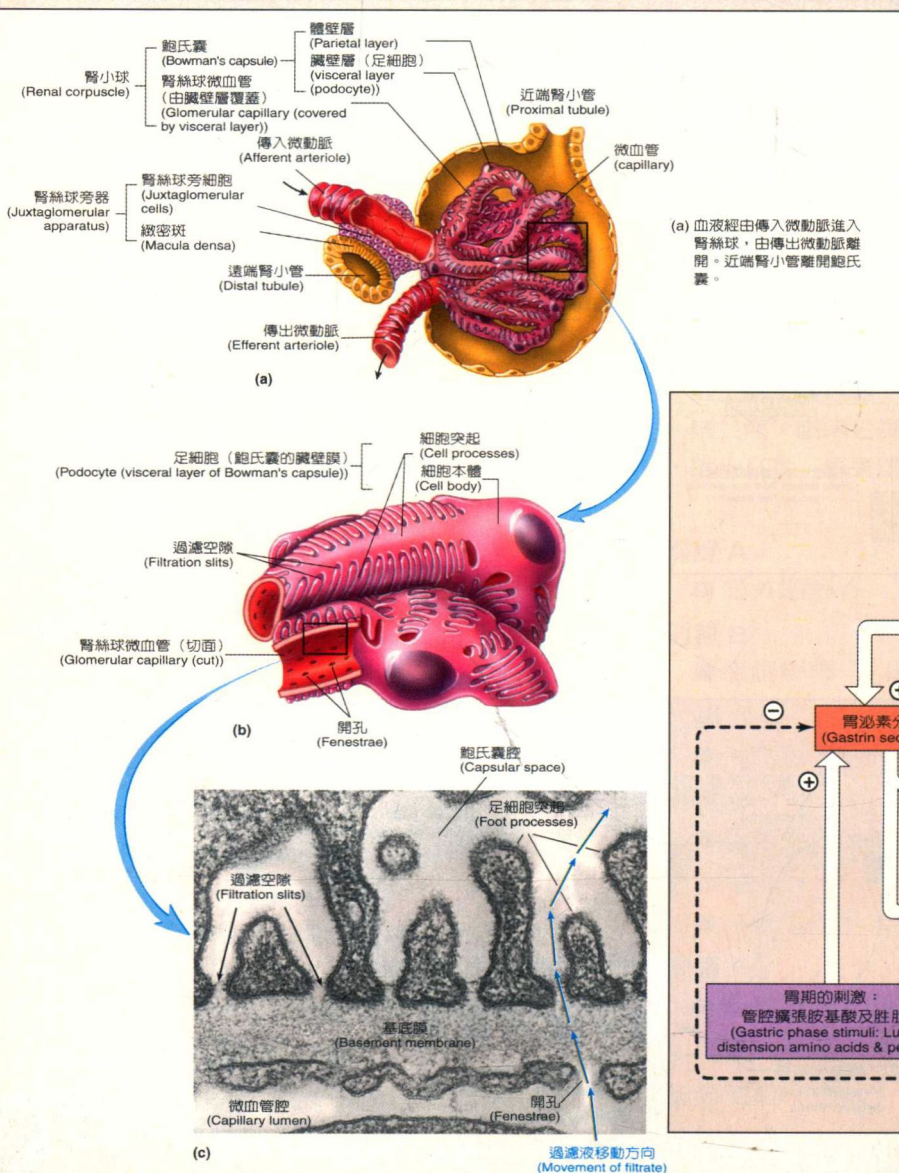
流程圖一向是本書的特點，本版仍持續大量使用。開始及結束的文字框以「綠色」標示（除了下述還有更適合的顏色除外），同時起始處通常還附有「開始」的菱形標誌。

藍色的三維文字框用來代表發生在器官（以框內右上角粗體加底線字體標明）當中的事件，因此讀者很容易就可以判定有哪些解剖構造，參與了該系列事件。系列事件中參與的激

素在血漿中濃度的改變，以紅／橘色的文字框明顯標示。同樣地，尿液中排泄物的改變，以黃色框標示；所有其他的文字框則使用紫色。其他形式的顏色標示，也在全書中統一使用，譬如細胞外液、細胞內液、肌肉、腎小管及胃腸道的管腔等。

以顏色區分的插圖 (Color-Coded Illustrations)

使用不同顏色作區分，可有效地促進學習。譬如腎小管及胃腸道的細胞外液、細胞內液、肌肉及管腔等，都有不同的指定用色。



臨床範例 (Clinical Examples)

在相關章節後頭，加入了全新的臨床應用討論。作者從其教學及臨床經驗中，擷取實例，以提供學子生理學在實際生活裡的應用。



臨床範例補充 (Additional Clinical Examples)

肢端肥大症及巨人症

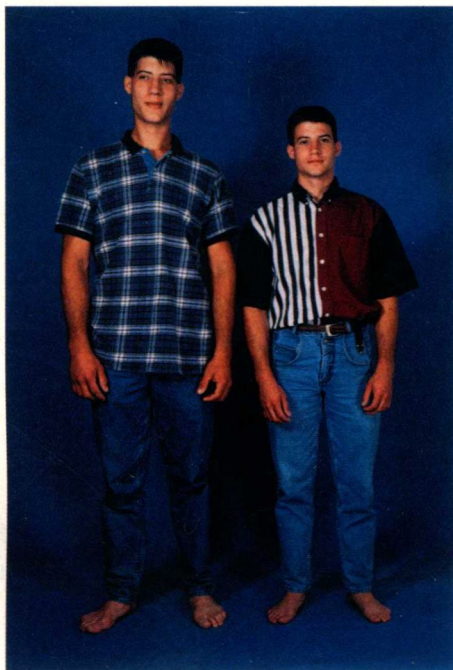
(AGROMEGALY AND GIGANTISM)

造成肢端肥大症 (*acromegaly*) 及巨人症 (*gigantism*) 的原因，是血液中有長期、過量的生長激素分泌。在幾乎所有的情況，肢端肥大症及巨人症都是由腦下腺前葉出現分泌大量生長激素的腫瘤所造成的。這類腫瘤通常生長緩慢，如果是在青春期以後才發生，患者可能要過幾十年以後，才曉得自己體內有嚴重的毛病。

如果腫瘤在骨骼生長板尚未癒合的青春期之前就出現，該患者將發展成巨人症（「腦下腺巨人」），身高將非比尋常（圖 11-28）。有的腦下腺巨人身高可達二米四！如果腫瘤在青春期過後才出現，將不可能有直線生長，這種情形稱為肢端肥大症。某些人的身高可能正常，但會表現出許多與腦下腺巨人的相同的其他症狀。

就算青春期過後，直線生長不再可能，血漿中非常高量的生長激素會造成體內許多骨骼的變厚，最明顯的是手、腳及頭部的骨頭。特別是下顎會增大，顯現出肢端肥大症患者典型的臉部特徵（*凸頰畸形 (prognathism)*）。此外，許多內在器官也有增大，而可能干擾到正常的功能。

就算生長已經停頓，所有的成年人仍會繼續製造生長激素，那是因為生長激素除了促進生長外，還有代謝的功能。生長激素的主要代謝功能，是增加血糖含量，增加血中脂肪酸量，以及降低標的細胞對胰島素的敏感性。因



(a)



(b)



(c)

圖 11-28

一對雙胞胎兄弟當中一位出現的巨人症及肢端肥大症。請注意增加的身高及臉部骨骼的增厚 (a)，以及手 (b) 及腳 (c) 骨的增厚。

表 6-8 腦部主要分區之功能摘要

I. 前腦

A. 大腦半球

1. 含大腦皮質，參與感覺（第7章）、產生技巧性運動（第10章）、思考、學習及記憶（第8章）
2. 含皮質下神經核，參與協調骨骼肌運動（第10章）
3. 含相互聯結的神經纖維路徑

B. 視丘

1. 為感覺傳至大腦皮質徑路中的突觸轉運站（第7章）
2. 參與控制骨骼肌的協調（第10章）
3. 於清醒上扮演關鍵角色（第8章）

C. 下視丘

1. 調節腦下腺前葉（第11章）
2. 調節水的平衡（第14章）
3. 參與自主神經系統的調節（第6章及16章）
4. 調節進食及飲水行為（第16章）
5. 調節生殖系統（第11章及17章）
6. 加強特定行為（第8章）
7. 產生並調節生物時鐘（第1，7，11及16章）
8. 調節體溫（第16章）
9. 參與情緒性行為的產生（第8章）

D. 邊緣系統

1. 參與情緒及情緒性行為的產生（第8章）
2. 於大多數學習中扮演重要角色（第8章）

II. 小腦

- A. 協調各種運動，包括姿勢及平衡（第10章）
- B. 參與某些形式的學習（第8章）

III. 腦幹

- A. 包含行經脊髓、前腦、及小腦之間的神經纖維
- B. 包含網狀結構，以及包括控制心血管和呼吸活動在內的整合中樞（第12章及13章）
- C. 包含大多數腦神經（III~XII）的神經核

思考題 (Thought Questions)

每章的最後附有思考題，目的在挑戰學子超越單純的事實記誦，以解決問題；同時鼓勵學子停下來深入思考，方才所學的內容，是否有更深入的意義或更廣泛的重要性。

摘要表 (Summary Tables)

某些摘要表將少量及中量的資料予以摘要整理，而有些摘要表則將散佈於全書的大量資訊匯集在一起。這些摘要表與附圖相輔相成，提供了讀者快速複習各章重要資訊的好方法。

「……在加強學習的寶貴教學特點上，我給這本書打100分。」

羅德島社區學院班奈特 (Bruce Bennett)



第一節 思考題 (THOUGHT QUESTIONS)

(答案在附錄A)

1. A, B兩種情況中，溶質X的濃度在兩個體積1 L、並由對X可通透的膜所分隔的區間為：

情況	X濃度 mM	
	區間1	區間2
A	3	5
B	32	30

- a. 在情況A及情況B，淨流量的方向為何？
- b. 達擴散平衡時，情況A及B中各區間溶質的濃度為何？
- c. 情況A達到擴散平衡的速率會比情況B更快、更慢、或相同？

簡要目錄 (BRIEF CONTENTS)

作者序 vii

譯者序 ix

1 恆定：人體生理學的架構 1

2 身體的化學組成 23

3 細胞的結構及蛋白質功能 51

第一節 細胞構造 52

第二節 蛋白質 65

第三節 蛋白質結合區 77

第四節 酵素與化學能 83

第五節 代謝路徑 90

4 分子穿越細胞膜的移動 109

5 化學信使對細胞的控制 135

6 神經傳訊及神經系統的結構 153

第一節 神經組織 154

第二節 細胞膜電位 160

第三節 突觸 175

第四節 神經系統的結構 189

7 感覺系統 205

第一節 一般原理 206

第二節 特定感覺系統 218

8 意識與行為 245

9 肌肉 267

第一節 骨骼肌 268

第二節 平滑肌 302

10 身體動作的控制 311

11 內分泌系統 331

第一節 激素控制系統原理 332

第二節 下視丘與腦下腺 346

第三節 甲狀腺 355

第四節 腎上腺及對壓力的反應 360

第五節 生長的內分泌控制 366

12 心血管生理 375

第一節 循環系統的總體結構 376

第二節 心臟 381

第三節 血管系統 401

第四節 心血管功能的整合：體循環動脈壓的調節 424

第五節 健康與疾病下的心血管功能型態 435

第六節 血液及凝血 449

13 呼吸生理 467

14 腎臟以及水和無機離子的調節 513

第一節 腎臟生理學基本原理 514

第二節 鈉、水及鉀平衡的控制 528

第三節 鈣的調節 546

第四節 氫離子的調節 553

第五節 利尿劑和腎疾 559

15 食物的消化與吸收 563

16 有機代謝及能量平衡的調節 605

第一節 碳水化合物、蛋白質及脂肪代謝的控制與整合 606

第二節 全身能量平衡及溫度的調節 626

17 生殖生理 643

第一節 一般用語及觀念 644

第二節 男性生殖生理 647

第三節 女性生殖生理 658

第四節 生殖功能之年表 688

18 身體的防禦機制 695

第一節 免疫學：對外物的防禦 696

第二節 毒理學：環境化學物質的代謝 735

附錄 A-F 739-796

引用圖片致謝 797

參考資料—改編圖片原始出處 798

索引 799

目錄 (CONTENTS)

作者序 vii

譯者序 ix



第一章

恆定：人體生理學的架構 1

人體生理學涵蓋的範圍 2

身體是如何組成的？ 2

- 細胞：生物的基本單位 2
- 組織 4
- 器官及器官系統 4

體液的分區 4

恆定：生理學的決定特性 6

- 變異性及長時間下的平均值 7
- 恆定如何定量？ 7

恆定控制系統的一般特性 8

- 迴饋 9
- 設定點重設 10
- 正向調節 10

恆定控制系統的組成 11

- 反射 11
- 局部恆定反應 13

細胞間化學信使 13

- 旁泌素與自泌素 14

與恆定有關過程 15

- 適應及水土適應 15
- 生物韻律 15
- 調節性細胞死亡：凋亡 17
- 化學物質恆定的平衡 18

- 摘要 19
- 關鍵詞 20
- 臨床名詞 21
- 複習題 21
- 思考題 21



第二章

身體的化學組成 23

原子 24

- 原子序 24
- 原子量 24
- 身體的原子組成 25

分子 25

- 共價鍵 25
- 分子的形態 26

離子 26

自由基 28

極性分子 28

- 氫鍵 29
- 水 30

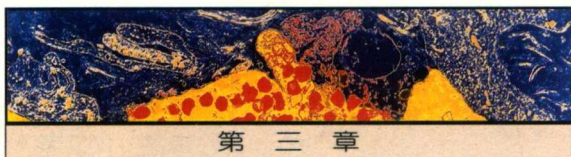
溶液 30

- 分子的溶解度 30
- 濃度 32
- 氫離子與酸度 32

有機分子的分類 33

- 碳水化合物 33
- 脂質 36
- 蛋白質 37
- 核酸 43
- ATP 45

- 摘要 47
- 關鍵詞 48
- 複習題 48



第三章

細胞的結構及蛋白質功能 51

第一節

細胞構造 52

細胞在顯微鏡下的觀察 52

膜 55

- 膜的結構 55
- 膜的聯結 57

胞器 58

- 細胞核 59
- 核糖體 60
- 內質網 60
- 高爾基體 60
- 內小體 60
- 粒線體 60
- 溶小體 61
- 過氧化體 61
- 細胞骨架 62
- 第一節 摘要 64
- 第一節 關鍵詞 64
- 第一節 複習題 64

第二節

蛋白質 65

基因密碼 65

蛋白質合成 67

- 轉錄：mRNA的製造 67
- 轉譯：多肽的合成 69
- 蛋白質合成調控 72
- 突變 72

蛋白質分解 74

蛋白質分泌 74

- 第二節 摘要 76
- 第二節 關鍵詞 76
- 第二節 臨床名詞 76
- 第二節 複習題 76

第三節

蛋白質結合區 77

結合區的特色 77

- 化學特異性 77
- 親和力 78
- 飽和度 78
- 競爭性 78

對結合區性質的調節 80

- 異位性調節 80
- 共價性調節 81

- 第三節 摘要 82
- 第三節 關鍵詞 82
- 第三節 複習題 83

第四節

酵素與化學能 83

化學反應 83

- 反應速率的決定因素 83
- 可逆與不可逆反應 84
- 整體反應定律 85

酵素 85

- 輔助因子 86

酵素反應的調節 86

- 受質的濃度 87
- 酵素的濃度 87
- 酵素的活性 87

多重酵素反應 88

- 第四節 摘要 89
- 第四節 關鍵詞 90
- 第四節 複習題 90

第五節

代謝路徑 90

細胞能量的轉移 91

- 糖解作用 91
- 克氏循環 93
- 氧化磷酸化反應 95
- 反應性含氧物質 97

碳水化合物、脂質與蛋白質的代謝 97

- 碳水化合物的代謝 97

- 脂肪的代謝 100
- 蛋白質與胺基酸的代謝 102
- 能源代謝總結 104

必需營養物質 105

- 維生素 105

- 第五節 摘要 106
- 第五節 關鍵詞 107
- 第五節 複習題 107
- 第三章 思考題 108



第 四 章

分子穿越細胞膜的移動 109

擴散作用 110

- 擴散作用的大小和方向 110
- 擴散的速率與距離 112
- 經由膜的擴散 112

輔助運輸系統 116

- 輔助擴散 118
- 主動運輸 118

滲透 123

- 細胞外滲透度及細胞體積 125
- 張力度的觀念如何應用在臨床 127

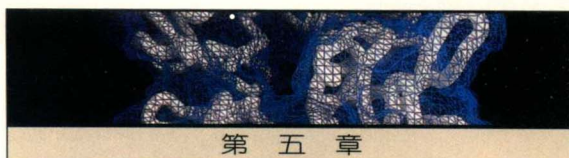
內吞作用與胞吐作用 127

- 內吞作用 128
- 胞吐作用 128

表皮細胞輸送 129

- 腺體 130

- 摘要 132
- 關鍵詞 133
- 臨床名詞 133
- 複習題 133
- 思考題 134



第 五 章

化學信使對細胞的控制 135

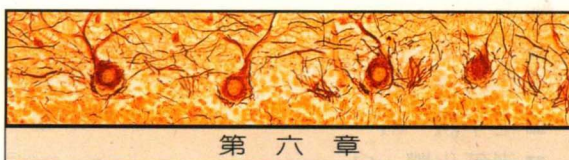
受體 136

- 受體的調控 138

訊息轉換的路徑 139

- 由細胞內受體引發之路徑 139
- 由細胞膜受體引發之路徑 140
- 受體與基因轉錄 149
- 訊息轉換路徑活性的終止 149

- 摘要 151
- 關鍵詞 151
- 臨床名詞 152
- 思考題 152



第 六 章

神經傳訊及神經系統的結構 153

第 一 節

神經組織 154

神經元的結構與維持 154

神經元的功能分類 156

神經膠細胞 158

神經的生長與再生 158

- 第一節 摘要 159
- 第一節 關鍵詞 159
- 第一節 臨床名詞 159
- 第一節 複習題 160

第 二 節

細胞膜電位 160

電學基本原理 160

靜止細胞膜電位 161

漸進電位與動作電位 165

- 漸進電位 166

■動作電位 168

- 第二節 摘要 174
- 第二節 關鍵詞 174
- 第二節 臨床名詞 175
- 第二節 複習題 175

第三節

突觸 175

突觸的功能性解剖 176

神經遞質釋放的機制 177

突觸後細胞的活化 178

- 興奮性化學突觸 178
- 抑制性化學突觸 178

突觸整合 179

突觸強度 181

- 藥物及疾病對突觸傳遞的調節 182

神經遞質與神經調質 183

- 乙醯膽鹼 184
- 生物胺 184
- 兒茶酚胺 184
- 胺基酸神經遞質 186
- 神經胜肽 186
- 其他 187

神經作用器的聯繫 187

- 第三節 摘要 187
- 第三節 關鍵詞 188
- 第三節 臨床名詞 188
- 第三節 複習題 188

第四節

神經系統的結構 189

中樞神經系統：腦 189

- 前腦 190
- 小腦 192
- 腦幹 192

中樞神經系統：脊髓 193

週邊神經系統 193

自主神經系統 195

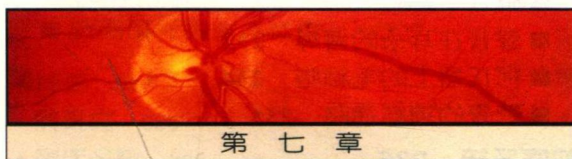
血流供應、血腦屏障現象及腦脊髓液 199

臨床範例補充 202

- 將神經系統關上：麻醉 202

■糖尿病對神經系統的影響 202

- 第四節 摘要 203
- 第四節 關鍵詞 203
- 第四節 臨床名詞 204
- 第四節 複習題 204
- 第六章 思考題 204



第七章

感覺系統 205

第一節

一般原理 206

感覺接受器 206

- 接受器電位 207

原始感覺的編碼 209

- 刺激種類 209
- 刺激強度 209
- 刺激位置 209
- 刺激持續的時間 212
- 中樞對於輸入訊息的調控 212

感覺系統的神經通路 214

- 上行通路 214

聯絡皮質及知覺的處理 215

- 影響知覺的因子 215

- 第一節 摘要 217

- 第一節 關鍵詞 217

- 第一節 臨床名詞 217

- 第一節 複習題 218

第二節

特定感覺系統 218

體感覺 218

- 觸—壓覺 218
- 姿勢及運動的感覺 218
- 溫覺 218
- 痛覺 219
- 體感覺系統之神經路徑 221

視覺 222

- 光 222
- 視覺的光學 222
- 光接受器細胞與光轉換過程 226
- 視覺的神經線路 228
- 彩色視覺 229
- 眼球的移動 229

聽覺 231

- 聲音 231
- 聲音在耳朵的傳導 232
- 柯氏器上的毛細胞 234
- 聽覺的神經通路 235

前庭系統 235

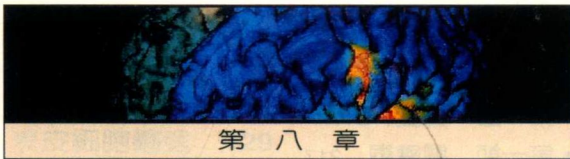
- 半規管道 236
- 橢圓囊與球囊 237
- 前庭訊息及其路徑 237

化學感覺 238

- 味覺 238
- 嗅覺 239

臨床範例補充 240

- 同時喪失聽覺與平衡 240
- 色盲 241
- 第二節 摘要 241
- 第二節 關鍵詞 243
- 第二節 臨床名詞 243
- 第二節 複習題 243
- 第七章 思考題 245



第八章

意識與行為 245

意識狀態 246

- 腦電圖 246
- 清醒狀態 247
- 睡眠 247
- 意識狀態的神經組成 249
- 昏迷與腦死 251

意識經驗 251

- 選擇性注意力 252
- 意識經驗的神經機制 252

動機與情緒 254

- 動機 254

- 化學介質 255

- 情緒 255

意識的變態 256

- 精神分裂症 256
- 情緒失調：憂鬱及雙極性障礙 257
- 精神性藥物、依賴性及抗藥性 258

學習與記憶 259

- 記憶 260
- 記憶與學習的神經基礎 260

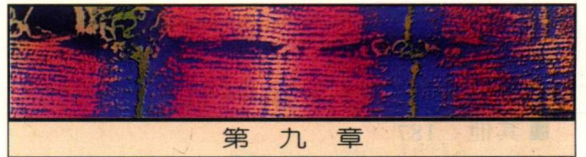
大腦的專屬與語言 262

結論 264

臨床範例補充 264

- 邊緣系統失常 264
- 頭部創傷及意識狀態 264

- 摘要 265
- 關鍵詞 266
- 臨床名詞 266
- 複習題 266
- 思考題 266



第九章

肌肉 267

第一節

骨骼肌 268

構造 268

收縮的分子機制 270

- 纖維滑動機制 271
- 收縮時旋轉素、旋轉肌凝素及鈣所扮演的角色 277
- 興奮與收縮的配合 277
- 細胞膜興奮：神經肌肉聯結 280

單一肌細胞收縮的力學 284

- 單次收縮 284
- 負重－速度關係 286
- 頻率－張力關係 286
- 長度－張力關係 288

骨骼肌的能量代謝 288

- 肌肉疲乏 290