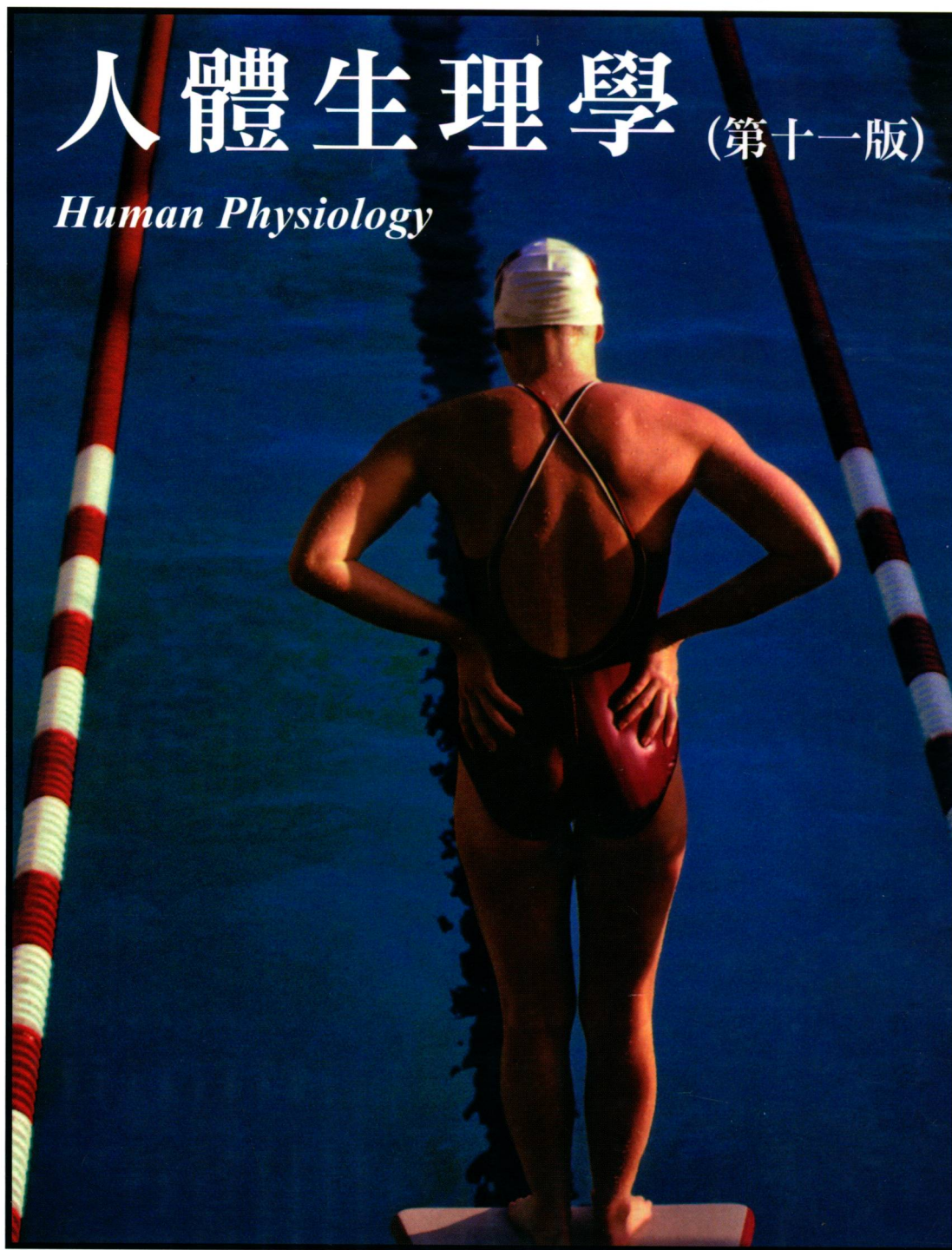


人體生理學 (第十一版)

Human Physiology



原 著：Stuart Ira Fox

編譯者：朱勉生・周光儀・施科念・高婷玉・高美媚

張林松・張菁萍・陳杏亮・溫小娟・楊佳璋

廖美華・蔡秀純・顏惠芷



美商麥格羅・希爾
生命科學 系列叢書

偉明圖書有限公司

人體生理學 (第十一版)

HUMAN PHYSIOLOGY, 11E

原 著：Stuart Ira Fox

編譯者：

朱勉生・周光儀・施科念・高婷玉・高美媚
張林松・張菁萍・陳杏亮・溫小娟・楊佳璋
廖美華・蔡秀純・顏惠芷



美商麥格羅・希爾
生命科學 系列叢書

偉明圖書有限公司

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

人體生理學／Stuart Ira Fox 原著；朱勉生等編譯。
-- 初版。-- 臺北市：麥格羅希爾出版：偉明發行
2011. 09
面：公分
譯自：Human Physiology, 11th ed.
ISBN 978-986-157-811-8 (精裝)
1. 人體生理學

397

100015798

人體生理學

繁體中文版 © 2011 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, 11th ed.
By Stuart Ira Fox
ISBN: 978-0-07-726587-8
Copyright © 2009 by The McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

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

作 者 Stuart Ira Fox

編 譯 者 朱勉生·周光儀·施科念·高婷玉·高美媚·張林松·張菁萍
陳杏亮·溫小娟·楊佳璋·廖美華·蔡秀純·顏惠芷

合作出版 美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司
暨發行所 台北市 100 中正區博愛路 53 號 7 樓
TEL: (02) 2311-3000 FAX: (02) 2388-8822
<http://www.mcgraw-hill.com.tw>

偉明圖書有限公司
台北市大安區羅斯福路三段 149 號 10 樓之 2
TEL: (02) 2363-6567 · 2363-8586 FAX: (02) 2363-4993
郵撥帳號：01250506 偉明圖書有限公司
<http://www.wmbook.com.tw>
Email: wmbookco@ms23.hinet.net

總 代 理 偉明圖書有限公司

出版日期 西元 2011 年 9 月 初版一刷

行政院新聞局出版事業登記證／局版台業字第 1911 號

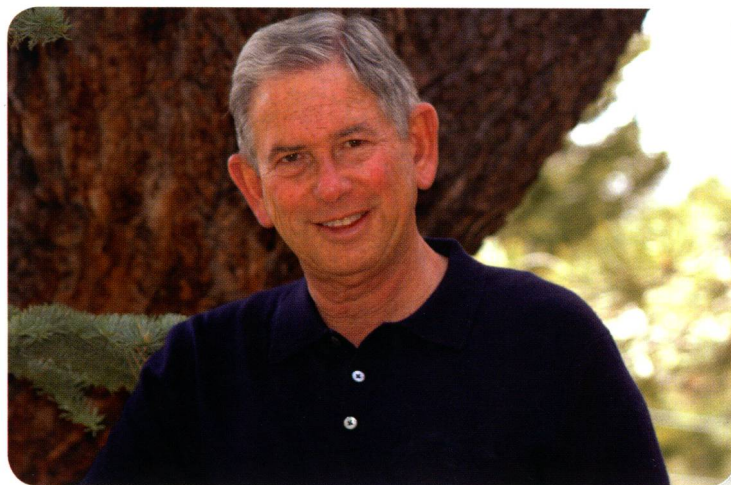
ISBN : 978-986-157-811-8

作者簡介



關於作者

Stuart Ira Fox 在加州大學洛杉磯分校、加州州立大學洛杉磯分校、聖塔芭芭拉加州大學取得學位之後，獲得南加大醫學院生理學系的人體生理博士學位。他長年在洛杉磯市立學院、加州州立大學北嶺分校及皮爾斯學院任教，並在此獲頒許多教學獎項，包括榮獲數次金蘋果教學獎。Fox 撰寫了七本教科書，共計 35 版，這些教科書風行全球並且翻譯成多種語言。休閒時，Fox 喜歡從事健行、西式毛鉤釣，以及在塞拉內華達山脈越野滑雪。



獻給教學老師與學生們

希望本書能有助於諸位教學相長。

編譯者

- 朱勉生 美國芝加哥大學博士後研究
- 周光儀 台北護理健康大學通識教育中心助理教授
- 施科念 元培科技大學放射技術系助理教授
- 高婷玉 元培科技大學醫學檢驗生物技術系助理教授
- 高美媚 台北護理健康大學通識教育中心副教授
- 張林松 元培科技大學視光系副教授
- 張菁萍 南台科技大學生物技術系副教授
- 陳杏亮 輔英科技大學健康美容系講師
- 溫小娟 元培科技大學放射技術系副教授
- 楊佳璋 中華醫事科技大學化妝品系助理教授
- 廖美華 元培科技大學生物醫學工程系講師
- 蔡秀純 台北體育學院身心障礙者轉銜及休閒教育研究所助理教授
- 顏惠芷 元培科技大學醫學檢驗生物技術系講師

序 言



人體生理學提供醫學以及所有與人體健康和生理機能相關的專業科學基礎，因此人體生理學課程所涵蓋的議題範圍廣泛，但所含的每個議題均必須詳盡以提供進一步延伸和應用的穩定基礎。但嚴謹的課程前提是不能抹滅學生一開始對於人體如何運作的學習興趣。對於生理機制的基本認識正好相反，這些基本認識逐漸灌輸學生對於更深層的欣賞人體的複雜性與人體之美，並激發學生延伸學習的動機。

第十一版的《人體生理學》為學生的大學生理學課程需求所設計；一開始的章節介紹基礎化學與生物概念，提供學生，尤其是許多沒有科學背景的學生，理解生理學準則所需的知識架構。之後的章節，我們以概念性理解，而非死背書本內容的方式來呈現。所做的每一項努力有助於學生整合相關的概念，並理解解剖構造及其功能之間的關係。豐富的流程圖與表格有助於複習；精美的圖示，依功能使用不同的顏色標記來增進學習效率。討論健康應用以提供學習興趣，加深生理學概念的理解，並且幫助學生將他們所學到的資訊與他們個人的生涯規劃作結合。

作者的話

為了讓我所任教的學生有一本易讀教科書，我撰寫了《人體生理學》的第一版，提供他們授課素材並協助他們理解日後健康教育及職業所需的生理學概念。這樣的作法後來獲得廣大迴響，因此提供我改善與更新此教科書版本的機會。科學與技術的進度均足以改變人體生理學的研究主題，以及撰寫各版本的技巧。我也從使用打字機、金屬製的 Kaypro 電腦，進展到現在

使用 PC、Mac 電腦；且在進行研究時，從早期只能參考列印出來的期刊論文到現在主要使用無線網路搜尋與下載來進行研究。撰寫新版的《人體生理學》對我而言，是一項具有挑戰性的教育經驗，也是一項讓我樂在其中的工作。雖然科學的認知與生理學概念的應用已有所改變，但使用第十一版的學生需求也和使用第一版的學生相同，所以我仍維持自己寫作初衷。我也非常感謝有此殊榮能透過第十一版《人體生理學》來為師生服務。

第十一版的改變

在我著手新版的撰寫之前，我在 McGraw-Hill 的編輯再次使用一項效果卓越的技巧：他們請使用前一版的使用者針對他們特別感興趣的章節提出建議與批評；因此，本書的每個章節都請曾經在課堂上使用本書的讀者審閱多次。第十一版也從這些回饋中獲益良多，此外先前使用過其他教科書的教職員所提供的審閱意見也對於此版本有很大的助益。

更新和增加

第十一版的《人體生理學》納入許多新穎的與近來修正過的生理學概念。這些新元素可能會使對此研究主題不熟悉的人感到驚訝；事實上，我有時會被問到從前一版到下一版之間，這些領域是否真的有如此大的變化。研究的進展確實如此廣泛；這也是研讀生理學之所以如此有趣的原因之一。藉由適合此書內容的方式，指出書中哪些知識是新的以及與我們既有知識上

的空缺，我試著在此書傳達出這樣的興奮之情與樂趣。

以下僅列出修訂與更新較多的內文與圖片。此外，此版新增 15 幅圖片，步驟圖 (以編號的步驟標示過程) 也增加至 27 幅。臨床應用部分也全部更新，並新增關於 LASIK (第 10 章) 的專欄以及脈搏血壓計 (第 16 章)。

第十一版中，版式有許多大幅度更動。章節一開始的學習目標改列在每個大標題；定量推理段落則加至每章的學習評量中，其中問題部分均改以每段接續編號；《臨床研究》與《臨床研究線索》均已改編，強調在這些專欄中所涵蓋的新術語和概念；《臨床研究摘要》現在改在每章末呈現，而不是置於附錄中。此外《在你繼續之前先自我測驗》改名為《學習重點》，而每章最後的題組則改名為《測驗你的知識》、《測驗你的瞭解程度》和《測驗你的分析能力》。第十一版的新增部分：

- 增加與更新各方面整併的生理學概念
- 15 幅新圖片。
- 27 幅既有圖片變更為步驟圖解的格式。
- 學習目標併入到每個大標題的開頭。
- 更新《臨床應用》與《健康應用》專欄。
- 改編每章的《臨床研究》以強調這些新術語和概念。
- 在每章末提供《臨床研究摘要》。
- 在每章末的《學習評量》新增《測驗你的定量能力》。

第 1 章：人體功能的研究

- 更新表 1.1 (生理學史)。
- 修訂圖 1.1 至 1.5。
- 新增圖 1.17 (蜂窩性結締組織)。
- 修訂結締組織的討論。

第 2 章：人體的化學組成

- 修訂顯示水中氯化鈉之圖 2.6。
- 新增纖維素與幾丁質的討論。
- 新增顯示順式脂肪酸與反式脂肪酸之圖 2.18。

第 3 章：細胞構造與基因調控

- 更新高基氏體功能的討論。

- 增加《臨床應用》中易脆性 X 染色體症。
- 增加顯示轉譯 mRNA 之圖 3.21 的步驟。
- 修訂圖 3.27 的有絲分裂。
- 詳述綜觀遺傳改變的討論。

第 4 章：酵素與能量

- 修訂酵素作用之第二傳訊者修飾的討論。
- 修訂圖 4.17 的 NAD 與 FAD。

第 5 章：細胞呼吸與代謝

- 修訂提供能量代謝概述的圖 5.1。
- 增加圖 5.11 氧化磷酸化的步驟。

第 6 章：細胞與細胞外環境的互動

- 新增不同的被動運輸程序之圖 6.2。
- 新增透析作用之圖 6.4。
- 新增滲透作用之圖 6.8。
- 新增滲透壓之圖 6.9。
- 新增離子化對滲透壓之影響之圖 6.12。
- 修訂等張、低張與高張溶液效應之圖 6.13。
- 修訂顯示葡萄糖載體之圖 6.17。
- 增訂圖 6.18 主動運輸的步驟

第 7 章：神經系統：神經元與突觸

- 新增微膠細胞的資訊。
- 增加多發性硬化症的更新資訊。
- 更新關於釋放神經傳遞物質的討論。
- 增訂之圖 7.23 (神經傳遞物質的釋放) 步驟。
- 增加麻痺性貝類中毒的解釋。
- 修訂並更新 MAO 抑制劑的《臨床應用》專欄。
- 新增圖 7.23 的 GABA 作用。
- 更新內生性大麻物質的資訊。
- 增加神經發散與會聚的解釋。

第 8 章：中樞神經系統

- 更新神經幹細胞的討論。
- 新增鏡像神經元的解釋。
- 更新 MRI 的討論。
- 更新涵蓋睡眠與學習的段落。

- 更新學習期間突觸改變的討論。

第 9 章：自主神經系統

- 新增自主神經神經元的圖 9.1。
- 增訂圖 9.3 神經交感系統路徑的步驟
- 修訂學習期間突觸改變的圖解。

第 10 章：感覺生理學

- 修訂味覺神經路徑的討論。
- 更新嗅覺神經路徑的討論。
- 更新螺旋器功能的段落。
- 修訂視網膜色素上皮的段落。
- 新增 LASIK 的《臨床應用》專欄。
- 增訂圖 10.40 光線對光受器影響的步驟。
- 增訂圖 10.41 光線對於視網膜細胞影響的步驟。

第 11 章 內分泌腺：激素的分泌與作用

- 修訂圖 11.2 的類固醇激素。
- 增訂圖 11.4 類固醇激素作用機制的步驟。
- 增訂圖 11.6 甲狀腺素作用機制的步驟。
- 增訂圖 11.8 cAMP 第二傳訊者系統的步驟。
- 增訂圖 11.9 磷脂酶 C-Ca²⁺ 第二傳訊者系統的步驟。
- 增訂圖 11.10 腎上腺素作用的步驟
- 增訂圖 11.11 胰島素受器的步驟
- 增訂圖 11.30 攝取葡萄糖刺激胰島素的步驟
- 增訂妊娠糖尿病的解釋

第 12 章：肌肉：收縮機制與神經控制

- 更新肉毒桿菌毒素作用的討論。
- 更新關於橫橋作用的解釋。
- 修訂圖 12.21 長度-張力關係的敘述。
- 修訂圖 12.23 葡萄糖的攝取。
- 修訂並更新肌肉纖維種類的討論。
- 新增圖 12.34 心肌的興奮-收縮偶合作用。

第 13 章：血液、心臟與循環

- 增訂圖 13.9 凝血路徑的步驟。
- 新增心搏週期與心音關係之圖 13.14。

第 14 章：心輸出量、血流與血壓

- 修訂圖 14.9 穿透過微血管壁的液體流動。
- 修訂一氧化碳的運輸與作用之討論。

第 15 章：免疫系統

- 更新補體及肥大細胞之討論。
- 增加圖 15.3 HIV 生命週期之步驟。
- 增加圖 15.7 B 淋巴球與漿細胞之步驟。
- 增加圖 15.17 巨噬細胞、輔助型 T 細胞與殺手型 T 細胞交互作用之步驟。
- 增加圖 15.18 免疫細胞之間交互作用之步驟。
- 更新並修訂免疫耐受性的敘述。
- 更新自然殺手細胞的敘述。
- 在癌症免疫療法部分增加 Herceptin 的敘述。

第 16 章：呼吸生理學

- 增加圖 16.14 呼吸機制之步驟。
- 更新氣喘的描述。
- 新增脈搏血壓計的《臨床應用》專欄。
- 更新中樞神經系統的呼吸調節。
- 增訂圖 16.3 二氧化碳運輸的步驟。
- 增訂圖 16.39 在肺臟中移除二氧化碳的步驟。
- 更新急性高山症的討論。

第 17 章：腎臟生理學

- 更新腎臟自我調節作用之討論。
- 增訂圖 17.14 上肢運輸之步驟。
- 增訂圖 17.15 逆流系統放大之步驟。
- 增訂圖 17.17 尿素在腎臟內作用之步驟。
- 新增圖 17.19 抗利尿素對集尿管中之水孔蛋白的刺激。
- 增訂圖 17.24 近曲小管再吸收機制之步驟。
- 更新抗利尿素作用機制之討論。
- 更新糖尿病患者糖尿之討論。
- 新增腎元內產生碳酸氫根之討論。
- 修訂圖 17.29 尿液酸化作用。

第 18 章：消化系統

- 新增腸道免疫屏障的討論。

- 新增顯示刷狀緣酵素的圖 18.12。
- 更新慢波與分節運動的解釋。
- 更新腸道微生物相之討論。
- 新增顯示膽鹽微膠粒的圖 18.24。
- 更新關於腸神經系統的討論。

第 19 章：代謝的調節

- 修訂圖 19.2 能量路徑。
- 更新並修訂關於胰島素耐受性及代謝症候群。
- 修訂中樞神經系統與飢餓的敘述。
- 修訂棕色脂肪在人體生理學中作用的敘述。
- 新增顯示代謝平衡的圖 19.5。
- 增加圖 19.8 胰島素分泌機制之步驟。
- 更新第一型糖尿病之討論。
- 更新第二型糖尿病之討論。
- 修訂關於兒茶酚胺代謝作用之討論。

第 20 章：生殖

- 更新 X 染色體之討論。
- 增訂圖 20.22 陰莖勃起之步驟。
- 更新精子運動之討論。
- 更新體外受精之討論。
- 幹細胞部分更新關於誘導型多元潛能性幹細胞的新資訊。
- 更新人類開始分娩調節作用。
- 增加圖 20.51 人類分娩之步驟。

許多第十一版《人體生理學》的使用者對於此書各章節的審閱貢獻良多。我非常感謝全體工作人員，

並盡可能努力整合他們的建議。此外，許多對於第九版的章節審閱有所貢獻的教授及其同僚，我在此感激他們接下這項艱鉅的任務，也由於他們的努力使第十一版更臻完善。我也感謝我在皮爾斯學院的同事，尤其是 Lawrence G. Thouin Jr. 博士與 James Rickel 博士的貢獻與支持。

審閱者：

David A. Babb, *West Hills College, Lemoore*

Charles L. Biles, *East Central University*

Joyce K. Blandino, *James Madison University*

Phylis Callahan, *Miami University*

Barbara E. Davis, *Eastern Kentucky University*

Jean-Pierre Dujardin, *Ohio State University*

Michael s. Finkler, *Indiana University, Kokomo*

Judy Jiang, *Triton College*

Matthew J. Linton, *University of Utah*

John E. Lopes Jr., *Central Michigan University*

Fang Lou, *University of Hertfordshire, UK*

Vikki McCleary, *University of North Dakota*

Cheryl L. Neudauer, *Minneapolis Community and Technical College*

Nicole Okazaki, *Weber State University*

Gail Sabbadini, *San Diego State University*

Laura Steele, *Ivy Tech Community College, Fort Wayne*

David Thomson, *Brigham Young University*

簡明目錄



第 1 章	人體功能的研究	1
第 2 章	人體的化學組成	25
第 3 章	細胞構造與基因調控	53
第 4 章	酵素與能量	91
第 5 章	細胞呼吸與代謝	111
第 6 章	細胞與細胞外環境的互動	135
第 7 章	神經系統：神經元與突觸	167
第 8 章	中樞神經系統	213
第 9 章	自主神經系統	251
第 10 章	感覺生理學	275
第 11 章	內分泌腺：激素的分泌與作用	327
第 12 章	肌肉：收縮機制與神經控制	371

第 13 章	血液、心臟與循環	417
第 14 章	心輸出量、血流與血壓	463
第 15 章	免疫系統	507
第 16 章	呼吸生理學	547
第 17 章	腎臟生理學	599
第 18 章	消化系統	639
第 19 章	代謝的調節	681
第 20 章	生殖	721

附錄

《測驗你的知識》問題解答 777

詞彙 778

索引 804

目錄



第1章

人體功能的研究 1

生理學簡介 2

科學方法 2

恆定與回饋控制 4

生理學的歷史 4

負回饋迴路 5

正回饋 7

神經與內分泌的調節 8

激素分泌的回饋控制 8

基本組織 9

肌肉組織 10

神經組織 11

上皮組織 12

結締組織 16

器官與系統 18

一個器官的例子：皮膚 18

系統 20

體液區域 20

摘要 21

學習評量 22

第2章

人體的化學組成 25

原子、離子與化學鍵 26

原子 26

化學鍵、分子與離子化合物 27

酸、鹼與 pH 刻度 30

有機分子 32

醣類與脂質 34

醣類 34

脂質 37

蛋白質 42

蛋白質的結構 42

蛋白質的功能 44

核酸 45

去氧核糖核酸 46

核糖核酸 48

摘要 49

學習評量 50

第3章

細胞構造與基因調控 53

細胞膜與相關構造 54

細胞膜的構造 55

吞噬作用 57

胞吞作用 57

胞吐作用 59

纖毛與鞭毛 59

微絨毛 60

細胞質與其胞器 60

細胞質與細胞骨架 60

溶體 61

過氧化體 62

粒線體 62

核糖體 63

內質網	63
高基氏體	65
細胞核與基因表現	65
基因體與蛋白質體	66
染色質	67
RNA 合成	68
RNA 干擾	70
蛋白質的合成與分泌	71
轉送 RNA	73
多肽的形成	73
內質網與高基氏體的功能	74
蛋白質分解	75
DNA 的合成與細胞分裂	76
DNA 複製	76
細胞週期	76
有絲分裂	79
減數分裂	82
表觀遺傳	84
互動	86
摘要	87
學習評量	89

第 4 章

酵素與能量 91

酵素作為催化劑	92
酵素作用的機制	92
酵素的命名	94
酵素活性的控制	95
溫度與 pH 值的效應	96
輔因子與輔酶	96
酵素的活化	97
受質濃度與可逆反應	97
代謝路徑	98

生物能量學 101

需能與釋能反應	102
偶合反應：腺核苷三磷酸	103
偶合反應：氧化與還原	103
摘要	106
學習評量	108

第 5 章

細胞呼吸與代謝 111

糖解作用與乳酸路徑	112
糖解作用	112
乳酸路徑	114
肝醣生成與肝醣分解	116
克力循環	117
有氧呼吸	117
克雷伯氏循環	118
電子傳遞與氧化磷酸化	119
電子傳遞與 ATP 產生的偶合	120
ATP 平衡表	122
脂質與蛋白質的代謝	124
脂質代謝	124
胺基酸代謝	127
不同能量來源的使用	129
互動	131
摘要	132
學習評量	133

第 6 章

細胞與細胞外環境的互動 135

細胞外環境	136
體液	136
胞外基質	137
通過細胞膜的運輸類型	137
擴散與滲透	138
通過細胞膜的擴散	139
擴散速率	141
滲透	141
血液滲透莫耳濃度的調節	146
載體媒介式運輸	147
促進性擴散	148
主動運輸	149
大分子運輸	153
膜電位	154
平衡電位	154

靜止膜電位 156

細胞傳訊 157

第二傳訊者 159

G 蛋白 159

互動 161

摘要 162

學習評量 164

第 7 章

神經系統：神經元與突觸 167

神經元與支持細胞 168

神經元 168

神經元與神經的分類 170

支持細胞 171

神經膜與髓鞘 171

星狀細胞的功能 175

軸突的電性活動 177

軸突的離子閘控 178

動作電位 179

神經衝動的傳導 183

突觸 185

電性突觸：隙型連結 186

化學突觸 186

乙醯膽鹼作為神經傳遞物 189

化學性調控通道 190

乙醯膽鹼酯酶 194

周邊神經系統的乙醯膽鹼 194

中樞神經系統的乙醯膽鹼 194

單胺作為神經傳遞物 196

血清素作為神經傳遞物 198

多巴胺作為神經傳遞物 199

正腎上腺素作為神經傳遞物 199

其他神經傳遞物 200

胺基酸作為神經傳遞物 200

多肽作為神經傳遞物 201

內生性大麻作為神經傳遞物 203

一氧化氮與一氧化碳作為神經傳遞物 204

突觸的整合 204

突觸可塑性 205

突觸抑制 206

摘要 207

學習評量 209

第 8 章

中樞神經系統 213

腦部的構造性組織 214

大腦 216

大腦皮質 216

基底核 222

大腦側化 224

語言 225

邊緣系統與情感 226

記憶 227

情感與記憶 231

間腦 232

視丘與上視丘 232

下視丘與腦垂腺 233

中腦與後腦 235

中腦 235

後腦 237

網狀活化系統 238

脊髓徑 239

上行徑 239

下行徑 239

腦神經與脊神經 242

腦神經 243

脊神經 244

摘要 246

學習評量 247

第 9 章

自主神經系統 251

非隨意動器的神經控制 252

自主神經元 252

內臟動作器官 253

自主神經系統的分系 254

交感神經系 254

副交感神經系 256

自主神經系統的功能 258

腎上腺素性與膽鹼性突觸傳遞 260

腎上腺素性刺激的反應 261

膽鹼性刺激的反應 265

其他自主性神經傳遞物 266

含雙重神經支配的器官 266

不含雙重神經支配的器官 267

高等腦部中樞對自主神經系統的控制 269

互動 271

摘要 272

學習評量 273

第 10 章**感覺生理學 275****感覺受器的特徵 276**

感覺受器的分類 276

專一性神經能量定律 277

發生電位(受器電位) 277

皮膚感覺 279

體感覺的神經路徑 280

接收區與感覺敏銳度 281

側邊抑制 282

味覺與嗅覺 283

味覺 283

嗅覺 285

前庭器與平衡 287

前庭器的感覺毛細胞 288

橢圓囊與球囊 288

半規管 290

耳朵與聽覺 291

外耳 292

中耳 292

耳蝸 293

螺旋器(柯氏器) 294

眼睛與視覺 299

折射 302

調適作用 303

視覺敏銳度 304

視網膜 307

光線對於視桿細胞的影響 308

視網膜細胞的電性活動 310

視錐細胞與彩色視覺 311

視覺敏銳度與敏感度 312

視網膜的神經路徑 314

視覺資訊的神經處理 316

神經節細胞的接收區 316

外側膝狀核 317

大腦皮質 317

互動 319

摘要 320

學習評量 323

第 11 章**內分泌腺：激素的分泌與作用 327****內分泌腺與激素 328**

激素的化學分類 329

激素原與前激素 331

神經與內分泌調節的共通概念 332

激素的交互作用 332

激素濃度對組織反應的影響 333

激素的作用機制 334

與細胞核內受器蛋白結合的激素 335

利用第二傳訊者的激素 337

腦垂腺 343

腦垂腺激素 343

腦垂腺後葉的下視丘控制 345

腦垂腺前葉的下視丘控制 347

腦垂腺前葉的回饋控制 348

高級腦部功能與腦垂腺分泌 349

腎上腺 350

腎上腺皮質的功能 350

腎上腺髓質的功能 352

壓力與腎上腺 352

甲狀腺與副甲狀腺 353

甲狀腺激素的製造與作用 354

副甲狀腺 356

胰臟與其他內分泌腺 358

胰島(蘭氏小島) 358

松果腺 360

胃腸道 361

性腺與胎盤 361

自泌與旁泌的調節作用 362

自泌調節作用的例子 362

前列腺素 363

互動 366

摘要 367

學習評量 369

第 12 章

肌肉：收縮機制與神經控制 371

骨骼肌 372

骨骼肌的結構 372

運動單位 375

肌肉收縮機制 375

肌肉收縮的滑動肌絲理論 379

肌肉收縮的調控 381

骨骼肌的收縮 386

牽掙、加成作用與強直 387

肌肉收縮的類型 388

連續-彈性組成 389

長度與張力的關係 389

骨骼肌的能量需求 390

骨骼肌的代謝作用 392

慢速牽掙纖維與快速牽掙纖維 393

肌肉疲勞 395

肌肉對運動訓練的適應 395

肌肉損傷與修復 396

骨骼肌的神經控制 397

肌梭器 398

α 與 γ 運動神經元 399

α 與 γ 運動神經元的共同活化 399

骨骼肌反射 400

骨骼肌的上運動神經元控制 402

心肌與平滑肌 404

心肌 404

平滑肌 406

互動 411

摘要 412

學習評量 415

第 13 章

血液、心臟與循環 417

循環系統的功能與組成 418

循環系統的功能 418

循環系統的主要組成 418

血液的組成 419

血漿 419

血液的有形成分 420

造血 423

紅血球抗原與血型 425

血液凝固 427

血塊的溶解 430

心臟的結構 432

肺循環與體循環 432

房室瓣與半月瓣 433

心搏週期與心音 434

心搏週期中的壓力變化 435

心音 436

心臟的電性活動與心電圖 438

心臟的電性活動 438

心電圖 441

血管 443

動脈 445

微血管 447

靜脈 448

動脈粥狀硬化與心律不整 450

動脈粥狀硬化 450

心電圖偵測心律不整 453

淋巴系統 456

摘要 458
學習評量 460

第 14 章

心輸出量、血流與血壓 463

心輸出量 464

心率的調節 464
心搏量的調節 465
靜脈回流 468

血容積 469

微血管與組織間的液體交換 469
腎臟的血容積調節作用 473

血管對血流的阻力 477

血流的物理定律 477
血流的外在調節 479
血流的旁泌調節 481
血流的內在調節 481

心臟與骨骼肌的血流 482

心臟的有氧需要 482
冠狀動脈血流的調節 483
骨骼肌血流的調節 483
運動的血液循環變化 485

腦部與皮膚的血流 486

大腦循環 486
皮膚的血流 488

血壓 489

壓力受器反射 490
心房牽張反射 492
血壓的測量 493
脈搏壓與平均動脈壓 495

高血壓、休克與充血性心衰竭 496

高血壓 496
循環性休克 499
充血性心衰竭 500

互動 501

摘要 502
學習評量 504

第 15 章

免疫系統 507

防禦機制 508

先天性(非專一性)免疫 509
適應性(專一性)免疫 512
淋巴球與淋巴器官 513
局部發炎 515

B 淋巴球的功能 517

抗體 518
補體系統 520

T 淋巴球的功能 522

殺手型、輔助型與調節型 T 淋巴球 522
抗原呈現細胞與 T 淋巴球的交互作用 526

主動免疫與被動免疫 529

主動免疫與株系選擇理論 530
免疫耐受性 532
被動免疫 533

腫瘤免疫學 533

自然殺手細胞 535
癌症免疫療法 535
老化與壓力的影響 536

免疫系統引發的疾病 536

自體免疫 537
免疫複合體疾病 538
過敏 538

互動 542

摘要 543
學習評量 545

第 16 章

呼吸生理學 547

呼吸系統 548

呼吸系統的結構 548
胸腔 551

換氣的物理觀點 553

肺內壓與胸膜內壓 553
肺的物理性質 553

界面活性劑與呼吸窘迫症候群	555
呼吸的機制	556
吸氣與呼氣	557
肺功能測試	558
肺疾病	560
肺內的氣體交換	563
P_{O_2} 的計算	564
血液中氣體的分壓	565
測量血液 P_{O_2} 與 P_{CO_2} 的意義	566
肺循環與換氣量/灌流量比	567
高氣體分壓造成的疾病	568
呼吸的調節	569
腦幹的呼吸中樞	569
血液的 P_{CO_2} 與 pH 值對換氣的影響	571
血液的 P_{O_2} 對換氣的影響	573
肺部受器對換氣的影響	574
血紅素與氧氣的運輸	575
血紅素	575
氧合血紅素解離曲線	577
pH 值與溫度對氧氣運輸的影響	578
2,3-DPG 對氧氣運輸的影響	579
血紅素結構與功能上的遺傳缺陷	580
肌紅蛋白	581
二氧化碳的運輸	582
氯轉移	582
反向氯轉移	583
血液的酸鹼平衡	583
酸鹼平衡的原理	583
換氣與酸鹼平衡	585
運動與高海拔對呼吸功能的影響	586
運動期間的換氣	586
高海拔的適應	587
互動	591
摘要	592
學習評量	595

第 17 章

腎臟生理學 599

腎臟結構與功能	600
泌尿系統的大體解剖結構	600
腎臟的顯微結構	602
腎絲球過濾作用	605
腎絲球過濾液	606
腎絲球過濾率的調節	607
鹽與水的再吸收	608
近曲小管的再吸收	609
逆流放大系統	610
集尿管：抗利尿素的作用	613
腎血漿清除率	617
影響腎清除率的運輸過程	617
菊糖的腎清除率：腎絲球過濾率的測量	618
對胺基馬尿酸的清除率：腎臟血流量的測量	621
葡萄糖的再吸收	621
腎臟對電解質與酸鹼平衡的控制	623
醛固酮在鈉/鉀離子平衡所扮演的角色	623
醛固酮分泌的控制	624
心房鈉尿肽	626
Na^+ 、 K^+ 及 H^+ 之間的關係	627
腎臟的酸鹼調節	627
臨床應用	629
利尿劑的使用	629
腎功能測試與腎臟疾病	631
互動	633
摘要	634
學習評量	635

第 18 章

消化系統 639

消化系統介紹	640
胃腸道壁的層次	641
胃腸道的調控	642
從口到胃	643
食道	644